

# *Blockchain* en Educación

Cadenas rompiendo moldes

Antonio Bartolomé y José Manuel Moral Ferrer  
(editores)



# *Blockchain* en Educación

Cadenas rompiendo moldes

Antonio Bartolomé y José Manuel Moral Ferrer (editores)

Se debe citar:

Bartolomé, A. y Moral-Ferrer, J. M. (Eds.) (2018). *Blockchain en Educación*. Barcelona: LMI. (Colección Transmedia XXI)

Descargable desde: <http://www.lmi.ub.es/transmedia21/>

ISBN-13: 978-84-09-02816-0

Año de publicación: 2018

© Learning, Media & Social Interactions. Universitat de Barcelona. Barcelona.

© Autores: Antonio Bartolomé, José Manuel Moral Ferrer, Don Tapscott, Alex Tapscott, Andreia Inamorato dos Santos, Vasilis Koulaïdis, J. Philipp Schmidt, Mike Sharples, John Domingue, Natalie Smolenski, Kim Hamilton Duffy, Marcelo Brito Carneiro Leão, Carolina Guimarães Raposo, Carles Lindín, Pablo Rivera-Vargas, Audrey Watters, Jordi Adell y Carles Bellver.

© De las traducciones: Antonio Bartolomé, Agustí Cerdan, P. Américo y J. Negro García

Diseño gráfico de portada y maquetación

Xavier Aguiló - Aguiló Gràfic SL

Licencia de Creative Commons



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons (Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional): <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Esta colección recibe el apoyo de la Agrupació de Recerca en Ciències de l'Educació para grupos de investigación de la Universitat de Barcelona

## COLECCIÓN TRANSMEDIA XXI

Learning, Media & Social Interactions / Universitat de Barcelona

### Coordinación editorial

José Manuel Moral Ferrer

### Comité editorial

Antonio Bartolomé | Antonio Mercader | Rosa Tarruella | Elena Cano | Jordi Sancho | Mariona Grané | Cilia Willem |  
Lucrecia Crescenzi | Joan Frigola | Rafa Suárez

El Learning, Media & Social Interactions es un centro de I+D+i de la Universitat de Barcelona especializado en la investigación en el ámbito de la educación, los medios de comunicación y el arte, reconocido y financiado por la Generalitat de Catalunya (2009 SGR 847). Sus líneas de investigación son:

- Comunicación audiovisual digital
- (meta) Narrativas y sintaxis audiovisual y multimedia
- Formulaciones artísticas de participación
- Entornos formativos potenciados por la tecnología
- Alfabetización digital
- Diversidad e inclusión social en contextos mediáticos
- Evaluación de los aprendizajes con TIC
- Infancia y pantallas

A comienzos de 2010, el Grupo de Investigación Learning, Media & Social Interactions (LMI) inició la colección Transmedia XXI. A través de sus títulos se potencia la reflexión sobre la educación y la sociedad en red, con atención a las nuevas minorías y a la inclusión social. Estos textos recogen también la acción investigadora del grupo.

# LIBROS PUBLICADOS EN LA COLECCIÓN TRANSMEDIA XXI

---

Pardo Kuklinski, Hugo (2010). *Geekonomía. Un radar para producir en el postdigitalismo*. Barcelona: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona y LMI.

Cobo Romani, Cristóbal; Moravec, John W. (2011). *Aprendizaje Invisible. Hacia una nueva ecología de la educación*. Barcelona: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona y LMI.

Willem, Cilia (ed.) (2011). *Minorías en red. Medios y migración en Europa*. Barcelona: LMI.

Cano, Elena (ed.) (2012). *¿Aprobar o aprender? Estrategias de evaluación en la sociedad red*. Barcelona: LMI.

Scolari, Carlos A. (ed.) (2013). *HOMO VIDEOLUDENS 2.0 De Pacman a la gamification*. Barcelona: LMI.

Bergmann, Juliana y Grané, Mariona. (2013). *La universidad en la nube. A universidade na nuvem*. Barcelona: LMI.

Cano, Elena y Bartolomé, Antonio (coord.) (2015). *Evaluar la formación es posible. Avaliar a formação é possível*. Barcelona: LMI.

Torelló, Josep (2015). *La música en las Maneras de Representación cinematográfica*. Barcelona: LMI.

Cabrera, Nati y Mayordomo, Rosa M<sup>a</sup> (eds.) (2016). *El feedback formativo en la universidad. Experiencias con el uso de la tecnología*. Barcelona: LMI.

Descargables desde: <http://transmedia21.com/>

# Índice

Autores	9
Capítulo 1 <i>Blockchain</i> en Educación. El marco <b>Antonio Bartolomé y José Manuel Moral Ferrer</b>	<b>13</b>
Capítulo 2 La revolución del <i>Blockchain</i> y la Educación Superior <b>Don Tapscott y Alex Tapscott</b>	<b>35</b>
Capítulo 3 Certificados digitales y <i>blockchain</i> : retos y oportunidades <b>Andreia Inamorato dos Santos</b>	<b>57</b>
Capítulo 4 La tecnología <i>Blockchain</i> como herramienta pedagógica <b>Vasilis Koulaidis</b>	<b>81</b>
Capítulo 5 Certificaciones, reputación y <i>blockchain</i> <b>J. Philipp Schmidt</b>	<b>87</b>
Capítulo 6 Registro, reputación y recompensas en educación, basados en <i>Blockchains</i> <b>Mike Sharples y John Domingue</b>	<b>107</b>
Capítulo 7 <i>Blockcerts</i> : los bloques fundamentales de las <i>blockchain</i> para el aprendizaje a lo largo de la vida y el empleo en una economía global <b>Natalie Smolenski y Kim Hamilton Duffy</b>	<b>119</b>

Capítulo 8	
<i>Blockchain</i> y gestión universitaria	
<b>Marcelo Brito Carneiro Leão y Carolina Guimarães Raposo</b>	<b>131</b>
<hr/>	
Capítulo 9	
Gestión de programas de aprendizaje personalizado mediante cadenas de bloque	
<b>Antonio Bartolomé, Carles Lindín y Pablo Rivera-Vargas</b>	<b>141</b>
<hr/>	
Capítulo 10	
La ideología tras las cadenas de bloques (en educación)	
<b>Audrey Watters</b>	<b>183</b>
<hr/>	
Capítulo 11	
<i>Blockchain</i> en la educación superior: una visión crítica	
<b>Jordi Adell y Carles Bellver</b>	<b>193</b>
<hr/>	

## **Autores (por orden alfabético)**

**Jordi Adell** es doctor en Filosofía y Ciencias de la Educación, profesor de tecnología educativa y director del Centro de Educación y Nuevas Tecnologías de la Universitat Jaume I de Castelló.

<http://elbonia.cent.uji.es/jordi/inicio/>

**Antonio Bartolomé** es doctor en Filosofía y Ciencias de la Educación. Catedrático de Medios digitales y Educación en la Universitat de Barcelona. Director del Instituto de Investigación en Educación en la misma institución. Autor de más de 30 libros y 150 artículos.

<http://www.lmi.ub.edu/personal/bartolome>

**Carles Bellver** es licenciado en Filosofía y Ciencias de la Educación y analista de tecnología educativa en el Centro de Educación y Nuevas Tecnologías de la Universitat Jaume I de Castelló.

[https://www.researchgate.net/profile/Carles\\_Torla](https://www.researchgate.net/profile/Carles_Torla)

**Marcelo Brito Carneiro Leão** es doctor en Química Computacional por la UFRP y profesor titular de la misma universidad. Vicerector de la Universidade Federal Rural de Pernambuco.

<https://www.facebook.com/Marcelo-Brito-Carneiro-Leão-493419047494216/>

**John Domingue** es profesor de Ciencias de la Computación y Director del Knowledge Media Institute en The Open University, Reino Unido.

<http://kmi.open.ac.uk/people/member/john-domingue>

**Kim (Hamilton) Duffy** es CTO y Principal Architect at Learning Machine. Blockcerts. Co-chair de W3C Credentials Community Group. Es desarrolladora de software con 15 años de experiencia.

<http://people.kmi.open.ac.uk/domingue/>

**Carolina Guimarães Raposo** es graduada en Economía, especialista en Finanzas. Vice-rectora de Planificación y Desarrollo Institucional y Económico de la Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

**Andreia Inamorato dos Santos** es investigadora del “ICT for Learning, Skills and Open Education”, en el Joint Research Centre de la Comisión Europea. Lidera la investigación en Educación Abierta en Educación Superior en Europa, así como su promoción y actualización. Su trabajo contribuye a buscar oportunidades y desafíos de las tecnologías digitales para innovar y modernizar las prácticas educativas en Europa. Otras líneas de investigación son el desarrollo profesional de los profesores, reconocimiento de aprendizaje no formal, credenciales digitales y Blockchain.

<https://ec.europa.eu/jrc/en/person/andreia-inmaorato-dos-santos>

**Vasilis Koulaidis** es profesor y vicerrector de desarrollo en la Universidad de Nicosia. Posee una amplia experiencia docente a investigadora en el campo de la política educativa y las ciencias de la Educación. Ha publicado 12 libros y más de 100 artículos. Ha sido Secretario General en el Ministerio de Educación en Grecia y ha ocupado diferentes cargos académicos.

<https://www.linkedin.com/in/vasilis-koulaidis-20552127/>

**Carles Lindín** es profesor del Departamento de Didáctica y Organización Educativa de la Universitat de Barcelona (UB) en el ámbito de tecnología educativa. Licenciado en Filología catalana (UB) y en Lingüística y aplicaciones tecnológicas (UPF); postgraduado en Edición (IDEC-UPF) y en La crítica literaria en la prensa (IDEC-UPF); DEA en Literatura catalana (UB); doctorando en Educación y sociedad (UB). Miembro del grupo de investigación Learning, Media and Social Interactions (LMI).

[https://www.researchgate.net/profile/Carles\\_Lindin](https://www.researchgate.net/profile/Carles_Lindin)

**José Manuel Moral Ferrer** es profesor asociado de la Universitat de Barcelona y profesor colaborador en el Máster de Educación y TIC de la Universitat Oberta de Catalunya. Ha dirigido producciones multimedia en el Grupo Editorial Bertelsmann, Editorial Graó e Interactiva de IRIF. Es miembro del grupo de investigación Learning, Media and Social Interactions (LMI) de la UB.

<https://www.linkedin.com/in/jm-moral-ferrer/>



**Pablo Rivera** es doctor en Educación y Sociedad por la Universitat de Barcelona (UB). Postdoctoral Research in Adult Education, University of Wisconsin-Madison. Máster en Análisis Político y Asesoría Institucional (UB). Máster en Educación Superior (UB). Magíster en Ciencias Sociales, Universidad de Chile. Licenciado en Sociología. Profesor del Departamento de Didáctica y Organización Educativa de la Universitat de Barcelona.  
[https://webgrec.ub.edu/webpages/personal/cas/002505\\_pablorivera.ub.edu.html](https://webgrec.ub.edu/webpages/personal/cas/002505_pablorivera.ub.edu.html)

**Philipp Schmidt** es director del Learning Innovation, en el MIT Media Lab, donde lidera el proyecto ML Learning, e investiga sobre comunidades de aprendizaje.  
<http://philippschmidt.org>

**Mike Sharples** es profesor emérito de Tecnología Educativa en The Open University, Reino Unido. Su actividad investigadora el diseño de nuevas tecnologías y entornos de aprendizaje centrados en la persona. Ha ocupado diferentes cargos académicos y es autor de más de 300 textos en las áreas de tecnología educativa, ciencias de la educación, diseño centrado en la persona, inteligencia artificial y ciencia cognitiva.  
<https://iet.open.ac.uk/people/mike.sharples>

**Natalie Smolenski** es VP Business Development and Anthropologist en Learning Machine. Antropóloga y filósofa, trabaja en el desarrollo de la empresa utilizando la tecnología Blockchain y ha puesto en marcha Learning Machine.  
<https://www.linkedin.com/in/nataliesmolenski/>

**Don Tapscott**, CEO de The Tapscott Group, es una de las autoridades más destacadas en el tema del impacto de la tecnología en la empresa y la sociedad. Ha escritos 16 libros, traducidos algunos de ellos a 25 idiomas.  
<http://dontapscott.com/about/>

**Alex Tapscott** es emprendedor y experto en gestión de bitcoin. En 2017 Don y Alex confundaron el Blockchain Research Institute para investigar la estrategia en el uso de Blockchain, casos de uso, desafíos de su implementación y transformaciones en las organizaciones.  
<http://www.alextapscott.com/>

**Audrey Watters** es escritora independiente centrada en tecnología educativa, sus implicaciones políticas y pedagógicas. Ha escrito entre otros en *The Baffler*, *The Atlantic*, *Edutopia*, además de numerosos textos en la Web, en particular en *Hack Education*. Ha sido galardonada con la beca *Spencer Education Journalism* en la *Columbia University* durante el año académico 2017–2018.

<http://audreywatters.com>

# Capítulo 1

## ***Blockchain* en Educación. El marco**

Antonio Bartolomé y José Manuel Moral Ferrer  
Universitat de Barcelona

## Resumen

En este capítulo inicial se presentan las claves para entender el interés que la tecnología de las cadenas de bloques o *blockchain* (BC) han despertado en el campo de la Educación. Se ofrece una introducción a los elementos tecnológicos que la sustentan y un repaso a las iniciativas existentes y a los problemas que puede resolver. Su objetivo es situar los siguientes capítulos en un marco global que de sentido al conjunto del trabajo.

\*\*\*

Posiblemente éste sea el primer libro, publicado en español, sobre las aplicaciones de la tecnología BC en Educación. Es un tema tan reciente y a la vez tan candente que todavía no estamos seguros de dónde va a llevar. Los editores de este libro estamos convencidos que BC es una tecnología que va a revolucionar el registro de eventos en bases de datos, un cambio disruptivo al nivel de lo que supuso Internet o la Web.

Este cambio afectará a múltiples campos y, entre otros, también al educativo. No es el tema central de la Educación, no es el objetivo básico de la investigación educativa, y no va a representar un cambio en el modo como enseñamos y aprendemos tan importante como pudo ser la implantación de la escuela pública en el siglo XIX, pero va a solucionar algunos problemas, va a ofrecer vías de desarrollo a ideas largamente ancladas y nos va a permitir entender el futuro de otra forma. Puede ser también que genere cambios en los actores más relevantes del sistema educativo. A largo plazo puede contribuir a una democratización o a una liberalización, pero también puede contribuir a poner el sistema en manos de empresas orientadas al lucro inmediato. No se puede predecir ni un futuro negro ni uno de color rosa. Pero algo va a cambiar.

Para tener más pistas sobre lo que va a significar este cambio hemos invitado a algunos de los actores más relevantes en este momento en la implantación de la BC en Educación a contribuir con textos nuevos o nunca antes publicados en castellano. En un campo tan dinámico no es extraño que aparezcan nuevas iniciativas, pero las recogidas aquí son, sin duda, las pioneras y las que están marcando el desarrollo de esta tecnología.

Este texto espera ayudar a comprender mejor esta tecnología y sus posibilidades en la Educación. Y quizás anime a investigar mejor cómo

aprovecharla para mejorar nuestra actividad docente y los aprendizajes de nuestro alumnado. Es un libro del siglo XXI y, como algunos otros de esta colección, en la frontera entre lo real, lo posible y lo soñado.

## 1. La tecnología

En los siguientes capítulos se abordarán aspectos de esta tecnología en relación a las propuestas de cada autor. Pero este no es un texto para ingenieros sino para educadores. Por eso todas las contribuciones se centran en la aplicabilidad en nuestro campo. Y sin embargo, algo será necesario explicar puesto que no se trata de una tecnología de conocimiento común.

Hace más de tres décadas que apareció el concepto de “dinero digital” basado en un servidor central que aseguraría un uso no fraudulento (Chaum, 1983). Sin embargo, a pesar de los avances en criptografía no ha sido posible hacer compatible la centralización, el anonimato y la prevención del fraude (utilizar dos veces el mismo dinero). El éxito de Bitcoin, la moneda digital más conocida, se ha basado en el uso de un sistema descentralizado basado en pruebas que quedan registradas por todos los usuarios manteniendo el anonimato (Back *et al*, 2014; Wright y De Filippi, 2015).

La tecnología que hace funcionar Bitcoin son las “cadenas de bloques” (*Blockchains*), una tecnología compleja, en evolución, con un tremendo potencial y no menos nivel riesgo asociado. No ha habido pasos intermedios entre la invención de la base de datos en 1970 en IBM hasta las cadenas de bloques y la promesa de las cadenas de bloques es un mundo sin intermediarios. El problema es que la interpretación de su significado oscila entre un mundo sin intermediarios, dependiendo todos de unos pocos centros de poder, como puede pasar con Google, Amazon, etc, o un mundo solidario y horizontal sin intermediarios. Es decir, y utilizando el inglés por su brevedad, el mundo sin intermediarios puede ser U2D (*up to down*) o P2P (*peer to peer*).

### 1.1. Funcionamiento básico

Para entenderla es necesario algunas nociones de otra tecnología con la que los educadores estamos poco familiarizados a pesar de su tremenda importancia: la criptografía y el uso de claves públicas y priva-

das para asegurar la confidencialidad al tiempo que la validez de la información. Poco a poco esta tecnología se va introduciendo, por ejemplo, con el uso de la firma digital en la presentación de proyectos de I+D o en la introducción de calificaciones en algunas universidades. Lo que sigue es una descripción sucinta que ayudará a entender su funcionamiento.

Las BC utilizan una criptografía de clave pública (*public key*): cada usuario posee una clave privada (*private key*) que conserva como si fuera una contraseña y una clave pública que comparte con los demás usuarios. En Bitcoin, una transacción se produce cuando quien recibirá el dinero digital envía su clave pública al que lo posee inicialmente. El dinero se transfiere mediante la firma (digital) de un resumen encriptado de la transacción (*hash*). Las claves públicas se convierten en direcciones encriptadas que se almacenan en la cadena de bloques. Cada dirección (clave pública encriptada) tiene asociada una cantidad de monedas y cada transacción de monedas no es sino la anotación en un libro contable (*ledger*) de una transacción entre dos direcciones (claves públicas encriptadas). Hay que destacar que no se puede obtener la identidad real de la persona o institución que posee el dinero a partir de esas claves públicas.

Esos “libros contables” (*ledger*) son conservados por ambos usuarios, pagador y receptor, con la característica de que ambos pasan a conservar también una copia de todas las transacciones anteriores del otro. De ese modo desaparece la necesidad de un agente verificador (e.g. un banco) pues cualquier transacción puede ser simultáneamente verificada por múltiples usuarios (Dwyer, 2014).

Puede encontrarse una explicación divulgativa de estos conceptos en Bit2me. Allí se recoge esta metáfora (reproducida en varias otras páginas en la web, sin que haya podido identificar el autor original de la misma):

“Imagina que vas caminando por la calle y, de repente, un suricato volador de proporciones pantagruélicas aterriza en una plaza llena de gente, se come los helados de todos los niños que hay en ella, suelta dos chillidos enormes y se va igual que ha venido.

Sin un segundo que perder, se coloca un detector de mentiras a las mil personas que han sido testigos y se registra exactamente qué es

lo que han visto.  
Todos cuentan la misma historia con idénticos detalles.  
¿Habría alguna duda al respecto del aterrizaje del suricato volador?”

Esta es la idea básica detrás de la BC: puesto que la información se encuentra en miles de dispositivos, tratar de alterarla sólo funcionaría si se pudiese acceder simultáneamente a todos ellos. El gobierno de la novela de Orwell “1984” no podría alterar la historia puesto que ésta no se conservaría en un único centro, sino que todos los ciudadanos tendrían su propia copia inalterable.

Uno de los puntos débiles es que cada nuevo registro debe ser encriptado y esta es una tarea complicada y farragosa. Los encargados de realizarla reciben el nombre de “mineros” (*miners*) pues trabajan metafóricamente en la oscuridad realizando esas encriptaciones. A cambio reciben dinero (en bitcoins). Una gran parte de esta fuerza de trabajo se sitúa en China y otros países asiáticos, donde ya han celebrado la primera “conferencia de mineros de bitcoin” (Mu, 2016). En los tres últimos años se están dando a conocer soluciones para automatizar esta tarea mediante ordenadores especialmente diseñados (Srinivasan, 2015) o con chips (Bitshare) capaces de realizar esa tarea y de ser añadidos a millones de dispositivos (Niccolai, 2015).

## 1.2. Aplicaciones

Aunque la tecnología de BC se hace famosa vinculada a la moneda Bitcoin, en los últimos años se está extendiendo su aplicación. Evidentemente, el mundo financiero ha sido el primero en acercarse, en ocasiones buscando sistemas híbridos: el Banco de Inglaterra (Allison, 2015), Visa (Arnold, 2016), Santander, UBS, BNY Mellon, Deutsche Bank (Gallen, 2016), etc.

Pero existen otros campos de aplicación. Estos son algunos casos concretos de uso de la tecnología BC en usos diferentes al de la moneda electrónica:

- Registro de patentes y registro de la propiedad inmobiliaria en Suecia.
- Certificación de documentos.
- Voto electrónico en Australia.

- Transparencia en las cuentas públicas (Goswami, 2016).
- Everledger y Allianz utilizarán BC para el registro de diamantes.
- Provenance ha creado una aplicación para monitorizar la trazabilidad de sus vinos desde las viñas hasta el consumidor y ha licenciado el *software* para usarlo con productos de terceros.
- Registros médicos (Pérez, 2016).
- Videojuegos como Spell of Genesis.
- Estonia lo utilizará para los actos legales incluido el matrimonio, aunque de hecho el primer matrimonio legalizado bajo Ethereum (una alternativa a la cadena de bloques de Bitcoin) está formado por Kim Jackson y Zach LeBeau en Williamsburg, Brooklyn.
- Registro de la propiedad sobre las obras musicales en Ujo Music.
- Proporcionar una identidad digital no falsificable, o específicamente para inmigrantes o refugiados que han perdido o les ha sido sustraído su documento de identidad.

Cada día aparecen nuevos ejemplos: acceso controlado a edificios, mercado de electricidad en la que los usuarios son también productores, gestión de pago en microtransacciones, sistemas militares de mensajería seguros...

Es fácil comprobar que la clave es la transformación de servicios que utilizan como soporte para su gestión una base de datos centralizada: las BC permiten descentralizar y distribuir la información al tiempo que la protegen contra accesos indebidos y alteraciones fraudulentas. Por ello las BC pueden ser consideradas la tercera gran innovación en las tecnologías de Información y Comunicación digitales.

### 1.3. Contratos inteligentes

El elemento clave para ciertas aplicaciones de la BC son los contratos inteligentes (*smart contracts*) que, contra lo que pueda deducirse, ni son contratos ni son inteligentes en absoluto. Se trata de unos programas informáticos que aplican determinadas cláusulas de un contrato y que se almacenan en BC, con una característica importante: se ejecutan de modo automático cuando se cumplen las condiciones especificadas en el contrato.

Esto quiere decir que el registro en BC se automatiza en el marco de



condiciones predeterminadas, ahorrando tiempo, trabajo burocrático y costes.

En un ámbito más general, las posibilidades crecen exponencialmente si se vincula al Internet de las cosas. Por ejemplo, adquirimos un paquete a Amazon, pero el pago sólo se realizaría automáticamente cuando el paquete fuese entregado en su destino. También se está aplicando al alquiler de coches o al *leasing* (el control del coche queda vinculado automáticamente al pago).

#### 1.4. Ethereum

Las BC no son una tecnología que sólo se encuentre en Bitcoin. Ethereum es una nueva máquina virtual y plataforma en la Web 2.0 que permite generar contratos digitales de acuerdo con las BC, más allá de los intercambios financieros. Es una tecnología abierta y es la que predomina en los pocos desarrollos educativos en marcha.

Hay otras plataformas, como Gridcoin, un sistema abierto desarrollado desde BOINC y Ripple Labs.

## 2. **Blockchain en Educación**

Revisar la aplicación de las BC en Educación nos lleva a las dos grandes iniciativas en curso en el MIT y en la Open University del Reino Unido. Después veremos otras aplicaciones.

### 2.1. Massachusetts Institute of Technology: MIT

En el MIT, el Medialab lleva adelante el proyecto *Blockcerts* (Schmidt, 2016). En su web (<http://www.blockcerts.org/guide/>) explica qué pretende y cómo participar. Se trata de crear una plataforma y unos estándares que permitan a las instituciones implementar las BC en programas educativos.

El Blockcert incluye cuatro componentes:

- Distribuidor: la universidad, que crea certificados digitales conteniendo un amplio rango de afirmaciones sobre las destrezas, logros o características del estudiante, todo registrado en una cadena de bloques.

- Certificado: que debe ajustarse a los requisitos de *Open badges* (Fundación Mozilla).
- Verificador: alguien que sin necesidad de depender del “distribuidor” verifica que el certificado no ha sido alterado, que lo ha emitido una determinada institución y corresponde a un determinado individuo.
- Cartera: cada estudiante almacena sus certificados en esta “cartera” compartiéndolos con otros, por ejemplo, con los empleadores.

Algunos ejemplos de la aplicación de *Blockcerts*:

- El propio Media Lab proporciona certificados digitales utilizando esta tecnología a los alumnos de su curso “Lab’s 30th anniversary” en octubre de 2015.
- Learning Machine ha proporcionado certificados en Recursos Humanos a su personal.
- El campo de trabajo Emprendeduría Global (Global Entrepreneurship Bootcamp) entregó certificados de este tipo a los estudiantes que participaron en Seúl, en marzo de 2016.
- El Laboratorio para la Ciudad hizo lo mismo con los participantes en un taller en México, en septiembre de 2015.

Lo que observamos es que se trata de aplicaciones puntuales que comenzaron a finales de 2015.

En efecto, se trata de un proyecto que apenas está en sus etapas iniciales. Posiblemente han de pasar años hasta que se produzca una implementación relevante en Educación. Pero tampoco hay que engañarse: los cambios se están produciendo muy rápidamente y posiblemente la velocidad de implementación va a estar más condicionada por la rápida adopción social de la tecnología que por el éxito de estas experiencias. En un capítulo de este libro, el propio Schmidt describe con más detalle esta iniciativa.

## 2.2. Open University, Reino Unido

En la Open University, The Knowledge Media Institute ha puesto en marcha de la mano de una decena de jóvenes investigadores el proyecto *OpenBlockchain*. En su web (<http://blockchain.open.ac.uk>) tam-

bién encontramos ideas, publicaciones, vídeos y los actos que han organizado en menos de un año de vida. No muestran experiencias concretas sino únicamente “demos”.

Por comparación al proyecto del MIT, aquí encontramos una mayor reflexión y se discuten aplicaciones que responden al segundo problema que planteamos: la personalización de los aprendizajes. Una interesante plataforma a visitar que plantea un futuro basado en BC es “Learning is earning 2026” (<http://www.learningisearning2026.org>).

El modelo básico de diseño curricular responde a una fragmentación del programa en pequeños bloques (léase actividades, unidades, lecciones...) que el estudiante recorre según sus propias necesidades y aptitudes. Cada unidad se traduce en un contrato inteligente (*smart contract*) que se resolverá cuando el sujeto haya adquirido los conocimientos o destrezas (¿o actitudes?) de modo satisfactorio.

Pero la aplicación va más lejos. Devine (2015) nos habla de cómo la trayectoria del estudiante (y del profesor) puede exponerse de un modo transparente, favoreciendo por ejemplo la movilidad entre estudiantes al ofrecerles un sistema abierto y verificable de mostrar sus logros académicos en forma de “moneda” o unidad de intercambio (digamos, unos créditos ECTS realmente significativos). Devine también pone el ejemplo del reconocimiento de aprendizajes en una red entre pares (*peer-to-peer learning network*), donde por cierto menciona el tema de la reducción de costos.

La OU también está trabajando en la aplicación de las BC a la acreditación de sus estudios, aplicando también sus insignias de aprendizaje abierto (OpenLearn Badges). Pero debe entenderse no como un mero registro de titulaciones formales sino como un auténtico registro de aprendizajes acreditados (Sharples y Domingue, 2016).

Todo lo anterior podría llevarnos a suponer que nos encontramos ante una nueva tecnología de países ricos y para países ricos. Hall (2016) analiza su posible uso (y abuso) pero señala cómo esta tecnología plantea grandes oportunidades en África, donde él trabaja. Analiza las ventajas de una acreditación de aprendizajes adquiridos en sistemas

abiertos, no formales e informales, en redes de aprendizaje entre pares, y en general aprendizajes fuera de instituciones regladas y, habitualmente, sujetas a elevados costos de mantenimiento.

También en este libro contamos con un capítulo dedicado específicamente a este planteamiento, escrito por Sharples y Domingue.

### 2.3. Otras implementaciones

El dinamismo del campo hace que resulte difícil presentar una relación actualizada de organizaciones que están experimentando con esta tecnología. Citamos algunas a título de ejemplo.

En Chipre, la Universidad de Nicosia ya ofrece cursos acreditados mediante certificados verificables con esta tecnología<sup>1</sup>.

Vasilis Koulaidis colabora en esta obra con una descripción más detallada de este caso.

No es extraño que otro de los ejemplos venga precisamente de un centro que no está acreditado, la Holberton School<sup>2</sup>. Se trata de un centro que prepara ingenieros informáticos pero sin acreditarse como institución de Educación Superior<sup>3</sup>.

### 2.4. Una visión crítica del uso de *Blockchain* en Educación

Sería un error pensar que estamos tratando con un proyecto de inmediata aplicación o que los cambios puedan implementarse en los próximos años. Estamos más bien en un periodo exploratorio previo y, ciertamente, podría ser que nunca se desarrollara, o que no lo hiciera con estas tecnologías o en esta dirección. El fervor con el que algunos sectores del sistema educativo se están volcando ha despertado algunas alarmas, tanto por la procedencia de estas voces entusiastas como por las consecuencias que una aplicación literal de la tecnología tal como la conocemos podría tener.

<sup>1</sup> <http://digitalcurrency.unic.ac.cy/free-introductory-mooc/academic-certificates-on-the-blockchain/>

<sup>2</sup> <https://www.holbertonschool.com>

<sup>3</sup> <http://www.networkworld.com/article/2997220/careers/software-engineering-school-uses-bitcoin-blockchain-to-authenticate-graduates.html>

En este momento, hablar de las consecuencias de la implementación de BC en Educación es moverse en el campo de las especulaciones, tanto como la literatura que lo está promoviendo. Pero aparecen algunas objeciones:

- No es de implementación sencilla e inmediata por motivos tecnológicos y económicos.
- Puede llevar a consecuencias no aceptables según la dirección en que se trabaje o la intencionalidad con que se haga.
- Plantea retos en áreas como la privacidad, la transparencia, la función y el valor de las certificaciones e instituciones “oficiales”.
- Inquieta a unos ciudadanos que han visto en estos años cómo algunos cambios tecnológicos generan otros cambios no siempre deseables (por ejemplo, el desarrollo de las redes sociales o la Web).

También esta visión crítica ha sido recogida en el presente libro mediante un capítulo firmado por Audrey Watters, autora de “Hack Education. The History of the Future of Education Technology”.

### **3. Dos problemas que podría resolver *Blockchain***

La Educación en el siglo XXI se enfrenta a importantes retos que superan la mera optimización de los procesos de enseñanza-aprendizaje (Bartolomé, 2011; Bartolomé y Grané, 2013). Son los cambios producidos en la sociedad por unas tecnologías para el conocimiento que cambian no sólo nuestras costumbres sino también nuestra manera de pensar. La tecnología BC parece aportar una solución a dos problemas derivados de estos cambios.

#### **3.1. La acreditación de las competencias y saberes**

Para entender este problema debemos entender que el aprendizaje ya no es fundamentalmente una actividad que se realiza durante un periodo inicial de modo formal, y que se enriquece con la experiencia en la práctica profesional y vital. El aprendizaje a lo largo de la vida se ha convertido en una necesidad laboral (Longworth, 2005), acorde al modo de aprender humano (Bruer, 1999), un requerimiento de la ciudadanía del siglo XXI (Martin Ortega, 2008), que afecta tanto al marco social en que nos movemos, como al aprendizaje social biográfico (Alheit y Dausien, 2002), y cambia incluso el modo como plantear el desarrollo profesional del docente.

Los sistemas formales de enseñanza traspasaron pronto parte de sus programas al espacio temporal “post-formal”: postgrados y cursos de perfeccionamiento dejaron de ser un tercer ciclo en el recorrido de la Educación Superior para pasar a convertirse en programas de actualización de los aprendizajes y de especialización en nuevos caminos. Aprendizaje formal e informal se juntaban en las comunidades de aprendizaje. Pero entre tanto ya habían hecho su aparición otros sistemas alternativos de formación: *boot camps*, especialmente en el campo informático (Smith y Bickford, 2004), MOOC o cursos masivos abiertos y en línea (Dinevski y Kokol, 2004), la “clase del ancho mundo” (Breslow, Pritchard, DeBoer, Stump, Ho y Seaton, 2013), los vídeos de la Academia Khan (Thompson, 2011) o simplemente Youtube (Das, 2011) entre otros.

El aprendizaje supera los límites de un tiempo y un lugar. Aparecen nuevos conceptos como el aprendizaje móvil (*m-learning*) y el aprendizaje ubicuo (Cope y Kalantzis, 2010; Burbules, 2014) generando una amplia bibliografía durante los años que llevamos del siglo XXI (Hwang y Tsai, 2011).

Lo que se plantea desde hace años es la superación de la distinción entre educación formal por un lado y la educación informal y la no-formal por otro (La Belle, 1982; Tuijnman y Boström, 2002). En el segundo caso, el aprendizaje no es acreditado, pero mientras la educación no-formal mantiene una cierta estructura organizativa, la educación informal puede ser incluso no intencionada. Pero hoy los aprendizajes obtenidos en condiciones de “informalidad/no-formalidad” no sólo son apreciados o necesarios en el ámbito laboral o la vida cotidiana, sino que incluso son reconocidos en instancias “formales”. Mientras en situaciones “formales” la acreditación del dominio de un idioma se basa en la presentación de un título que lo certifique, en numerosos ámbitos como la empresa o las organizaciones no sometidas al control público, prefieren asegurar el conocimiento de la lengua por parte del candidato basándose en una entrevista en la que se valorarán procesos no formales o incluso informales de aprendizaje (como una experiencia *au-pair* o una estancia no formativa en un país extranjero).

Avanzando más, hoy encontramos programas que serían considerados como parte de sistemas no-formales pero que recurren a las “insignias”

(*badges*) dentro de un marco de aprendizaje basado en la gamificación para incorporar elementos motivacionales (incentivadores) al aprendizaje. Estas insignias a modo de premios adquieren también valor acreditativo cambiando la perspectiva de esos programas (Abramovich, Schunn y Higashi, 2013; Gibson, Ostashewski, Flintoff, Grant y Knight, 2015) incluso en campos tan delicados como la formación médica (Mehta, Hull, Young y Stoller, 2013).

Sigue existiendo la necesidad de acreditar las competencias (habilidades, conocimientos o incluso actitudes) pero los sistemas actuales presentan serias limitaciones. Es frecuente hoy solicitar un Currículum Vitae u Hoja de Vida elaborado por el propio sujeto: estos documentos no siempre presentan garantías que acrediten la veracidad de lo expuesto en ellos. Acompañarlos de los correspondientes certificados resulta oneroso y complejo de comprobar.

Los títulos académicos formales (grados, postgrados, doctorados) se muestran insuficientes para describir la capacidad y los conocimientos de los sujetos. El proceso de convergencia de las universidades europeas ha recurrido a incluir junto al título el llamado “Suplemento europeo al título” para incluir esa información adicional que el listado de calificaciones no recoge.

La solución tradicional pasa por establecer una autoridad central que acredite esa veracidad. En esa línea tenemos por ejemplo el sistema GREC de la Universitat de Barcelona que se ha extendido a otros centros, y en el que es la institución la que añade (o no) el identificador que acredita la veracidad del dato. Para asegurar la corrección de los datos recurre siempre que es posible a información proporcionada por terceras fuentes, por ejemplo, importa los datos de los proyectos gestionados por la propia institución en los que participa el sujeto incorporándolos al CV tan pronto como el sujeto lo aprueba. Es un sistema razonablemente fiable pero obviamente no soluciona el problema de la acreditación de esas competencias y saberes adquiridos fuera de los programas de Educación formal.

Otro ejemplo sería Google Scholar: esta plataforma recoge las citas de los artículos, pero lo hace automáticamente sin permitir la intervención

del propio usuario. Además de limitarse a un aspecto (publicaciones) los resultados deben ser interpretados como aproximados cometiendo errores de bulto (por defecto o por exceso) bien por la identificación errónea de los autores, bien porque los propios datos de autoría no están correctamente indicados en los documentos. Pensemos solamente en qué resultados se obtienen cuando se da por supuesto un nombre, un segundo nombre y un único apellido, aplicando este criterio a autores españoles con un nombre y dos apellidos o al más complejo sistema de apellidos portugués.

Las redes sociales de investigación y los identificadores estandarizados de investigadores son otra solución al problema de la identificación del CV: Orcid, ResearchGate, Academia, Mendeley, Researcher ID,... De nuevo no son infrecuentes los errores, incluso intencionados, introducidos por los propios sujetos.

Pero ¿es posible un sistema de acreditación que dé fe de las competencias poseídas, garantizando que no han sido falseadas, y al mismo tiempo preserve la privacidad de la información fuera de los momentos en que el ciudadano acepta proporcionarla a un posible empleador? La BC es una tecnología con menos de 10 años de existencia pero que ya ha sido probada con éxito en otros campos y que permitiría acreditar los elementos de un CV elaborado por el usuario, impidiendo la manipulación o alteración de datos, diseminadas través de un sistema distribuido sin guardar los datos en un centro sujeto a ataques o violaciones de su integridad. Se trata de un cambio que tendrá un alto impacto en el sistema educativo, pero también que tardará más de 4 años para que comience a implantarse (Sharples et al., 2016).

### 3.2. La individualización del itinerario de aprendizaje

Mientras el problema anterior se plantea en el campo de la organización y gestión, el segundo al que vamos a hacer referencia ahora, corresponde al campo de la didáctica y del diseño de la enseñanza.

El problema quedará definido más adelante de modo que en esta introducción vamos a limitarnos a realizar un breve bosquejo del mismo y de cómo las BC ofrecen una respuesta adecuada.



La individualización del Currículum o del itinerario de aprendizaje ha sido una vieja aspiración de la didáctica, enriquecida en ocasiones con la dimensión social de los aprendizajes a través del concepto de aprendizaje personalizado. Son muchas las iniciativas y teorías que han avanzado en este campo, así como las tecnologías puestas a su servicio: Enseñanza programada, máquinas de enseñar de Skinner, Educación personalizada, escuela sin grados, EAO, sistemas inteligentes de EAO, tutoriales, tutoriales inteligentes, agentes docentes inteligentes,... hasta el aprendizaje adaptativo actual basado en la minería de datos.

El problema se plantea a partir de la aparición de la escuela pública del siglo XIX, y se manifiesta en cada proceso en que hay una irrupción masiva de nuevos sujetos a un sistema educativo: podemos atender a las necesidades y capacidades individuales de cada sujeto, pero a un costo inasumible si debe basarse en una ratio 1:1 (un educador por estudiante). Actualmente, ante las necesidades crecientes de formación a lo largo de la vida ya indicadas, incluso el sistema de agrupación por clases y estratificación por grados comienza a resultar excesivamente oneroso. No debe extrañar el interés despertado por soluciones como el aprendizaje adaptativo. Pero estas soluciones se caracterizan por no responder adecuadamente a las diferencias individuales y generar quizás más problemas de los que resuelven.

La BC se configura como una tecnología que permite al estudiante ir eligiendo sus paquetes de aprendizaje de entre una oferta variada, guiado por el formador y con el soporte de programas de valoración y guía, gestionando contratos inteligentes y generando un registro de seguimiento de sus aprendizajes.

#### **4. La organización del libro**

Tras este capítulo, el libro sigue con un texto de Don Tapscott y Alex Tapscott. Quizás el primer interés por el uso de BC en la formación ha surgido desde escritores independientes que, lejos de los estrechos márgenes que suelen ofrecer las instituciones educativas, han vislumbrado con rapidez las posibilidades que ofrece esta tecnología. Está planteado más en términos de oportunidades y posibilidades que de descripción de experiencias.

Por ello el siguiente capítulo, de Andreia Inamorato, nos proporciona una revisión más formal y rigurosa de la realidad. A partir de un estudio realizado desde el Centro de investigación que la Comisión Europea mantiene en Sevilla, nos proporciona una visión bastante actual de lo que hoy nos ofrece la BC.

Una universidad europea, la de Nicosia, en Chipre, ha sido una de las pioneras en aplicar la BC a la certificación de títulos académicos. Esta experiencia, aunque limitada a unos pocos estudios, muestra la viabilidad de esta aplicación. La explica Vasilis Koulaidis de forma concisa y clara.

Quizás la iniciativa más potente ha sido la que se desarrolla desde el MediaLab, en el MIT. J. Philipp Schmidt nos la describe en detalle en el siguiente capítulo. El proyecto *Blockcerts* es un proyecto abierto y en el que todos los lectores están invitados a participar.

Esta experiencia se complementa con el trabajo que, desde la Open University, han desarrollado Mike Sharples y John Domingue. El capítulo que firman nos presenta la idea de la BC como “moneda intelectual”.

La aplicación de BC en las certificaciones adquiere sentido cuando salimos de los viejos esquemas de titulaciones universitarias y pensamos en las certificaciones que la industria requiere. Natalie Smolenski y Kim Hamilton Duffy tratan este tema mostrando cambios profundos relacionados con esta tecnología.

Día a día aparecen nuevas posibilidades de aplicación de *Blockchain* en Educación, especialmente en Educación Superior. El texto de Marcelo Leão y Carolina Guimarães nos presentan sugerentes posibilidades en el campo de la gestión.

El curso 2018-2019, en la Universidad de Barcelona, se pone en marcha un primer desarrollo de itinerarios diferenciados de aprendizaje, una enseñanza absolutamente a medida del estudiante. Para gestionar estos itinerarios ha sido escogida la tecnología BC sobre la base de Ethereum. Carles Lindín, Pablo Rivera y Antonio Bartolomé son los profesores responsables de la iniciativa y autores del siguiente capítulo.

En muchas otras instituciones se están poniendo en marcha iniciativas en relación al uso de BC en Educación, especialmente en certificación. Pensamos que esta selección de textos puede dar una idea bastante ajustada de lo que hay. Pero no de lo que habrá.

Para acabar, se hace necesaria una mirada crítica a la tecnología. Los capítulos de Audrey Watters hablándonos de la ideología que puede subyacer tras la BC y la visión crítica de Jordi Adell y Carles Bellver nos proporcionan esa necesaria perspectiva.

¿Y el futuro? Posiblemente dentro de unos años miremos sonrientes a lo que cuentan estas páginas como ahora podemos repasar esas primeras páginas que tímidamente se abrían en una web jovencísima en 1994. No sabemos si Bitcoin o Ethereum seguirán siendo las tecnologías dominantes. Ni siquiera si la evolución de la tecnología nos llevará a nuevas propuestas. Pero el cambio subyacente a esta tecnología no será una moda pasajera o el motivo de algunas iniciativas bienintencionadas. Estamos viviendo otro de esos cambios que sólo dentro de muchos años podremos llegar a valorar. Y, quizá, a entender.

## Referencias

Abramovich, S., Schunn, C. y Higashi, R. M. (2013). Are badges useful in education?: it depends upon the type of badge and expertise of learner. *Educational Technology Research and Development*, 61, 217-232. doi:10.1007/s11423-013-9289-2

Alheit, P. y Dausien, B. (2002). The 'double face' of lifelong learning: Two analytical perspectives on a 'silent revolution'. *Studies in the Education of Adults*, 34(1), 3-22. doi:10.1080/02660830.2002.11661458

Allison, I. (2015). Bank of England: Central banks looking at 'hybrid systems' using Bitcoin's blockchain technology. *International Business Time*. July 16. Recuperado de <http://www.ibtimes.co.uk/bank-england-central-banks-looking-hybrid-systems-using-bitcoins-blockchain-technology-1511195>

Arnold, M. (2016). Visa invita a las entidades a probar su nuevo sistema de pagos bancarios basado en la tecnología del 'bitcoin'. *Expansion* (15/9/2016). <http://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2016/09/15/57d190a322601d456d8b45cb.html>

Back, A. Corallo, M., Dashjr, L., Friedenback, M., Maxwell, G., Miller, A., Poelstra, A., Timon, J. y Wuille, P. (2014). *Enabling Blockchain Innovations with Pegged Sidechains*. <http://www.blockstream.com/sidechains.pdf>

Bartolomé, A. (2011). Comunicación y aprendizaje en la Sociedad del Conocimiento. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 2 (2), 9-46. <http://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/viewFile/332/331>

Bartolomé, A. y Grané, M. (2013). Interrogantes educativos desde la sociedad del conocimiento. *Aloma. Revista de Psicología, Ciències de l'Educació i de l'Esport*, 31 (1), pp.73-82. <http://www.revistaaloma.net/index.php/aloma/article/view/173/115>

Breslow, L., Pritchard, D. E., DeBoer, J., Stump, G. S., Ho, A. D. y Seaton, D. T. (2013). Studying learning in the worldwide classroom: Research into edX's first MOOC. *Research & Practice in Assessment*, 8. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1062850.pdf>

Bruer, J. T. (1999). *The myth of the first three years: A new understanding of early brain development and lifelong learning*. New York: The Free Press.

Burbules, N. C. (2014). Meanings of “ubiquitous learning”. *Education policy analysis archives*, 22, 104. doi:10.14507/epaa.v22.1880

Cope, B. y Kalantzis, M. (Eds.). (2010). *Ubiquitous learning*. Chicago: University of Illinois press. <http://manchesterileap.pbworks.com/f/Ubiquitous+Learning+Book+Review.docx>

Chaum, D. (1983). Blind signatures for untraceable payments. In Chaum, D., Rivest, R.L. y Sherman, A.T. (eds), *Advances in Cryptology*. (pp.199-203). New York: Springer.

Das, A. K. (2011). Emergence of open educational resources (OER) in India and its impact on lifelong learning. *Library Hi Tech News*, 28(5), 10-15. doi:10.1108/07419051111163848

Devine, P.M. (2015). Blockchain learning: can crypto-currency methods be appropriated to enhance online learning? *In Proceedings of ALT Online Winter Conference 2015*, 7-10 December 2015. <http://oro.open.ac.uk/44966/>

Dinevski, D. y Kokol, P. (2004). ICT and lifelong learning. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, 7(2). <http://www.eurodl.org/?p=archives&year=2004&halfyear=2&..&article=136>

Dwyer, G. (2014). *The Economics of Bitcoin and Similar Private Digital Currencies*. July 8. doi:10.2139/ssrn.2434628

Gallen, P. (2016). ¿Por qué están creando los bancos su propio 'bitcoin'? *El Mundo* (24/8/2016). <http://www.elmundo.es/economia/2016/08/24/57bdc58746163fca1b8b457c.html>

Gibson, D., Ostashewski, N., Flintoff, K., Grant, S. y Knight, E. (2015). Digital badges in education. *Education and Information Technologies*, 20(2), 403-410. doi:10.1007/s10639-013-9291-7

Goswami, D. (2016). *Unchaining Blockchain: The Ultimate Transparency Tool? Blog of Government Innovators Network, Harvard Kennedy School, Ash Center for Democratic Governance and Innovation.* (8/6/2016). <https://www.innovations.harvard.edu/blog/unchaining-blockchain-ultimate-transparency-tool>

Hall, M. (2016). The blockchain revolution: will universities use it, or abuse it? *THE* (28/11/2016). <https://www.timeshighereducation.com/blog/blockchain-revolution-will-universities-use-it-or-abuse-it>

Hwang, G. J. y Tsai, C. C. (2011). Research trends in mobile and ubiquitous learning: A review of publications in selected journals from 2001 to 2010. *British Journal of Educational Technology*, 42(4), E65-E70. doi:10.1111/j.1467-8535.2011.01183

La Belle, T. J. (1982). Formal, nonformal and informal education: A holistic perspective on lifelong learning. *International review of education*, 28(2), 159-175. doi:10.1007/BF00598444

Longworth, N. (2005). *El aprendizaje a lo largo de la vida en la práctica. Transformar la educación en el siglo XXI.* Barcelona: Paidós.

Martín Ortega, E. (2008). *Aprender a aprender: clave para el aprendizaje a lo largo de la vida. Participación Educativa*, 9 (3), 72-78. [http://fapaes.net/pdf/web\\_participacion\\_educativa\\_09.pdf#page=72](http://fapaes.net/pdf/web_participacion_educativa_09.pdf#page=72)

Mehta, N. B., Hull, A. L., Young, J. B. y Stoller, J. K. (2013). Just imagine: new paradigms for medical education. *Academic Medicine*, 88(10), 1418-1423. doi:10.1097/ACM.0b013e3182a36a07

Mu, E. (2016). China's Bitcoin Miners See Profit in a Bigger-Block Blockchain. *Coindesk* (6/11/2016). <http://www.coindesk.com/china-miners-big-blocks/>

Niccolai, J. (2015). This well-funded startup could turn Bitcoin mining - and the chip industry - on its head. *PCWorld*. May 18. Recuperado de <http://www.pcworld.com/article/2923812/this-wellfunded-startup-could-turn-bitcoin-mining-and-the-chip-industry-on-its-head.html>

Pérez, I. (2016). Así puede ser el futuro del Blockchain en la salud según las grandes empresas. *Criptonoticias* (29/8/2016). <http://criptonoticias.com/aplicaciones/futuro-blockchain-salud-grandes-empresas>

Schmidt, Ph. (2016). Blockcerts—An Open Infrastructure for Academic Credentials on the Blockchain. *MLLearning* (24/10/2016)

Sharples, M. y Domingue, J. (2016). The Blockchain and Kudos: A Distributed System for Educational Record, Reputation and Reward. En: Verbert, K.; Sharples, M. y Kloibučar, T. eds. *Adaptive and Adaptable Learning: Proceedings of 11th European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL 2015)*, Lyon, France, 13 - 16 September 2016. Lecture Notes in Computer Science. Switzerland: Springer, pp. 490–496. doi:10.1007/978-3-319-45153-4\_48

Sharples, M., de Roock, R., Ferguson, R., Gaved, M., Herodotou, C., Koh, E., Kukulska-Hulme, A., Looi, C-K, McAndrew, P., Rienties, B., Weller, M. y Wong, L. H. (2016). *Innovating Pedagogy 2016: Open University Innovation Report 5*. Milton Keynes: The Open University. <http://www.open.ac.uk/blogs/innovating/>

Smith, K. y Bickford, C. J. (2004). Lifelong learning, professional development, and informatics certification. *Computers Informatics Nursing*, 22(3), 172-178.

Srinivisan, B.S. (2015). *A bitcoin miner in every device and in every hand*. Blog post, May 18. Recuperado de <https://medium.com/@21dotco/a-bitcoin-miner-in-every-device-and-in-every-hand-e315b40f2821>

Thompson, C. (2011). How Khan Academy is changing the rules of education. *Wired Magazine*, 126, 1-5. [http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/40764790/Khan\\_Academy\\_technology.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1483015543&Signature=lAxWvFw9buiZfUN4du7Wqjgw6co%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DKhan\\_Academy\\_technology.pdf](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/40764790/Khan_Academy_technology.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1483015543&Signature=lAxWvFw9buiZfUN4du7Wqjgw6co%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DKhan_Academy_technology.pdf)

Tuijnman, A. y Boström, A. K. (2002). Changing notions of lifelong education and lifelong learning. *International Review of Education*, 48(1-2), 93-110. doi:10.1023/A:1015601909731

Wright, A. y De Filippi, P. (2015). *Decentralized Blockchain Technology and the Rise of Lex Cryptographia*. (10/3/2015). <http://ssrn.com/abstract=2580664>



# Capítulo 2

## **La revolución del *Blockchain* y la Educación Superior<sup>1</sup>**

Don Tapscott y Alex Tapscott  
The Tapscott Group Inc.

(Traducción: A. Bartolomé)

<sup>1</sup> Publicado originalmente como: Tapscott, D. y Tapscott, A. (2017). The Blockchain Revolution and Higher Education. *EDUCASE Review*, (March, 13, 2017).  
<https://er.educause.edu/articles/2017/3/the-blockchain-revolution-and-higher-education>

## Resumen

Las cadenas de bloques (*Blockchain*) proporcionan una plataforma rica, segura y transparente sobre la que crear una red global para el aprendizaje superior. Este Internet de valor puede ayudar a reinventar la Educación Superior de una forma que el Internet de la información nunca pudo hacer solo.

\*\*\*

¿Cuál será la tecnología más importante que cambie la Educación Superior? En nuestra opinión, no son los *big data*, la web social, los MOOCs, la realidad virtual o incluso la inteligencia artificial. Vemos estos como componentes de algo nuevo, todos activados y transformados por una tecnología emergente llamada *Blockchain*.

De acuerdo, no es la palabra más sonora nunca escuchada. Parece más una estrategia de fútbol americano universitario que una tecnología transformadora. Y sin embargo, sonora o no, *blockchain* representa nada menos que la segunda generación de Internet, y contiene suficiente potencial para cambiar el dinero, el comercio, el gobierno y, sí, también la Educación Superior.

Las oportunidades para los innovadores en Educación Superior se agrupan en cuatro categorías:

- **Identidad y registros de los estudiantes:** Cómo identificamos a los estudiantes; protegemos su privacidad; medimos, registramos y acreditamos sus logros; y conservamos esta información segura.
- **Nueva Pedagogía:** Cómo podemos adaptar la enseñanza a cada estudiante y crear nuevos modelos de aprendizaje.
- **Costos (deuda del estudiante):** Cómo podemos valorizar y financiar la educación, y premiar a los estudiantes por la calidad de su trabajo.
- **La Meta-Universidad:** Cómo podemos diseñar modelos completamente nuevos de Educación Superior, haciendo realidad el viejo sueño de Chuck Vest, expresidente del MIT<sup>1</sup>.

Las cadenas de bloques pueden ayudarnos a cambiar las relaciones entre colegios y universidades y, a su vez, entre estas y la sociedad.

## 1. Qué es la revolución del *Blockchain*?

Internet conecta hoy miles de millones de personas alrededor del mundo, y ciertamente es genial para comunicar y colaborar en línea. Pero precisamente porque está construida para mover y almacenar información más que “valor”, ha hecho poco para cambiar el modo como nosotros trabajamos. Cuando los profesores envían información a sus estudiantes, por ejemplo, un correo electrónico, apuntes de clase, una presentación PowerPoint o una grabación de audio, en realidad están enviando una copia, no el original. Esto es perfecto (e incluso ventajoso) cuando alguien quiere imprimir una copia de su fichero PowerPoint, pero no lo es tanto para imprimir, digamos, dinero o diplomas. Así, con el Internet de la Información, hemos de apoyarnos en poderosos intermediarios para intercambiar objetos de valor. Gobiernos, bancos, plataformas digitales (e.g. Amazon, eBay y AirBnB) y universidades cuidan de verificar nuestra identidad, confirmar la veracidad y ayudarnos a adquirir o transferir propiedades y fijar precios.

En conjunto, hacen un buen trabajo, pero tienen limitaciones. Utilizan servidores centralizados a los que se puede acceder. Retienen una parte de su valor por ofrecer este servicio, digamos, un 10% por enviar algún dinero internacionalmente. Capturan nuestros datos, no sólo para utilizarlos en nuestro beneficio sino a menudo socavando nuestra privacidad. Estos intermediarios son a veces inaccesibles y a menudo lentos. Excluyen a dos mil millones de personas que no tienen suficiente dinero para justificar una cuenta bancaria, privándoles incluso de educación. Más grave todavía, recogen los beneficios de la era digital de un modo asimétrico.

¿Qué tal si hubiese un Internet del Valor, una plataforma, libro de cuentas o base de datos global, distribuida y altamente segura, donde pudiéramos almacenar e intercambiar objetos de valor, y donde pudiéramos confiar cada uno en el otro sin poderosos intermediarios? Esto son las cadenas de bloques. El propio interés colectivo, codificado en este nuevo medio digital creado para el valor, nos aseguraría la seguridad de nuestros intercambios en línea. La confianza está programada en la tecnología, y por eso llamamos al *Blockchain* el Protocolo Fiable (*Trust Protocol*).

¿Por qué deberíamos preocuparnos? Quizás Vd. es un profesor de música que desea que los artistas den vida a su arte. Quizás es un inmigrante que está harto de pagar por enviar dinero a casa para que sus hijos puedan ir al colegio en su país de origen. O quizás es un padre sobresaturado con la falta de transparencia y honradez de los políticos y de los responsables de la Educación Superior en su país. O es un usuario de los medios de comunicación que piensa que la información que genera puede perjudicarlo y debería ser privada.

Ahora mismo, mientras escribo, personas innovadoras están creando nuevas aplicaciones basadas en *blockchains* que sirven a estos fines Y estas aplicaciones son sólo el comienzo.

Cada negocio, institución, gobierno o individuo puede beneficiarse de forma profunda. ¿Y las empresas, un pilar del moderno capitalismo? Con el advenimiento de una plataforma global horizontal (*peer-to-peer*) para la identidad, la confianza, la reputación y las transacciones, seremos capaces de rediseñar las estructuras de base de la firma, para la innovación y la creación de valor añadido. Estamos hablando de construir empresas del siglo XXI, más parecidas a redes que las jerarquías verticales de la Era Industrial. Toda la industria de servicios financieros ya está siendo reinventada por las cadenas de bloques, y otras pronto la seguirán. ¿Cómo de bien prepara hoy la universidad para este futuro?

¿Y qué pasa con el Internet de las cosas? En un futuro no muy lejano, miles de millones de objetos inteligentes en el mundo físico serán sensibles, responderán, comunicarán, compartirán datos importantes y generarán compras, y vendiendo su propia electricidad, harán casi todo, desde proteger nuestro entorno hasta gestionar nuestra salud. Resulta que la Internet de las cosas necesitará también un registro contable de todo.

Una de las mayores ventajas de las cadenas de bloques es liberarnos de las cadenas de la paradoja de una dudosa prosperidad. La economía está creciendo, pero menos gente se beneficia. Más que tratar de solucionar el problema del crecimiento de las diferencias sociales a través únicamente de la redistribución, debemos cambiar el modo como la riqueza y las oportunidades son predistribuidas desde el prin-

cipio, de modo que todos, en cualquier sitio, desde los granjeros a los músicos, puedan utilizar esta tecnología para compartir toda la riqueza que crean.

### 1.1. Cómo las cadenas de bloque generan confianza

Los activos digitales (cualquier cosa, desde dinero, acciones, relaciones o la propiedad intelectual a la música, el arte, el derecho y los expedientes académicos) no se almacenan en un único lugar: están distribuidos a través de un registro contable, utilizando el nivel más elevado de criptografía. Cuando se realiza una transacción, se comunica globalmente, a millones de ordenadores. Alrededor del mundo hay un grupo de personas llamados “mineros” que controlan una gran capacidad de computación (de 10 a 100 veces mayor que la de Google). Cada 10 minutos, una especie de latido en la red, estos mineros reúnen todas las transacciones realizadas en esos 10 minutos en un bloque. Entonces compiten para resolver un complicado problema; el primero en resolverlo valida el bloque y recibe como recompensa una cantidad de dinero digital. En el caso de las cadenas de bloques de Bitcoin, el ganador obtiene bitcoins.

Entonces ese bloque es enganchado al bloque anterior y al bloque siguiente para crear una cadena de bloques. Cada bloque es marcado con la hora, como si fuera un sello de cera digital. De esa manera, si desea modificar un bloque y, por ejemplo, enviar el mismo Bitcoin a varias personas, tendrá que modificarlo, pero también todos los que le preceden en la historia completa de este Bitcoin en la cadena, no sólo en un ordenador sino en millones de ordenadores, simultáneamente, utilizando los niveles más elevados de encriptación, a plena luz. Difícil ciertamente. Esto es infinitamente más seguro que los sistemas informáticos que utilizamos hoy.

La tecnología de cadenas de bloques Bitcoin es sólo una entre muchas. Por ejemplo, Ethereum fue desarrollado por un joven de 22 años canadiense llamado Vitalik Buterin. Ethereum tiene algunas capacidades y herramientas extraordinarias. Por ejemplo, permite a los programadores construir contratos inteligentes (*Smart contracts*), acuerdos traducidos en líneas de código informático que manejan la aplicación, gestión, desempeño y pago de contratos entre personas. En Ethereum

hay proyectos para crear un sustituto del mercado de valores y un nuevo modelo de democracia, donde los políticos rindan cuentas a los ciudadanos.

## 2. **Blockchain, identidad y registros de estudiantes**

“Usted necesita hoy una organización dotada de derechos para proveerle de una identidad”, dijo Carlos Moreira de WISEKey<sup>2</sup>. Este proceso de identificación comienza normalmente con un certificado de nacimiento proporcionado por un médico cualificado. Desde ese día en adelante, el bebé comienza a acumular datos personales que incluirán sus logros académicos.

El primer desafío es mantener la privacidad y la seguridad de los datos almacenados digitalmente por estas instituciones académicas acreditadas. En 2013, el Education Advisory Board (EAB) publicó una lista de 157 estrategias para recoger información sobre estudiantes y alumnos que las universidades podrían dedicar a financiar esfuerzos, y las instituciones han llegado a hacerlo con éxito<sup>3</sup>. Pero cuando se trata de proteger esos datos, sin embargo, las universidades no son menos vulnerables que otras grandes instituciones. La Universidad de California-Berkeley, la Universidad del Estado de Ohio, la Universidad de Wisconsin-Milwaukee y el Kirkwood Community College, entre otras, han sido atacadas recientemente. La Universidad de Yale publicó accidentalmente información confidencial en línea, y la Universidad de Indiana colocó este tipo de datos en un sitio desprotegido. Los hospitales y clínicas de la Universidad de Utah, así como la Universidad de Miami almacenaron datos en ordenadores portátiles o en cintas que fueron robadas posteriormente<sup>4</sup>.

Los *blockchain* pueden ser programados para conservar virtualmente todo tipo de información valiosa e importante para la humanidad, comenzando por certificados de nacimiento, hasta registros educativos, tarjetas de la seguridad social, deudas de estudiante y todo lo que pueda ser codificado. Los *blockchain* utilizan una infraestructura de clave pública (PKI) para establecer una plataforma segura. PKI es una forma avanzada de criptografía asimétrica, en la que los usuarios poseen dos claves que no realizan la misma función: una permite encriptar y la otra desencriptar. Son pues asimétricas. La cadena de bloques

Bitcoin es en este momento el mayor desarrollo civil de PKI en el mundo, el segundo considerando el sistema de acceso común al Departamento de Defensa de los Estados Unidos<sup>5</sup>. Sony Global Education ha adaptado esta tecnología en lo que se ha llamado “protocolo de intercambio de datos abiertos” (*open data exchange protocol*), mediante el cual dos entidades en cualquier lugar del mundo pueden intercambiar de modo seguro registros académicos<sup>6</sup>. Pero sin las dos claves apropiadas, ningún *hacker* puede acceder a los datos.

Un segundo desafío hace referencia a la validez. En un momento en el que la información es abundante, veloz y cambiante, ser capaz de verificar una solicitud de empleo es cada vez más importante para los patrones. Según CareerBuilder, el 57% de los solicitantes de empleo han adornado sus competencias y el 33% mienten sobre su grado académico<sup>7</sup>. No debe sorprender que los empresarios esperen ver confirmaciones oficiales de los centros. Sin embargo, cuando se solicitan éstos a las universidades, a menudo se cargan costos por el servicio. Por ejemplo, en el MIT, el costo básico para un certificado son 8 dólares con un recargo de 2 dólares por gestionar cada solicitud realizada en línea<sup>8</sup>. La solución de Sony podría hacer que la transferencia de esta información fuese rápida y prácticamente gratuita. Imaginemos como un sistema así podría beneficiar, por ejemplo, a refugiados que pretenden continuar su educación o encontrar un empleo en un nuevo país.

Un tercer tema es el tiempo. En los Estados Unidos sólo el 25% de los estudiantes asisten a la universidad a tiempo completo en campus residenciales. El resto lo compatibilizan con el trabajo y la familia. Estos estudiantes a tiempo parcial tardan el doble en graduarse y sólo el 25% de ellos llegan finalmente a hacerlo<sup>9</sup>. Iniciativas como OpenBadges (<https://openbadges.org/>), *Blockchain* certificates (<http://www.blockcerts.org/>), y Learning is Earning 2026 (<http://www.learningisearning2026.org/>) exploran formas para premiar a los estudiantes con créditos por todo lo que aprenden, sin importar lo que sea. Si un padre enseña a su hijo o hija como cambiar el aceite del coche, esto cuenta (y los padres obtienen créditos de enseñantes). Si un estudiante aprende una nueva destreza en el trabajo o ha colaborado para completar una tarea, o gestiona otras, esto también se añade al registro de aprendizaje. El Media Lab del MIT comenzó aplicando certificados digitales en los *blockchain*

para registrar su participación de modo permanente y para premiar a los miembros de la comunidad por sus contribuciones al trabajo en el laboratorio<sup>10</sup>. Los estudiantes no sólo consiguen un título, consiguen créditos que pueden utilizar inmediatamente en el mercado de trabajo.

### 3. *Blockchain* y la nueva pedagogía

Mientras la sociedad, o al menos los empresarios de hoy, incluidos los gobiernos, valoren las acreditaciones existentes, y los estudiantes paguen para conseguir estas acreditaciones en instituciones reconocidas de Educación Superior antes que buscar alternativas, entonces las universidades continuarán teniendo una oportunidad.

Pero la acreditación e incluso el prestigio de una institución de Educación superior están basados en su eficacia como institución en la que aprender. Si las facultades y universidades se convierten en lugares donde el aprendizaje es inferior que con otros modelos o, peor todavía, como lugares donde el aprendizaje está restringido y ahogado, entonces se debilitará el papel de la experiencia en campus y la misma acreditación. Estudiar en una universidad es demasiado costoso para ser un simple y largo campamento de verano.

Los campus que afrontan los nuevos modelos se convierten en más efectivos entornos de aprendizaje y lugares más deseables. El aprendizaje basado en ordenador, por ejemplo, puede liberar capital intelectual, tanto de profesores como estudiantes, permitiendo dedicar su tiempo en el campus a pensar, investigar y estimularse mutuamente, más que sólo en absorber información.

Si hay algo necesitado de innovación en Educación Superior es el modelo pedagógico. Para comenzar, las grandes universidades todavía ofrecen el modelo magistral de enseñanza, en el que el profesor es el emisor y el estudiante es el supuestamente deseoso receptor del mensaje unidireccional. Es como decir: “Soy un profesor y poseo el conocimiento. Prepárate, ahora llega. Tu objetivo es introducir esta información en tu memoria a corto plazo de modo que la puedas recuperar para mí cuando te examine”.



La definición de una clase se ha convertido en el proceso en el que los apuntes del profesor se trasladan a los apuntes del estudiante si haber pasado por el cerebro de ninguno. Esto no es lo que se necesita en la era digital para una nueva generación de estudiantes que representan el futuro de la Educación. Los jóvenes quieren conversar cuando aprenden. Les gusta compartir. Inmersos en la tecnología digital, están entusiasmados con probar nuevas cosas, a menudo rápidamente. Quieren que su enseñanza sea divertida e interesante. Deberían disfrutar el placer de descubrir cosas por sí mismos.

Es verdad que las universidades tratan de actualizar este modelo magistral a través de ensayos, laboratorios e incluso seminarios y foros. Y, por supuesto, muchos profesores están trabajando para ir más allá del modelo. Sin embargo, éste sigue siendo el modelo dominante. Los profesores que quieran seguir siendo relevantes tendrán que abandonar la clase tradicional y comenzar a escuchar y conversar con los estudiantes. Para empezar, los alumnos podrían conseguir el conocimiento (todo lo que incluye una respuesta correcta o errónea) trabajando con programas interactivos de ordenador para un aprendizaje autodirigido fuera de clase, liberando tanto a profesores como estudiantes para emplear su tiempo en las cosas que importan: diálogo, debate y colaboración en torno a proyectos.

También necesitamos clarificar el objetivo de la Educación Superior. No tiene relación con las destrezas y, hasta cierto punto, tampoco con el conocimiento. Lo que cuenta hoy es la capacidad para aprender a lo largo de la vida; para investigar, analizar, sintetizar, contextualizar y evaluar críticamente la información; para aplicar la investigación a resolver problemas; y para colaborar y comunicarse.

Así pues, ¿cómo pueden ayudarnos las cadenas de bloques? Consideremos el caso, antes citado, de Vitalik Buterin, el fundador del *blockchain* Ethereum. Como muchos adolescentes, Buterin dedicó muchísimo tiempo a leer en Internet sobre diferentes ideas heterodoxas, fuera de la cultura dominante<sup>11</sup>. Si se le pregunta por sus economistas preferidos, hablará de Tyler Cowen, Alex Tabarrok, Robin Hanson y Bryan Caplan. Es capaz de comentar las obras del gran teórico del juego Thomas Schelling y de los economistas conductuales Daniel Kah-

neman y Dan Ariely. “Realmente es sorprendentemente útil todo lo que puedes aprender por ti mismo debatiendo ideas con otras personas en los foros, por ejemplo sobre política. Es una experiencia educativa sorprendente por sí misma”, dijo. El tema del Bitcoin, señaló, simplemente acabó apareciendo.

“Tenía muchos intereses diferentes y algo como el Bitcoin parecía casi la convergencia perfecta. Incluye matemáticas. Incluye informática. Incluye criptografía. Incluye economía. Incluye filosofía política y social. Fue esa comunidad la que me atrajo inmediatamente”, dijo. “Lo encontré realmente poderoso”. Navegó a través de foros en línea, buscando formas para conseguir algún Bitcoin, y descubrió un tipo que estaba empezando un blog sobre Bitcoin. “Se llamaba *Bitcoin Weekly*, y ofrecía a la gente cinco bitcoins por escribir artículos para él. En aquel momento equivalían a cuatro dólares”, dijo Buterin. “Escribí unos pocos artículos. Gané veinte bitcoins. Gasté la mitad de ellos en una camiseta. A través de todo el proceso me sentía como si trabajara en los fundamentos de la sociedad”. ¿Cuántos estudiantes tienen esta experiencia en la facultad?

Al terminar ese año, Buterin empleaba de 10 a 20 horas a la semana escribiendo para otra publicación, *Bitcoin Magazine*. “Cuando llevaba ocho meses en la universidad, me dí cuenta que esto absorbía todo mi tiempo, y le quería dedicar mi vida. Waterloo fue una buena universidad y a mí me gustaba el plan de estudios. Mi salida no fue un caso de rechazo de la universidad. Se trató más de “esto es divertido, y esto lo es todavía más”. Era una oportunidad en la vida, y básicamente no podía dejarla ir”. Tenía sólo 17 años.

Buterin es un líder natural, que arrastra a la gente con sus ideas y su visión. ¿No debería la experiencia universitaria cultivar estas cualidades más que sustituirlas?

En el 2011, el emprendedor e inversor en tecnología Peter Thiel lanzó su programa de becas de dos años (<http://thiefellowship.org/about/>) para “jóvenes que desean construir nuevas cosas”. El público destinatario de Thiel consiste en estudiantes que “dejan la facultad para recibir una inversión de 100.000 dólares y el soporte de la red de inversores,

y científicos de la Fundación Thiel”. La aproximación es similar a la de Buterin: los estudiantes aprenden trabajando en algo que les interesa. Desde entonces, el programa ha puesto en marcha más de 60 empresas con un valor total de 1.100.000.000 de dólares. *Blockchains* proporciona una plataforma para esta colaboración, no sólo registrando las contribuciones individuales sino también premiando los resultados.

Un buen modelo de colaboración en el aula es Consensus Systems (ConsenSys), una de las primeras empresas desarrolladoras de Ethereum. Está abriendo nuevos caminos en la gestión a través de *holocracy*, un proceso colaborativo más que jerárquico para definir y organizar el trabajo que debe realizarse. Entre los “principios holocráticos” están las “funciones dinámicas más que descripciones tradicionales de trabajo; autoridad distribuida y no delegada; reglas transparentes más que relaciones diplomáticas; y rápidas repeticiones más que grandes reorganizaciones”, todos los cuales describen como trabaja la tecnología *blockchain*<sup>12</sup>. El modo como está estructurado ConsenSys, el modo como crea valor y el modo como se gestiona difiere no sólo de la clase tradicional sino también del típico curso en línea.

En la mayoría de casos, los miembros de ConsenSys escogen de dos a cinco proyectos para trabajar. No hay encargos desde la dirección. No hay jefe. Cada uno se encarga de una parte del proyecto directa o indirectamente: la plataforma Ethereum proporciona *tokens* que los miembros pueden intercambiar por Ether y entonces convertir en cualquier otra moneda. El objetivo es conseguir un equilibrio entre independencia e interdependencia. Para un aula, las consignas son *agilidad, apertura y consenso*: identificar qué hay que aprender, distribuir el trabajo entre estudiantes con ganas y capacidad para hacerlo, ponerse de acuerdo en las funciones, responsabilidades y premios, y entonces codificar todo en contratos inteligentes. Tanto profesores como estudiantes necesitan formarse para participar en un sistema así.

#### **4. Blockchain y costos (deuda del estudiante)**

Muchos educadores tienen un problema con la idea de educación como un gran negocio, y todavía empresas como Pearson y McGraw-Hill hacen sus fortunas proporcionando contenido para el aula, formación adicional al profesor, sistemas de administración del aula y de la

escuela, y las plataformas y sistemas de evaluación (cuyos resultados permiten obtener acreditaciones no sólo académicas sino también licencias y certificaciones profesionales). Estas empresas manejan presupuestos considerables para influir en las leyes federales y estatales.

Echemos una mirada a los números. Entre 1995 y 2015 el costo de matrícula en universidades privadas se incrementó un 179%. En las públicas subió un 226% y en las estatales un 296%<sup>13</sup>. Aproximadamente 44 millones de estadounidenses tienen un deuda en total de 1.300.000 millones de dólares en préstamos para el estudio. Un estudiante en una universidad de prestigio en 2016 contrae de media una deuda de 37.172 dólares<sup>14</sup>. No debe sorprender que el costo de la Educación Superior fuera un punto importante en las elecciones presidenciales de 2016.

Melanie Swan está tratando de aplicar *Blockchain* para reducir la deuda de los estudiantes. Fundó el Instituto para el estudio de *Blockchain*. Ha estado trabajando en la acreditación de MOOC y en modelos de “pago por éxito” en *Blockchain*. Las cadenas de bloques proveen tres elementos para conseguir este objetivo:

- Un mecanismo fiable para confirmar que los estudiantes que se apuntan a clases en Coursera completan efectivamente el curso, hacen los exámenes y dominan la materia.
- Un mecanismo de pago.
- Contratos inteligentes que pueden convertirse en planes de aprendizaje.

Consideremos contratos inteligentes para habilidades informáticas. “¿Por qué no orientamos la ayuda financiera hacia el desarrollo personal?” dijo Swan<sup>15</sup>. Funciona como la organización de microfinanciación Kiva, pero un Kiva para clases de programación más que para empresas que comienzan; todo sería supertransparente y los estudiantes podrían registrar su progreso. Los donantes (así como las empresas que necesitan destrezas específicas) podrían pagar a estudiantes individuales, asignar importes económicos a objetivos de aprendizaje y pagar de acuerdo con los logros. Digamos que quieres apoyar a una mujer que vive en Nigeria y participa en el *Google’s Training for Android developers*

(<http://developer.android.com/training/>). Cada semana esta estudiante necesita proporcionar pruebas de haber completado un módulo de desarrollo. Quizás todo se automatiza a través de un test en línea donde *Blockchain* confirma la identidad del estudiante y registra el progreso<sup>16</sup> antes de desembolsar los fondos de la siguiente semana —en lo que podríamos llamar una “cartera inteligente para una educación superior”— de modo que la estudiante podría continuar pagando a la universidad sus cursos sin interferencias. Esto podría conseguirse sin una ONG o una agencia gubernamental y sus costos administrativos y la capacidad para cambiar la financiación. “El dinero para la educación de una niña no debería desviarse para la escolarización de su hermano”, dijo Swan.

Los visionarios detrás de la iniciativa Learning Is Earning, como Jane McGonigal en asociación con el Instituto para el futuro (<http://developer.android.com/training/>) y la ACT Foundation (<http://actfdn.org/>), prevén esquemas de “enseñar hacia delante” en los que los estudiantes pueden pagar sus deudas enseñando a otros estudiantes o aplicando sus nuevos conocimientos inmediatamente en el mercado de trabajo<sup>17</sup>. No necesitan esperar a terminar sus estudios para comenzar a ganar dinero. Los empleadores —u otros estudiantes o profesores— serán capaces de explorar la cadena de bloques buscando personas con la combinación de destrezas y conocimiento que necesitan inmediatamente en el trabajo o en la clase. Con otras palabras, *Blockchain* ayudará a los empresarios a combinar proyectos con las competencias demostradas de estudiantes disponibles para trabajar en ellos. Los estudiantes serán capaces de vincular estos aprendizajes con una clase particular o una destreza, de modo que podrán calcular el valor preciso de cada elemento de su formación y desarrollo. Del mismo modo, el personal de recursos humanos será capaz de calcular el retorno de sus inversiones en formación y desarrollo. Los empleadores pueden incluso desear pagar por la formación completa de un estudiante a cambio de una parte de sus futuras ganancias. Los editores académicos pueden desear pagar por una parte de los datos de seguimiento para mejorar sus materiales de aprendizaje para todo tipo de estudiantes, ya que no tendrán otra forma de acceder a la cadena de bloques<sup>18</sup>.

## 5. *Blockchain* y la Meta-universidad

La expresión “torre de marfil” incluye normalmente connotaciones peyorativas. Desde el siglo XIX, se ha utilizado para referirse a un mundo o ambiente en el que los intelectuales se enzarzan en búsquedas desconectadas de las preocupaciones de la vida cotidiana. Para los cínicos, esto conlleva una intencionada separación del mundo real, una investigación esotérica, sobre-especializada o incluso inútil, si no una absoluta complacencia. Si dejamos de lado algunas de estas asociaciones más negativas, la metáfora de la torre de marfil todavía contiene uno de los fallos más importantes en el actual sistema de aprendizaje superior: en un mundo de conectividad sin precedentes, especialmente entre los jóvenes de hoy, las universidades continúan operando como grandes islas autónomas de escolarización y aprendizaje que no han sabido utilizar Internet para romper los muros que dividen a instituciones, profesorado, familias y estudiantes.

*Blockchain* permitirá a la Universidad del siglo XXI convertirse en una red y un ecosistema, no en una torre. En realidad, los innovadores tienen una gran oportunidad para crear una experiencia educativa sin par, para estudiantes de cualquier lugar, ensamblando los mejores materiales de aprendizaje en línea del mundo, y permitiendo a los estudiantes organizar sus itinerarios de aprendizaje con el apoyo de una red de instructores y facilitadores educativos, algunos de los cuales pueden ser locales y otros provenir de otra parte del globo. Para hacer este trabajo para los estudiantes, las universidades requerirán profundos cambios estructurales, y los educadores necesitarán estrechar lazos.

En 2006, el presidente emérito del MIT, Charles Vest ofreció una atractiva visión de lo que llamó la *meta-universidad*. En el movimiento de acceso abierto él vio “una estructura trascendente, accesible, poderosa, dinámica, construida en comunidad, de materiales y plataformas abiertos con los que gran parte de la Educación Superior en el mundo puede ser construida o potenciada”<sup>19</sup>. La web proveería la infraestructura de comunicación, y una biblioteca de acceso global abierto proveería gran parte de la infraestructura de conocimiento e información. Vest argumentaba que un esfuerzo noble y global de esta escala aceleraría la propagación de una educación de alta calidad y daría a profesores y estudiantes en cualquier lugar la habilidad para acceder y compartir

materiales docentes, publicaciones académicas y trabajos científicos en marcha, y participar en tiempo real en experimentos científicos.

Sin embargo, sin un medio de identificar estudiantes con sus logros, registrando y acreditando estos logros en el tiempo, premiando la conducta constructiva y colaborativa en la comunidad y contabilizando otros tipos de participación, esta meta-universidad basada en Internet apenas diferiría de la educación tradicional. Únicamente una media del 15% de los estudiantes que se inscriben en un MOOC lo completan; los MOOCs gratuitos son todavía considerados complementarios de los cursos en línea tradicionales por las universidades<sup>20</sup>.

*Blockchain* proporciona una plataforma rica, segura y transparente en la que crear esta “red global para el aprendizaje superior”<sup>21</sup>. Prevedemos tres etapas. La primera es el intercambio de contenidos. Los profesores comparten ideas y suben sus materiales de enseñanza a Internet para que otros los utilicen libremente. La segunda es la co-innovación en el contenido, cuando los profesores colaboran más allá de las fronteras institucionales y disciplinarias para co-crear nuevos materiales de enseñanza utilizando wikis y otras herramientas. En la tercera, la universidad se convierte en un nodo en la red global de profesores, estudiantes e instituciones aprendiendo colaborativamente. Todavía mantiene su identidad, su campus y su marca. La red global para el aprendizaje superior no es un sueño imposible. Los académicos más avanzados saben que las instituciones de educación superior no pueden continuar operando aisladamente, reinventando continuamente la clase tradicional.

## **6. Etapa 1: Intercambio de contenidos**

El nivel más bajo de producción colaborativo de conocimiento es el simple intercambio de contenido: las universidades publican sus materiales educativos en línea, colocando en el dominio público lo que había sido tradicionalmente considerado un activo propio y parte de la ventaja competitiva de la institución en el mercado global para estudiantes. MIT adelantó el concepto y hoy más de 200 instituciones de Educación Superior le han seguido, formando parte de la iniciativa *OpenCourseWare* (<http://ocw.mit.edu/>). Este proyecto soluciona el problema del aislamiento y proporciona una riqueza de materiales que

otros pueden utilizar o incluso reconstruir, independientemente de su afiliación institucional.

Estamos hablando no sólo de libros de texto y libros digitales sino también de apuntes de clase, tareas, exámenes, vídeos, podcasts, etc. Profesores y estudiantes necesitarán mejores herramientas para evaluar la calidad y adecuación de diferentes ofertas, y los estudiantes querrán alguna evidencia del esfuerzo que requieren. Utilizando recursos como los contratos inteligentes, las cadenas de bloques proporcionan un medio para seguir y premiar las contribuciones de cada parte. Los usuarios pueden hacer más que indicar “me gusta” o votar o compartir una pieza de contenido; pueden enviar a su creador algunos *tokens* que pueden ser utilizados, por ejemplo, para apoyar la investigación o financiar la autoría. Miembros de la comunidad académica mundial tendrán incentivos para contribuir con su propiedad intelectual, su saber hacer y su perspicacia no sólo para mejorar la educación superior sino también para potenciar su propia reputación e incluso para recibir beneficios materiales o financieros. Los recién llegados serán capaces de ver no sólo el contenido más relevante para sus estudios sino también los contribuyentes más valiosos. Los editores de textos y revistas académicas pueden participar en la creación de valor más que como meros intermediarios.

## 7. Etapa 2: co-innovación del contenido

El siguiente nivel en la creación colaborativa de conocimiento va más allá de discutir y compartir ideas, para llegar a la real creación colectiva de contenido. Igual que los editores de Wikipedia colaboran para crear, actualizar y ampliar las entradas de la enciclopedia en línea, así también los profesores podrían co-innovar un nuevo material docente, publicar su nueva síntesis de contenidos y compartir el reconocimiento y las recompensas.

Un caso a destacar es la Wikiversity (<http://en.wikiversity.org/>), un proyecto de la Fundación Wikimedia. Más que ofrecer un conjunto de cursos y materiales, los participantes en Wikiversity expresan qué desean aprender, y la comunidad de Wikiversity colabora en diferentes lenguajes, desarrollando actividades y proyectos de aprendizaje para conseguir esos objetivos. ¡Imaginemos qué podría hacer una plataforma



como Wikiversity con un sistema monetario para premiar la conducta colaborativa! Esto es lo que *Blockchain* apoya. Permite a la comunidad identificar proyectos valiosos, agrupar equipos de colaboradores y financiar cada fase de desarrollo, premiando a los colaboradores de acuerdo con sus contribuciones.

En este escenario, profesores de psicología podrían trabajar juntos para diseñar el “curso perfecto” que une el pensamiento colectivo de los pensadores más destacado en este campo en el mundo. Desde luego, los participantes podrían no estar de acuerdo totalmente con los contenidos del curso, puesto que existen diferentes perspectivas, escuelas de pensamiento y técnicas de enseñanza. Pero como en la Wikipedia, los profesores podrían trabajar globalmente para crear un núcleo, módulos aceptados mayoritariamente, y luego subredes de profesores con ideas similares podrían desarrollar elementos secundarios. Para la versión final, los profesores podrían necesitar, más que materiales, un *software* que permitiera a los estudiantes interactuar con el contenido, apoyando discusiones en pequeño grupo, facilitando exámenes y calificaciones y proporcionando insignias por los logros completados.

Si miles de personas pueden desarrollar Linux (<http://www.linuxfoundation.org/>), el más sofisticado sistema operativo de ordenadores en el mundo, ciertamente pueden desarrollar las herramientas para un curso de psicología. En realidad, muchos proyectos de *software* de código abierto están ya en camino en la comunidad académica. Uno de los más populares es Sakai (<http://sakaiproject.org/>). Desarrollado por educadores y para educadores, Sakai facilita la colaboración en y entre cursos, proyectos de investigación, procesos administrativos y esfuerzos multidisciplinarios y interinstitucionales. La creación del *software* en sí mismo es un producto de la co-innovación en el contenido. A cambio, el producto ayuda a los usuarios a co-innovar contenido que los educadores pueden enseñar a los estudiantes. Necesitamos más proyectos como éste.

Utilizadas adecuadamente, las plataformas de *Blockchain* podrían soportar este tipo de colaboración con los estudiantes también. Más que simplemente recibir el conocimiento del profesor, los estudiantes podrían co-crear conocimiento con una ligera supervisión (uno de los métodos más efectivos de aprendizaje) y conseguir créditos por su co-creación.

## 8. Etapa 3: Red global

El resultado final podría ser una desagregación de instituciones Educación Superior. El mundo digital, que ha entrenado las mentes jóvenes para investigar y colaborar, está cambiando no sólo la clase tradicional magistral, sino también la noción de una institución cerrada en sus muros que excluye a una gran parte de la población. ¿Por qué no permitir a un brillante estudiante de bachillerato matricularse en un curso de matemáticas en la universidad, sin abandonar la vida social de su escuela? ¿Por qué utilizar, de hecho, el concepto de grados y matriculación en cursos? ¿Por qué no animar a un estudiante extranjero excelente en matemáticas a hacer un curso superior de inglés? ¿Por qué ha de ser la universidad la unidad de medida cuando hay que valorar un título? De hecho, en un mundo en red, ¿por qué deberían los estudiantes matricularse en una determinada institución, como si declarase su lealtad a un feudo medieval?

En esta visión de una red global de Educación Superior, un estudiante recibe una experiencia de aprendizaje personalizada desde una docena de instituciones, mientras las cadenas de bloques sirven para seguir el camino y progreso del estudiante. El alumno se matricula en su institución principal, y se le asigna un *facilitador del conocimiento* que trabaja con el estudiante para personalizar una experiencia de aprendizaje, el viaje y los resultados. El estudiante podría matricularse en Oregón y registrarse para tomar un curso de psicología conductual en la universidad de Stanford, y un curso de historia medieval en Cambridge. Para estos estudiantes, el plan de estudios colectivo del mundo conforma su menú para la Educación Superior. Pero la oportunidad va más allá de una simple mezcla y ajuste de cursos. La próxima generación de académicos creará un contexto en el que los estudiantes de todo el mundo podrán participar en discusiones en línea, foros y *wikis* para descubrir, aprender y producir conocimiento como una comunidad de estudiantes que se comprometen directamente con algunos de los más importantes problemas del mundo. *Blockchain* armoniza y agrupa los registros de varias instituciones para cada destreza adquirida y cada módulo completado, construyendo progresivamente una lista individual de logros del estudiante.

Desde luego, una plataforma abierta como ésta puede proporcionar un medio para responder a las necesidades de todos los estudiantes, no sólo de los universitarios. Para los trabajadores del conocimiento actuales, ser realmente competitivos en campos de investigación e innovación en continuo cambio significa actualizarse y adaptarse para comenzar o continuar su vida laboral en un entorno moderno, dinámico y orientado a la tecnología. El costo de desarrollar nuevos programas de formación continuada desde cero podría ser prohibitivamente alto, pero los modelos innovadores de educación colaborativa podrían proporcionar una mayor eficacia, creatividad y acreditaciones para iniciativas de formación continua<sup>22</sup>. En realidad, ¿por qué no permitir a las empresas y los gobiernos participar en esta red global de Educación Superior? Los desarrolladores de plataformas podrían utilizar aportaciones económicas de los usuarios comerciales para financiar los desarrollos futuros.

## 9. Iniciativas para el cambio

Si toda esta innovación es una buena idea, ¿cuáles son los incentivos para el cambio? ¿Por qué deberían los profesores adoptar un nuevo modelo pedagógico? El cuerpo académico continúa apoyando el modelo magistral de clase. La industria editorial en Estados Unidos proporciona una gran parte del currículum escolar, las plataformas administrativas y los programas de evaluación para acreditarse a todos los niveles académicos. Así que si usted es un académico o un administrador, podría decir: “Dejemos a los editores repensar la experiencia del estudiante. ¿Por qué debería yo hacerlo? Ya tengo bastante con mis responsabilidades.”

En realidad, hay pocos incentivos para cambiar (excepto el hecho de que el nuevo modelo de Educación Superior es el que más interesa a los estudiantes). Profesores y administradores por igual deberían considerar qué ha sucedido en otras instituciones culturales que se han resistido al cambio. Enciclopedias, prensa, discográficas y universidades tienen mucho en común. Todos están en el negocio de producir contenido. Todos contratan, gestionan y pagan a productores capaces. Todos ofrecen productos propios y ejercen acciones legales contra aquellos que infringen su propiedad intelectual. Puesto que crean un valor único, sus clientes les pagan y ellos obtienen un beneficio.

Hoy el negocio de las enciclopedias, periódicos y discográficas se encuentran en diferentes estados de desmoronamiento. A causa de Internet, han perdido sus monopolios de creación y gestión de contenidos de calidad. La era digital trajo abundancia, participación en masa, nuevos canales de distribución y nuevos modelos de negocio. Internet borró sus supuestamente inexpugnables atributos en menos tiempo del que se necesita para transferir bitcoins de un teléfono a otro. En cada sector sólo quedan dos o tres grandes empresas.

Las universidades todavía no han perdido su monopolio de títulos académicos. Pero otra vez tenemos un caso de fuerza irresistible (es decir, la reinención de la Educación Superior) encontrando un objeto inamovible (es decir, el viejo modelo). Tan pronto como uno de los innovadores que utilizan *Blockchain* demuestre que su propuesta de formación es más rentable, que los empresarios valoren igual, o más, sus acreditaciones, y que pueda ofrecer un valor real a la gran mayoría de estudiantes que no pueden afrontar los costos de la universidad o aquellos cuyas habilidades cognitivas o sociales no se “ajusten” a la pedagogía tradicional, entonces tendrán su lugar asegurado: los estudiantes pedirán por su dinero más de lo que están recibiendo de las instituciones tradicionales de Educación Superior.

¿Por qué no liderar un nuevo paradigma? Las cadenas de bloques proveen una plataforma rica, segura y transparente en la que crear una red global para el aprendizaje superior. Creemos que la Educación superior funciona mejor cuando se adapta a todo tipo de enseñanzas y aprendizajes, y creemos que esta nueva plataforma es un instrumento de inclusión. Utilicemos el valor emergente de Internet y la revolución del *Blockchain* para recapturar nuestras identidades y proveerlas con nuestros registros de aprendizaje, detallados y al momento. Quizás entonces podremos finalmente reinventar el antiguo modelo pedagógico y transformar la arquitectura de la Educación Superior para una futura generación de estudiantes a lo largo de toda la vida.

## Notas

1. Charles M. Vest, "Open Content and the Emerging Global Meta-University," *EDUCAUSE Review* 41, no. 3 (Mayo/Junio 2006).
2. Carlos Creus Moreira, entrevista con los autores, 3 de septiembre de 2015. Moreira es fundador, presidente y CEO de WISEKey.
3. EAB, "Strategies for Alumni and Student Data Collection", 5 de septiembre de 2013.
4. "World's Biggest Data Breaches," *Information Is Beautiful* (actualizado 5 de enero de 2017).
5. Andreas M. Antonopoulos, entrevista con los autores, 20 de julio de 2015. Antonopoulos es el autor de *Mastering Bitcoin* (2014), *The Internet of Money* (2016) y co-author con Gavin Wood, de *Mastering Ethereum* (2017).
6. "Sony Global Education Develops Technology Using Blockchain for Open Sharing of Academic Proficiency and Progress Records," comunicado de prensa, 22 de febrero de 2016.
7. "Fifty-Eight Percent of Employers Have Caught a Lie on a Resume, According to a New CareerBuilder Survey," comunicado de prensa, 7 de agosto de 2014. Ver también Charles Purdy, "The Biggest Lies Job Seekers Tell on Their Resumes — and How They Get Caught," *Monster*, consultado el 24 de enero de 2017, y "Resume Falsification Statistics," *Statistic Brain*, 1 de octubre de 2015.
8. MIT Registrar's Office, *Transcripts*, consultado el 8 de enero de 2017.
9. Complete College America, "Time Is the Enemy," septiembre 2011.
10. Philipp Schmidt, "Certificates, Reputation, and the Blockchain," MIT Media Lab, *Medium*, 27 de octubre de 2015.
11. Estas y las siguientes citas son de Vitalik Buterin, entrevista con los autores, 30 de septiembre de 2015.

12. Joseph Lubin, entrevista con los autores, 13 de julio de 2015. Lubin es fundador y CEO de ConsenSys, un estudio de desarrollo de Ethereum.
13. Travis Mitchell, "See 20 Years of Tuition Growth at National Universities," *U.S. News & World Report*, 29 de julio de 2015.
14. "A Look at the Shocking Student Loan Debt Statistics for 2017," Student Loan Hero, consultado el 8 de enero de 2017.
15. Esta y las siguientes citas son de Melanie Swan, entrevista con los autores, 14 de septiembre de 2015.
16. Sony está trabajando en esta tecnología sobre blockchain. Ver "Sony Global Education Develops Technology Using Blockchain," comunicado de prensa, 22 de febrero de 2016.
17. Ver Jane McGonigal, "How to Think (and Learn) Like a Futurist," SXSWedu keynote address, 9 de marzo de 2016.
18. Ver el Institute for the Future's *Learning Is Earning 2026*.
19. Vest, "Open Content and the Emerging Global Meta-University."
20. Katy Jordan, "MOOC Completion Rates: The Data," última actualización 12 de junio de 2015; "State of the MOOC 2016: A Year of Massive Landscape Change for Massive Open Online Courses," Online Course Report, consultado el 24 de enero de 2017.
21. El término red global para el aprendizaje superior fue desarrollado por primera vez por Don Tapscott y Anthony D. Williams en su libro *Macrowikinomics: New Solutions for a Connected Planet* (New York: Portfolio Penguin, 2010). Ver también Don Tapscott and Anthony D. Williams, "Innovating the 21st-Century University: It's Time!" *EDUCAUSE Review* 45, no. 1 (Enero/Febrero 2010).
22. Paul Hofheinz, "EU 2020: Why Skills Are Key for Europe's Future," *Lisbon Council Policy Brief* 4, no. 1 (2009).

# Capítulo 3

## **Certificados digitales y *blockchain*: retos y oportunidades<sup>1</sup>**

Andreia Inamorato dos Santos

Centro Común de Investigación - JRC, Comisión Europea

<sup>1</sup> Adaptado y traducido de: Grech, A. and Camilleri, A. F. (2017) Blockchain in Education. Inamorato dos Santos, A. (ed.) European Commission, Joint Research Centre, EUR 28778 EN; doi: 10.2760/60649

La Comisión Europea no es responsable de esta traducción y no se hace responsable de ninguna consecuencia derivada de la reutilización del documento.

## 1. Introducción

Este capítulo es una traducción y adaptación del informe del Centro Común de Investigación de la Comisión Europea *Blockchain in Education* (2017)<sup>2</sup>. Dicho informe se dirige a un público no especializado con el fin de aclarar el significado de *blockchain* y explorar su potencial como herramienta tecnológica en el ámbito educativo, especialmente en relación con los certificados digitales. En el presente capítulo se selecciona y adapta el contenido del informe para tratar aquellos aspectos relativos a la tecnología *blockchain* y la emisión de certificados digitales.

Una cadena de bloques o *blockchain* es un registro o base de datos descentralizada que permite que la información sea guardada y compartida por una comunidad. Todos los participantes de la *blockchain* ejecutan complejos algoritmos que aseguran la integridad del conjunto. Los registros de información son permanentes, transparentes y localizables, lo que permite a los miembros de la comunidad acceder a todo el historial de transacciones. Los participantes de una *blockchain* están interconectados en un mercado en el que pueden realizar transacciones y operaciones patrimoniales sin la intervención o mediación de terceras partes. Es una red de valor que actúa sin una autoridad central definida. En cuanto a dimensiones, Bitcoin es la mayor *blockchain* que existe y por ello es conocida popularmente como “la *Blockchain*”. Existen otras cadenas de bloques como Ethereum, así como *blockchains* públicas y privadas, todas ellas asociadas a algún tipo de moneda digital.

La tecnología *blockchain* puede acelerar el fin del sistema de certificación en papel. Hasta ahora, el uso de los certificados digitales se había paralizado debido a la facilidad con la que podían ser falsificados. *Blockchain* facilita a las organizaciones una forma de emitir certificados digitales inalterables y válidos a perpetuidad, ya que su autenticidad se puede contrastar con el propio sistema. Los certificados se transfieren como un token en la *blockchain* y están siempre disponibles. Estas ventajas frente a los sistemas actuales aumentan de forma significativa la propuesta de valor de los certificados digitales, lo que posiblemente conlleve la generalización de su uso.

---

<sup>2</sup> <http://bit.ly/blockchain4edu>



## 2. Certificación

En su forma más simple, una certificación es la emisión de una declaración en la que una parte asegura a otra que una serie de hechos son ciertos. Las firmas son las pruebas de que esa declaración ha sido emitida por y para las partes. Normalmente se trata de una transacción centralizada en la que, por ejemplo, una institución de educación superior emite un certificado a un estudiante; este certificado está acreditado por un organismo nacional o un ministerio. Las *blockchains* pueden ser utilizadas para almacenar *hashes* (“huellas digitales”) de estos certificados o para almacenar las propias solicitudes<sup>3</sup>. Con la tecnología *blockchain* una red de algoritmos *peer to peer* registran y verifican transacciones de forma transparente sin necesidad de terceras partes, lo que reduce o incluso elimina costes, retrasos y otros problemas. Por ejemplo, la *blockchain* puede reducir los costes de una transacción porque las partes negocian directamente o porque pueden demostrar la autoría de una información, una tarea que actualmente es imposible sin una entidad que centralice la información o sin un mediador imparcial. Además, la capacidad de la *blockchain* para garantizar la autenticidad más allá de barreras institucionales puede ayudar a las partes a buscar nuevas vías de certificar registros, contenidos y transacciones. En este sentido, una mayor descentralización de internet dará mayor control al usuario —concretamente a los dispositivos físicos del usuario— frente a las plataformas “en la nube”.

El uso de la tecnología *blockchain* para la emisión de certificados ofrece la posibilidad, además de verificar unas credenciales sin recurrir a intermediarios, de enriquecer y añadir valor al actual ecosistema de certificaciones digitales: BADGR y Mozilla Open Badge ya se están utilizando para emitir certificados digitales en algunas instituciones académicas de prestigio. El objetivo de registrar los certificados a través de *blockchain* es transformar un certificado digital, que normalmente un estudiante recibe de forma privada, en una información verificada automáticamente que puede ser consultada al instante por terceros en un sistema irrefutable, dentro de una *blockchain* pública.

---

<sup>3</sup>Esto es particularmente cierto cuando una determinada solicitud se puede expresar como un *token*, por ejemplo, un crédito.

### 3. Tipos de registros almacenados en *blockchain*

La tecnología *blockchain* se suele utilizar para almacenar registros de:

1. Operaciones patrimoniales;
2. contratos inteligentes o *smart contracts*;
3. firmas y certificados digitales

#### Operaciones patrimoniales

Estas transacciones normalmente son de dos tipos:

- Dinerarias, expresadas en unidades monetarias: donde cada unidad de una misma moneda tiene un valor idéntico a cualquier otra unidad en un momento determinado. Esta moneda permite su conversión según el tipo de cambio. La moneda más común que se ha utilizado gracias a la tecnología de *blockchain* es el bitcoin.
- Prueba documental de derechos de propiedad, legalmente conocidos como títulos de propiedad. Habitualmente utilizados para registrar bienes inmuebles como terrenos o bienes inmateriales como derechos de propiedad intelectual.

#### Contratos inteligentes o *smart contracts*

Los contratos inteligentes son pequeños programas informáticos almacenados en una *blockchain* que permiten llevar a cabo una transacción bajo unas condiciones específicas. Así, un *smart contract* es una declaración que normalmente se define del siguiente modo: “transfiere X a Y si Z ocurre”. A diferencia de un contrato normal donde, después de llegar a un acuerdo, las partes deben ejecutar el contrato para que éste se lleve a cabo, un *smart contract* se autoejecuta. Es decir, una vez que las instrucciones se introducen en la *blockchain* la transacción se llevará a cabo de forma automática cuando se detectan las condiciones adecuadas, sin necesidad de ninguna otra actuación de las partes interesadas o de terceros.

La propuesta de futuro que aportan los contratos inteligentes es que una vez que los registros digitales de cualquier sector o industria sean verificables, todo un nuevo ecosistema de automatización técnica

puede evolucionar para producir un nuevo tejido social de mayor civismo, movilidad personal y transformación institucional. En resumen, una visión automatizada del futuro<sup>4</sup>.

### Firmas y certificados digitales

Normalmente los certificados emitidos a estudiantes son utilizados por terceras partes interesadas en acreditar el aprendizaje de una persona. Por ejemplo, a los centros educativos les interesa determinar la aptitud de un estudiante para pasar al siguiente nivel, y a los reclutadores o potenciales empleadores determinar la idoneidad de un candidato para una oferta laboral.

## 4. Certificados

A pesar de los esfuerzos de digitalización realizados por gobiernos y distintas industrias en todo el mundo, la mayoría de los registros se siguen emitiendo en papel u otros soportes físicos (Cheng et al., 2016). No existe un soporte perfecto para los certificados. Muchos países usan certificados híbridos, en los que el certificado en papel se protege en una base de datos digitalizada.

Las limitaciones de los dos sistemas que se describen a continuación indican claramente la necesidad de una mejor y más sólida tecnología de certificación.

### 4.1. Certificado en papel

Muchos sectores consideran que el certificado en papel sigue siendo el más seguro ya que:

- Es difícil de falsificar gracias a los elementos de seguridad incorporados en el propio certificado.
- Lo posee directamente el destinatario, que tiene un control total sobre su certificado.
- El destinatario lo puede presentar en cualquier lugar, a cualquier persona y con cualquier propósito.

---

<sup>4</sup>Ver <https://github.com/Azure/azure-blockchain-projects/blob/master/bletchley/AnatomyofASmartContract.md>

Sin embargo, los certificados en papel también presentan importantes desventajas:

- Aunque son difíciles de falsificar, ningún certificado está libre de riesgo. Por ello el emisor está obligado a mantener un registro central de los certificados emitidos en caso de necesitar verificar su autenticidad.
- Un único fallo en el sistema de registro puede comportar un fallo global del sistema y aunque el certificado sea válido, se pierde su capacidad para ser verificado.
- Mantener un registro de solicitudes o responder consultas relacionadas con la validez de los certificados es un proceso manual que requiere considerables recursos humanos.
- Los elementos de seguridad que contiene el soporte físico del certificado dependen del nivel y experiencia del autor del certificado. Cuanto más seguro es un certificado, más cara es su fabricación. El coste de un único certificado de seguridad, como un pasaporte, oscila entre 20 y 150 euros.
- Una vez emitido solo se puede revocar si su propietario cede el control del mismo.
- Si una tercera parte necesita usar diferentes certificados, por ejemplo para verificar la información que aparece en un CV, tendría que leer y verificar cada certificado uno por uno de forma manual, con el elevado coste en tiempo que ello supone.

#### 4.2. Certificado digital sin tecnología *blockchain*

El certificado digital supone muchas ventajas frente al formato en papel y requiere muchos menos recursos de emisión, mantenimiento y uso, ya que:

- Su veracidad puede ser comprobada en el registro de forma automática, sin intervención de personal.
- Cuando una tercera parte necesita diferentes certificados, estos se pueden obtener, cotejar y resumir de forma automática siempre que se hayan emitido en un formato estándar.
- La seguridad del certificado depende de protocolos de encriptación. Estos permiten que los certificados sean fáciles de producir pero ex-

tremadamente caros de reproducir para alguien distinto del emisor.

- Pueden ser revocados por el emisor.
- Determinadas acciones fraudulentas como modificar el registro de hora y fecha o el número de serie son imposibles en base a cómo estén diseñados.

Sin embargo, el certificado digital también comporta importantes desventajas:

- Sin el uso de la firma digital son muy fáciles de falsificar.
- El uso de la firma digital requiere la existencia de una tercera parte, un proveedor del certificado, que garantice la integridad de la transacción; esta tercera parte controla de forma significativa cada aspecto del proceso de certificación y verificación; un control que puede llegar a ser mal utilizado.
- En muchos países no existe un sistema estandarizado de firma digital, por lo que muchos certificados solo se pueden verificar en determinados ecosistemas de *software*.
- Es fácil destruir los registros electrónicos; para mantenerlos a salvo se requieren sofisticados y múltiples sistemas auxiliares que suelen fallar.
- En caso de fallo del registro los certificados pierden su valor ya que, al contrario que los certificados en papel, no tienen ningún valor intrínseco sin dicho registro.
- Los registros de certificados digitales pueden sufrir filtraciones masivas de datos.

## 5. Certificado digital con tecnología *blockchain*

La tecnología *blockchain* es una nueva infraestructura ideal para asegurar, compartir y verificar objetivos de aprendizaje y certificados (Smolenski, 2016). En el caso de los certificados, la *blockchain* puede mantener un listado de emisores y beneficiarios de cada certificado junto a una huella o firma digital (*hash*) en una base de datos pública (la *blockchain*), que es almacenada de forma idéntica en miles de ordenadores por todo el mundo.

Así, los certificados que están asegurados en una *blockchain* poseen importantes ventajas frente a los certificados digitales “normales”, ya

que:

- No se pueden falsificar. Se puede verificar que el certificado fue originalmente emitido y recibido por las mismas personas que se indican en dicho certificado<sup>5</sup>.
- Cualquier persona que tenga acceso a la *blockchain* puede verificar el certificado mediante un sistema de *software* de acceso libre. No hay necesidad de terceras partes.
- Como no se requiere de intermediarios que validen el certificado, éste puede ser validado incluso si la entidad emisora deja de existir o deja de tener acceso al registro que lo emitió.
- El registro de certificados emitidos y recibidos en *blockchain* solo se puede destruir si se destruye cada copia de cada ordenador del mundo que aloje el *software*.
- El *hash* (algoritmo de certificación o huella digital) consiste en un enlace al documento original que posee el usuario. Es decir, dicho mecanismo permite que la firma de un documento se publique sin necesidad de publicar el propio documento, preservando así la privacidad de los documentos.

### Características óptimas para el beneficiario

Desde el punto de vista del beneficiario del certificado, la tecnología *blockchain* cumple los siguientes requisitos:

**Independencia:** El beneficiario posee la credencial y una vez que la ha recibido ya no necesita ser verificada por el emisor o terceras partes.

**Propiedad:** El beneficiario puede probar que es el propietario de la credencial.

**Control:** El beneficiario controla la selección de credenciales que posee; puede elegir usar una determinada credencial para un perfil concreto o no.

**Verificabilidad:** La credencial puede ser verificada por terceras partes, como empleadores, comités de admisión y organismos de acreditación.

**Permanencia:** la credencial es un registro permanente.

---

<sup>5</sup> Hay que considerar que aunque el certificado se puede asociar a un emisor y a un destinatario, no está protegido frente a la usurpación de identidad de una persona o institución. La prevención en la usurpación de identidad probablemente requeriría un registro público de claves que sirviese como un listado verificado en el que las personas poseyeran dichas claves, de cuyo mantenimiento se podrían encargar proveedores e instituciones públicas.

### Características óptimas para el emisor

Desde la perspectiva del emisor se cumplen los siguientes requisitos de certificación:

- El emisor puede demostrar que es quien emite la credencial.
- El emisor puede establecer una fecha de expiración para la credencial.
- El emisor puede revocar la credencial.
- El sistema de acreditación es seguro y no requiere demasiados costes de mantenimiento.

### Otras características

Para que la credencial cumpla su cometido y sea útil a terceras partes, como por ejemplo a una institución que reciba dicha credencial en un proceso de selección, se tiene que asegurar la verificabilidad de la misma. Esto implica el cumplimiento de unos estándares:

**Integridad:** el contenido no se ha manipulado; es decir, corresponde con el propósito original con el que fue emitido.

**Autenticidad:** efectivamente el emisor es quien se indica en el certificado y no ha sido falsificado.

## 6. Emisión de certificados mediante el uso de *blockchain*

Siempre que un certificado tenga un valor real puede ser representado como un *token* que se añade directamente a una cadena o *blockchain* determinada. Por ejemplo una *blockchain* para:

- Certificados de fin de estudios; donde un único certificado correspondería a un *token*.
- Créditos de estudios; 1 crédito ECTS equivaldría a un *token*.
- Localización de referencias de artículos científicos; una referencia equivaldría a un *token*.

De esta forma, un certificado podría transferirse de una persona a otra transfiriendo un *token* en la *blockchain*. O se podría añadir nueva información sobre un certificado añadiendo un enlace al mismo en el registro de la *blockchain*.

También es posible diseñar una base de datos en la que parte de la información sea privada (solo la puede controlar el usuario) y otra pública en *blockchain*.

La ventaja de emitir certificados directamente en una *blockchain* es que éstos, además de representar una firma válida, son irrefutables y permanentes.

El inconveniente es que utilizada de esta manera la *blockchain* puede crecer de forma exponencial, lo que llevaría a un bajo rendimiento frente a un alto consumo de recursos, por ello solo podría aplicarse como una *blockchain* privada o gestionada con permisos.

## 7. **Blockcerts: un estándar abierto para la verificación de certificados académicos**

La piedra angular de *Blockcerts* es la creencia en que la gente debería poder demostrar la propiedad de sus datos digitales. Estos datos digitales conforman la base para corroborar aspectos relacionados con la identidad personal, de acuerdo con los principios de auto-soberanía (ver Allen 2016, Jagers 2017, Lewis, 2017). En este contexto, la tecnología *blockchain* permite a un individuo poseer sus documentos oficiales y compartirlos con terceros, verificándolos al instante y excluyendo la posibilidad de ser falsificados o manipulados.

El MIT Media Lab y Learning Machine, un proveedor de *software*, han desarrollado *Blockcerts*, un estándar abierto para la emisión y verificación de credenciales en la Bitcoin *blockchain* (MIT Media Lab 2016; Schmidt 2015). Actualmente *Blockcerts* es el único estándar abierto que emite y verifica documentos en la *blockchain*. Su objetivo es promover su uso social a nivel global para emitir certificados en *blockchain*.

El sistema permite que cualquier usuario, incluyendo a los centros educativos y los gobiernos, pueda utilizar el código fuente y desarrollar su propio *software* para emitir y verificar credenciales. *Blockcerts* es gratuito y libre de cánones o derechos para sus desarrolladores. Con un vistazo al foro de la comunidad de *Blockcerts* (*Blockcerts Community Forum*) podemos comprobar que numerosos organismos, individuos y pequeñas y medianas empresas alrededor del mundo ya están utili-



zando el sistema para desarrollar sus aplicaciones. También es gratuito y abierto para los beneficiarios de los certificados, que pueden descargar una aplicación móvil, disponible tanto para iOS como Android.

*Blockcerts* se configura como un *software* libre con la intención de evitar una guerra de estándares o la dependencia de un proveedor, impedimentos que, según sus desarrolladores, obstaculizarían la interoperabilidad y la amplia acogida por parte de los beneficiarios, dos prerequisites para una verdadera propiedad de documentos oficiales. Los miembros de la comunidad de *Blockcerts* entienden que la tecnología *blockchain* ofrece la oportunidad de desafiar el status quo e ir más allá de los datos atrapados en silos.

Jagers (2017) afirma que *Blockcerts* establece un precedente con su aplicación móvil, ya que conjuga los criterios más importantes de la auto-soberanía digital: la propiedad del beneficiario y la independencia del proveedor.

La propiedad del beneficiario; quiere decir que los individuos controlan unas claves privadas que les permiten demostrar la propiedad de su dinero o de sus datos digitales.

La independencia del proveedor; el acceso, la visualización y la verificación no dependen de un proveedor en particular. Al basarse en *software* libre, todos los registros pueden ser migrados, compartidos y verificados con independencia de los distribuidores.

La combinación de estas dos condiciones se considera la única forma de garantizar que las personas controlen la propiedad de sus datos personales de forma independiente.

## 8. Casos prácticos

En este apartado presentaremos dos casos prácticos a modo de ejemplo. El primero (MIT) es un ejemplo de uso de la tecnología *blockchain* para la emisión de certificados. El segundo (Universidad de Nicosia) es un ejemplo de uso de *blockchain* para el pago de tasas de matrícula.

### 8.1. El MIT<sup>6</sup>

En 2015 el MIT Media Lab empezó a utilizar *Blockcerts* para emitir certificados a distintos grupos de su comunidad, como por ejemplo al equipo de Dirección (Director's Fellows) (Schmidt, 2015; MIT Media Lab, 2016). Durante este proceso el MIT se ha convertido en defensor de un mayor control de los certificados por parte de sus destinatarios, para que no dependan de terceros como universidades o empleadores a la hora de almacenar, verificar y validar sus credenciales, con el coste adicional que esto suele suponer. Por ello, mediante la tecnología *blockchain* y una potente criptografía han desarrollado la plataforma abierta *Blockcerts* de certificación digital y reputación. En junio de 2017 el MIT usó *Learning Machine (LM) Certificates*, una solución comercial de *Blockcerts* para emitir diplomas a dos grupos de estudiantes, del MIT Media Lab (Artes Mediáticas y Ciencias) y de la Escuela Administración y Dirección de Empresas Sloan. Fue la primera emisión de este tipo de certificados usando la tecnología LM y el primer ejemplo de “diplomas propiedad del beneficiario”.

Los entrevistados identificaron los siguientes objetivos para las pruebas piloto:

- Ofrecer alternativas a las opciones actuales para los expedientes académicos oficiales en formato electrónico (*eTranscripts*)<sup>7</sup>.
- Conocer de primera mano la experiencia de los estudiantes como beneficiarios de certificados digitales registrados en una *blockchain* pública.
- Recabar información para optimizar el desarrollo de un panel de administración.
- Conseguir información que podría determinar el formato de futuros certificados con marca de fecha y hora, durables, transparentes y registrados en una *blockchain* pública.
- Obtener información de los beneficiarios durante el verano, antes de ampliar su implantación en todo el campus.
- Generar confianza y conocimientos para un nuevo piloto en el cuarto trimestre de 2017 y una mayor implantación en 2018.

<sup>6</sup> Este caso práctico se basa en una entrevista con Mary Callahan, Secretaria y Decana adjunta en la Oficina de Registro y Brian Canavan, Secretario asociado adjunto del MIT.

<sup>7</sup> <http://web.mit.edu/registrar/records/transcripts/official.html>

### Administración académica empoderando a estudiantes

La selección de los dos grupos de estudiantes para el pilotaje ha tenido mucho que ver con el hecho de que la mayoría de los ellos sean internacionales, con una gran movilidad y por tanto, interesados en los certificados y expedientes como vías de empoderamiento en diferentes contextos geográficos. El MIT es especialmente sensible a las necesidades de estos estudiantes y al *feedback* que reciben en cuanto a la emisión de certificados, diplomas o expedientes. El MIT anima a los estudiantes a ser los propietarios de sus credenciales, pero no entiende el uso de la tecnología *blockchain* como una obligación; de hecho los estudiantes seguirán recibiendo sus diplomas en papel.

El principal valor de las pruebas piloto es la observación de la interacción de los estudiantes con la nueva tecnología; ellos son la hoja de ruta en el pilotaje. Una vez que han descargado y utilizado la aplicación, se les anima a dar su opinión sobre su experiencia como usuarios. En estos estudios piloto el MIT utiliza análisis de datos LM para monitorizar cómo interactúan los estudiantes con las distintas interfaces y así establecer métricas para determinados parámetros. Los administradores consideran que se puede aprender mucho de lo que los estudiantes esperan de los espacios digitales, ahora y en el futuro. Se recopilarán datos cuantitativos y cualitativos, incluyendo información sobre lo que hacen con los certificados una vez que los descargan.

El MIT está analizando las pruebas piloto desde el punto de vista del usuario de un servicio. El objetivo es dar a los estudiantes el control sobre sus credenciales y dejar que actúen como administradores de las mismas, concienciando sobre la importancia de la propiedad de los certificados en un contexto global y más allá del mundo académico.

Los entrevistados señalan que “empezando por sus diplomas, los estudiantes se darán cuenta de que pueden operar sin la intermediación de la universidad. Esto quiere decir que yo, como secretaria del registro, no estoy implicada en la transacción. Tiene que haber confianza en que el diploma que ahora reside en una *blockchain* es auténtico y ha sido emitido por el MIT; tengo que confiar en que las credenciales están protegidas y no corren el riesgo de ser manipuladas. Los estudiantes

tienen el control de sus registros, esto supone una dinámica muy diferente a la de hacer copias en papel. Tenemos este grupo de estudiantes y estos diplomas que estarán siempre disponibles; se trata de una integración de elementos que confluyen en este piloto y que representan un enfoque transformador para la educación superior. Suceda lo que suceda, aprenderemos mucho y podremos determinar si nuestra contribución está cubriendo una necesidad real en el ámbito de la educación superior”.

Los entrevistados insisten en que la prueba de fuego es el propio estudiante. “Como secretarios del registro estamos trabajando duro. Vamos a conseguir datos que reviertan en una mejora de la administración. No es una forma de ahorrar costes al MIT, nuestro objetivo es empoderar al estudiante y unir nuestros esfuerzos en su beneficio”.

### Otras consideraciones para el presente y el futuro

La decisión del MIT de usar certificados *Learning Machine* (LM) para emitir diplomas digitales y no desarrollar aplicaciones propias en la línea de *Blockcerts* se basó en que la tecnología LM ya estaba lista para llevar a cabo el pilotaje y en su mayor rapidez de comercialización. LM también son considerados socios de confianza de MIT por su colaboración en *Blockcerts*. Como defensores del código abierto, la emisión de diplomas utilizando los certificados LM también da al MIT la capacidad de tomar el relevo, ya que si los certificados se desarrollan con *Blockcerts*, significa que el *software* es totalmente accesible. Cada diploma tiene un identificador que lo enlaza a *blockcerts.org* y cualquiera puede inspeccionar qué está sucediendo, cómo funciona, qué hay en la *blockchain*, etc. No existen cajas negras.

Los entrevistados dicen que todavía no han pensado mucho en cuestiones más complejas como estándares para certificados o transferencias de créditos entre instituciones; otros temas relacionados con la investigación y las publicaciones académicas; el modo en que los registros en *blockchain* pueden interconectarse con sistemas de gestión de recursos humanos (HR) o cómo las redes de colaboración con otras universidades podría llevar a crear *blockchains* privadas entre universidades de prestigio.

“No queremos parecer reservados, pero todavía no sabemos lo suficiente sobre estas cuestiones. El profesorado del MIT tiene interés en certificar determinados niveles de conocimiento, particularmente para ciertos programas académicos y de investigación que todavía no conforman una titulación académica o una credencial; puede que la tecnología de *blockchain* nos ayude a encontrar una manera de acreditar este tipo de formación. Pero aún no estamos en ese punto”, afirman.

Las pruebas piloto han alcanzado tal desarrollo que podrían ser fácilmente escaladas a otras facultades del MIT e incorporar un volumen mucho mayor de transacciones. Las lecciones que los administradores del registro han aprendido pueden servir a otros colegas del ámbito universitario, incluyendo a aquellos que han expresado interés en desarrollar sus propias aplicaciones. Existe la idea de que un piloto en un entorno de alto rendimiento como el MIT tendrá un impacto inevitable en los sistemas y procedimientos del propio MIT. La siguiente emisión de diplomas se programó para septiembre de 2017 y después de esa fecha hay planes para un nuevo pilotaje más amplio y sólido. En esta nueva etapa los secretarios del registro también considerarán las recomendaciones del profesorado, que, desde su perspectiva docente, podrían estar interesados en enfoques de sistemas federados. Por el momento, los secretarios se dejan guiar por la maestría técnica propia del MIT que ha identificado la *blockchain* como una tecnología de máxima seguridad que cumple los requisitos de una universidad de prestigio.

Los entrevistados afirman que la Oficina de Registro del MIT ha estado trabajando con *Learning Machine* para pulir algunos detalles del producto, ya que son los primeros que lo utilizan; han intercambiado muchas ideas para futuras mejoras. “Actualmente, cuando emitimos un diploma certificado en la *blockchain* de Bitcoin los datos pueden tardar hasta 30 minutos en procesarse; es un periodo razonable si pensamos en el ahorro de tiempo que supondrá para el MIT y para los estudiantes que necesiten sus expedientes en un futuro. *Learning Machine* también ha aprendido algunas lecciones y esperamos mejoras a corto plazo en la interfaz de usuario. Un pequeño ejemplo relacionado con el listado de beneficiarios y su almacenamiento: esperamos que estos datos se puedan intercambiar de forma digital con menos información por nues-

tra parte; porque por ahora todavía se necesita mucha intervención humana. Esto es especialmente importante si queremos empezar a dirigirnos a todo el estudiantado”.

El MIT utiliza proveedores externos para publicar los expedientes. Es muy probable que esos proveedores monitoricen futuros desarrollos asociados a la tecnología *blockchain*, por eso no sería de extrañar que en el futuro se dé una cooperación vertical en la industria. La Oficina de Registro del MIT está abierta a compartir sus futuras experiencias en la *blockchain*, teniendo en cuenta que el pilotaje seguramente beneficie al usuario final<sup>8</sup>.

## 8.2. Universidad de Nicosia (UNIC)<sup>9</sup>

La Universidad de Nicosia (UNIC) se considera pionera en el compromiso para maximizar el potencial de la tecnología *blockchain* en el ámbito educativo<sup>10</sup>. UNIC afirma ser la primera universidad que:

- Acepta Bitcoin para el pago de matrículas de todos sus grados (octubre 2013).
- Ofrece un curso universitario online sobre criptomoneda, un MOOC llamado “Introducción a la moneda digital” (enero de 2014).
- Ofrece un programa académico acreditado, el Master of Science in Digital Currency (marzo de 2014); un máster online en inglés cuyos primeros alumnos se graduaron en junio de 2016.
- Emite certificados académicos en la *blockchain* de Bitcoin utilizando una plataforma informática desarrollada por la propia universidad (septiembre 2014).

UNIC considera la tecnología *blockchain* como la piedra de toque de su estrategia<sup>11</sup>, una propuesta de valor que la diferencia de otras instituciones de enseñanza superior. Aunque su MOOC introductorio no es el único<sup>12</sup>, sí forma parte del primer máster científico sobre moneda di-

<sup>8</sup> El MIT describe su experiencia con las pruebas piloto: <http://news.mit.edu/2017/mit-debuts-secure-digital-diploma-using-bitcoin-blockchain-technology-1017>

<sup>9</sup> Entrevista con el profesor Soulla Louca y el profesor George Giaglis.

<sup>10</sup> Ver [DigitalCurrency.unic.ac.cy](https://www.digitalcurrency.unic.ac.cy)

<sup>11</sup> El papel innovador de la UNIC a la hora de conectar la tecnología Blockchain con la Universidad ha sido reconocido en publicaciones de sector como CoinDesk (2016) y The Merkle (2017). Ver <https://www.coindesk.com/the-global-universities-embracing-cryptocurrency>

<sup>12</sup> Ver <https://www.coursera.org/learn/cryptocurrency>

gital. A su vez, los contenidos de este máster también conforman programas de certificación profesional en *blockchain* que se traducen en créditos CPD o ETCS.

En septiembre de 2017 se lanzó la octava edición del MOOC; un curso que ha contado con estudiantes de 80 países y buenas tasas de finalización. Los contenidos del curso están en continua evolución gracias a la conexión de la UNIC con la comunidad universitaria internacional. El *Blockchain Research Centre* de la UNIC es un centro de tecnologías emergentes mundialmente reconocido que pretende integrar, expandir y fortalecer la investigación interdisciplinaria en este ámbito en plena transformación.

### **Bitcoin para facilitar el pago de tasas de matrícula, admisión y acceso**

Una de las primeras cosas que hizo la UNIC cuando presentó el Máster en moneda digital fue permitir el pago de la matrícula con Bitcoin:

“Era totalmente lógico permitir a los alumnos que se matriculaban en un programa online sobre moneda digital pagar sus estudios con dinero electrónico. Era una demostración clara del compromiso de la UNIC con la adopción de esta nueva tecnología y sus posibilidades. También permitía atraer y motivar a un mayor grupo de estudiantes, muchos de ellos procedentes de países en vías de desarrollo. Hay casos de falsas remesas asociadas a alumnado extranjero. El método de pago de la UNIC, para las tasas de matrícula “pago por reparto” (*pay as you go*) implica que, por ejemplo, alumnos africanos paguen sus tasas mensualmente evitando las tradicionales comisiones bancarias asociadas al envío de remesas, que pueden llegar a suponer hasta un 20% más de las tasas de matrícula”<sup>13</sup>.

Rehacer el sistema de emisión de certificados y verificación de credenciales no va a resolver necesariamente los problemas de efectivo día a día de los alumnos o los relacionados con los costes administrativos, pero ser pioneros en un método de pago que no requiere intermediarios aporta valor a las dos partes que intervienen en la transacción. Además, la UNIC incentiva el pago en bitcoins mediante Bitpay, su propia pasarela de pago, ofreciendo un 5% de descuento.

Facilitar el pago a los alumnos e ir más allá del punto de vista pura-

<sup>13</sup> Los costes de operaciones de pago a Chipre son altos debido también a la modularidad de los pagos.

mente administrativo también amplía el acceso a la educación universitaria; por ejemplo una persona refugiada pudo obtener el permiso de residencia gracias a una beca para este programa.

### Emitir y autenticar certificados usando *blockchain*

La certificación mediante *blockchain* es una vía para reducir las diferencias entre la investigación universitaria y la necesidad del mercado de soluciones prácticas. La UNIC ha creado su propio equipo de desarrolladores para emitir y autenticar certificados usando *blockchain* mediante *Blockcerts*, cuya colaboración con el MIT se remonta al año 2015.

El reto que afrontan muchas universidades no es únicamente la lucha contra el fraude asociado a los pagos de alumnado internacional, sino otro tipo de problemas que vienen de lejos, como la manipulación de los listados de alumnos. En algunos países hay personas dispuestas a pagar un soborno por un sello de autenticidad de alguna autoridad central que parezca semi-auténtico. Tampoco existe actualmente un modelo SaaS (*Software as a service*) que pueda verificar las identidades al instante.

La UNIC describe el proceso de emisión y autenticación de certificados utilizando *blockchain* en una página web<sup>14</sup>. Todos los certificados de cursos MOOC se emiten usando una *blockchain* pública; en junio de 2017 comenzaron a probar un sistema de publicación de diplomas usando *blockchain*; en octubre de 2017 proporcionaban herramientas de *software* para que los usuarios pudieran confirmar la autenticidad de sus certificados mediante la voz y otras aplicaciones. La UNIC forma parte del consorcio de *Blockcerts* y también está comprometida con la tecnología basada en estándares abiertos, pero actualmente está utilizando una variedad de herramientas para mejorar las diferentes capas de la interfaz de usuario.

A continuación podemos ver la imagen de un índice de certificados:

---

<sup>14</sup> Ver <https://digitalcurrency.unic.ac.cy/free-introductory-mooc/self-verifiable-certificates-on-the-bitcoin-blockchain/academic-certificates-on-the-blockchain/>





## UNIVERSITY OF NICOSIA

### INDEX OF CERTIFICATES AWARDED TO THE STUDENTS WHO SUCCESSFULLY COMPLETED THE 6th DFIN-511, INTRODUCTION TO DIGITAL CURRENCIES COURSE OF THE UNIVERSITY OF NICOSIA'S MSc IN DIGITAL CURRENCY, AUTUMN 2016

A SHA-256 hash of this index document has been stored in the Bitcoin blockchain on January 19, 2017, in a transaction that will originate from address 1A94iDxxJijPvobCjCWe4GLUT6BG7WuUq and will also be announced through the University of Nicosia's website and Twitter account @MScDigital.

On the following pages are the SHA-256 hashes of the certificates awarded to the students who successfully participated in the 6th DFIN- 511 Introduction to Digital Currencies MOOC, offered by the University of Nicosia.

To verify the authenticity of a presented certificate, please follow these steps:

(1) Confirm the authenticity of the index document:

- (a) Ensure that you are using a valid index document supplied by the University of Nicosia
- (b) The index document PDF can be found at : <http://digitalcurrency.unic.ac.cy/free-introductory-mooc/academic-certificates-on-the-blockchain/> and at other online locations distributed by the University of Nicosia
- (c) The validity of the index document can be confirmed by reviewing the OP\_RETURN field in a blockchain transaction confirmed on January 19, 2017.

The SHA-256 hash of the valid index document, prepended by "UNiDC " (554e696344320 in hex encoding) will be found in one transaction during that day

(2) Confirm the authenticity of the certificate:

- (a) Produce a SHA-256 hash of the PDF certificate to be authenticated using any method or any online tool
- (b) Search for the certificate's SHA-256 hash within the authenticated index document.

If the hash is found, then the certificate is authentic

### CERTIFICATES OF ACCOMPLISHMENT

Certificates of Accomplishment were awarded to the students who attempted and completed at least 75% of all quizzes and achieved a grade of 60% or above on the final exam of the DFIN-511 Introduction to Digital Currencies MOOC

#### SHA 256 hashes of certificates awarded:

```

43392791dd7c5247733f9be8f91e419a3d8bed21c445e353e49d64925b027699
296dd861832844e44b36e7b163e0a2c67a648f031454d418109f05fcae803ebf
df8ed817a150e14d70b6f200c55e9bbd1bae5199a2af9b82a7bdb1363bb2ed9
9b9d8ca500d8d0fe64f58dca9ba7fe936921c26587e638ce583d7e04264f2b66
f88d748dab2a9e87c26b213867e80d747b0c128ac25e7b6ee155346a37db9513
955c113a44a9c4cb35d6412dac8f249038c49384e6e605027d9a3d00155ffc9
dbc6fc13ff568e9445a7a5682d5e033472b57e1773595a1fbc50ffa970f4edf
bfb19bef770a05c9706106103d8bf492df1f862b18ef75421e524ec63fcf2539
3be215f0bd5682e6f53e301b6620bb8708184c5484e19533d71f535d85b300fd
2fac30937af41f1efc066981ddf68937c359c2f83900df9de638d6994eddbd3a
bc996119794f652347ea35bb287600ef1932bf30654354b2bd81fe9d63d6ec29
15da1de9b16c39280649130356e4b1e452957590e8d131d96565c8ae51046bc7

```

Figura 1: Índice de certificados registrados en *blockchain* de la Universidad de Nicosia (extracto)

La necesidad de un estándar para la certificación: adaptabilidad y portabilidad

El principal reto en la emisión de credenciales mediante *blockchain* no es la tecnología, que resulta la parte más controlable de la ecuación. Para una mayor difusión de las aplicaciones de esta tecnología, por ejemplo, para la integración de verificación de certificados con un *software* de recursos humanos o para la convalidación de créditos entre distintas universidades de forma rápida y fluida, el problema que hay

que resolver es la transferencia de metadatos.

“Hay dificultades si quieres optimizar lo que haces en la *blockchain* y hacerlo a escala. Una cosa es desarrollar una tecnología que publica certificados en PDF, mucho más complicado es disponer de una tecnología que soporte expedientes académicos completos y complementos de títulos. Pero se puede hacer y se puede hacer ahora. El auténtico reto es escalar esta tecnología a todas las instituciones de enseñanza superior e integrarla en sistemas internos, esto no depende tanto de la tecnología como de que las universidades quieran intercambiar información. También reclutadores y otras partes interesadas podrían validar la autenticidad de un certificado sin tener que contactar con la universidad que lo emitió. Un estudiante de Bangladesh debería poder demostrar que un certificado es auténtico y verificable sin tener que contactar con el país que emitió el certificado.”

Los entrevistados señalan que “sería sumamente importante que la enseñanza secundaria contara con algún tipo de estándar común para la acreditación. No podemos tener 40 estándares distintos en la *blockchain* ¿Cómo lo podrían gestionar las universidades, que necesitan las titulaciones de la etapa de Educación Secundaria? ¿Cómo podemos hacer que todos se adhieran a un mismo estándar? Aunque algún instituto lo hiciera, seguiríamos estando limitados pues tendrían que sumarse los institutos de todo el país o todas las instituciones de enseñanza superior.”

También consideran que *Blockcerts* todavía no tiene la suficiente adhesión como para convertirse en el estándar de facto para la tecnología *blockchain* en educación, aunque la UNIC sigue apoyándolo y desarrollando aplicaciones en este sistema abierto. “En este momento puede que el MIT tenga otras prioridades, ya que parece que la web de la comunidad de *Blockcerts* se ha ralentizado. La UNIC no pretende desarrollar aplicaciones cerradas, ajenas al espíritu de código abierto de *Blockcerts*, pero tenemos que seguir avanzando. Esperemos que tarde o temprano nuestros caminos se encuentren y podamos compartir experiencias que permitan a la UNIC volver a utilizar *Blockcerts* como el estándar abierto para la *blockchain* en educación”.

Que el CEO de la UNIC sea un defensor de *blockchain* significa que la institución apuesta por las posibilidades de esta tecnología. En la UNIC existe el convencimiento de que su compromiso con el uso de *block-*

*chain* será trasladado a otras instituciones y sectores más allá de la educación, con un efecto de red que afectará a la industria y al mercado. Es difícil que solo desde el ámbito de la educación superior se lidere una acción que haga de *blockchain* una tecnología sostenible a corto plazo.

La conclusión es que si se consigue interactuar con diferentes industrias, la educación se verá claramente beneficiada. La UNIC señala la necesidad de un estándar que, por ejemplo, pueda autenticar comentarios en la *blockchain* para poder establecer dinámicas de trabajo en red, y se espera que emerja un estándar abierto, a pesar de los esfuerzos de las compañías para vender sus soluciones privadas. Cuando la gente experimente en su vida real los beneficios de esta tecnología, el intercambio consensuado de metadatos en un sistema de estándares unificado será un hecho.

## 9. Conclusiones

Las aplicaciones de la tecnología *blockchain* para la educación todavía están en fase de prueba. Muchas instituciones están realizando los primeros estudios piloto para la acreditación de certificados mediante el uso de *blockchain*, otras están usando *blockchain* para aceptar el pago en criptomoneda.

Aunque el punto de mira se sitúa en el ámbito financiero y tecnológico frente al educativo, la confianza en la tecnología *blockchain* puede finalmente migrar de los primeros al segundo. Los expertos hablan de un plazo de tres a seis años, pero la implementación de la tecnología *blockchain* será un proceso de décadas. Hay indicadores que señalan que la mayoría de las industrias se verán afectadas por esta tecnología con el mismo impacto disruptivo con el que lo hizo Internet.

Además, más allá de los certificados digitales, la tecnología *blockchain* ofrece al ámbito educativo la posibilidad de un seguimiento detallado sobre la propiedad intelectual, quién la ha utilizado, dónde y cómo, y asociarla con créditos, que se podrían traducir bien en forma de pagos o de reputación académica. Este tipo de sistemas de propiedad intelectual podría servir, por ejemplo, como base de publicaciones científicas o como vía para el seguimiento de la producción y el uso de materiales

educativos de código abierto, lo que supondría un potente impulso para incentivar la apertura de la educación y los recursos educativos. Pero, de momento, las instituciones educativas todavía tienen pocas pruebas que avalen que la *blockchain* ofrece avances significativos para sí mismas o sus estudiantes. Por tanto, se necesita investigar más y seguir realizando estudios piloto.

## Referencias bibliográficas

Allen, C. (2016). The path to self-sovereign identity. Disponible en <http://www.lifewithalacrity.com/2016/04/the-path-to-self-sovereign-identity.html>

Cheng, S., Daub, M., Domeyer, A. y Lundqvist, M. (2016) Using blockchain to improve data management in the public sector. Disponible en <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/using-blockchain-to-improve-data-management-in-the-public-sector>

Jagers, C. (2017). Digital Identity and the Blockchain. Disponible en <https://medium.com/learning-machine-blog/digital-identity-and-the-blockchain-10de0e7d7734>

Lewis, A. (2017) WTF is the blockchain? The ultimate 3500-word guide in plain English to understand Blockchain. <https://hackernoon.com/wtf-is-the-blockchain-1da89ba19348>

MIT Media Lab (2016). What we learned from designing an academic certificates system in the blockchain. Disponible en <https://medium.com/mit-media-lab/what-we-learned-from-designing-an-academic-certificates-system-on-the-blockchain-34ba5874f196>

Schmidt, J.P. (2015). Certificates, Reputation, and the blockchain. Disponible en <https://medium.com/mit-media-lab/certificates-reputation-and-the-blockchain-ae03622426f>

Smolenski, N. (2016). Academic Credentials in an Era of Digital Decentralisation. Learning Machine Research. Disponible en [https://www.academia.edu/29403234/Academic\\_Credentials\\_in\\_an\\_Era\\_of\\_Digital\\_Decentralization?auto=download](https://www.academia.edu/29403234/Academic_Credentials_in_an_Era_of_Digital_Decentralization?auto=download)

# Capítulo 4

## **La tecnología *Blockchain* como herramienta pedagógica**

Vasilis Koulaidis  
University of Nicosia

(Traducción: P. Américo)

## 1. Objetivo

El objetivo de este texto es resumir las aplicaciones de la tecnología *Blockchain* en Educación. Por “educación” entendemos aquí todas las dimensiones de las actividades educativas, incluyendo los procesos de aprendizaje y su certificación, el diseño curricular, el desarrollo de materiales de enseñanza y aprendizaje (con especial atención al aprendizaje individualizado), etc.

## 2. El contexto: consideraciones pedagógicas

Los estudiantes intentan adquirir o desarrollar nuevos conocimientos, habilidades, hábitos y normas principalmente a través de distintas vías de escolarización. La adquisición de nuevos conocimientos implica una construcción individual de los mismos por parte de cada estudiante. En este sentido, la educación no se entiende como la transmisión de un emisor (el profesor) a un receptor (el alumno), sino como un constructo individual, sea cual sea, que debe conducir a un conocimiento aceptado por la comunidad científica pertinente.

Este proceso individual de construcción del conocimiento es complejo y comparte algunos elementos comunes con el proceso de otros estudiantes, mientras que otras facetas de dicha construcción son personales e incluso idiosincráticas. La parte común hace que la enseñanza en grupo sea posible y el aprendizaje individualizado favorece el desarrollo individual. En términos generales, la construcción de nuevos conocimientos se puede concebir como el movimiento de mapas conceptuales personales e incompletos hacia mapas conceptuales cercanos a aquellos comúnmente aceptados por la comunidad científica. La construcción de mapas por parte de cada estudiante supone:

- a) la superación de ciertos obstáculos cognitivos, que no son necesariamente los mismos para cada persona y
- b) el consenso en que el mapa conceptual final debe representar un conocimiento válido.

Ejemplo: Los estudiantes no pueden comprender los cambios de la materia a menos que hayan comprendido la conservación de la materia (naturaleza particular de la materia).

### 3. Consideraciones sobre tecnología *blockchain*: una metáfora

A continuación, presentamos algunos elementos metafóricos que pueden ayudar a establecer una conexión entre educación y tecnología *Blockchain*:

- Estudiantes → participantes (nodos)
- mapas conceptuales → registros
- procesos de aprendizaje (o cambios en los mapas conceptuales) → transacciones
- certificación de estudiantes → smart contracts

### 4. Hacia una nueva pedagogía liberadora

Entender la educación como una construcción individual y no como una instrucción ofrece muchas ventajas para el desarrollo curricular y de herramientas de aprendizaje (vid. varias formas de constructivismo). La tecnología *Blockchain* permite tratar el conocimiento como una construcción elaborada por individuos a través de fragmentos similares de conocimiento (representados por bloques = códigos). Pero la combinación/ disposición/ secuenciación de esos bloques de conocimiento no tiene que ser necesariamente la misma para cada estudiante; a veces estos itinerarios son distintos para cada persona.

El constructivismo afronta el problema de tratar con constructos individuales de forma colectiva. El nuevo elemento (que introduce la tecnología *Blockchain*) es una articulación válida de bloques de conocimiento asegurados de forma colectiva. Es decir, que la adquisición de nuevas combinaciones se puede verificar de forma independiente, colectiva y generalmente aceptada.

Además, los enfoques constructivistas están obligados, debido a las limitaciones actuales de la escolarización y la tecnología educativa, a poder identificar qué estudiante ha cometido un error o equivocación. *Blockchain* resuelve esta cuestión de forma efectiva, y también puede seguir el camino inverso, identificando, por ejemplo, qué error concreto ha cometido un determinado alumno. Si esto se puede verificar, los centros educativos podrían hacer realidad el sueño de llevar a cabo una enseñanza individualizada de forma colectiva y, por tanto, factible.



## 5. Ventajas: ¿Por qué *Blockchain*?

El uso de la tecnología *Blockchain* para atribuir a cada uno de los estudiantes una serie única de mapas conceptuales mientras éste los va construyendo o desarrollando tiene muchas ventajas. De hecho estas ventajas hacen de *Blockchain* una herramienta (BaaT) necesaria que cumple con su cometido.

En concreto, *Blockchain* entendida como herramienta desarrollará cadenas de registros con las siguientes características:

1. Cada uno de los registros (mapas conceptuales) es transparente, con lo que todos los estudiantes y sus profesores pueden visibilizarlos de principio a fin (en base a sus permisos de acceso). Esto ofrece a los profesores la posibilidad de moverse de un punto a otro de forma sencilla para seguir el progreso de sus alumnos. Por su parte, los estudiantes, especialmente los más veteranos, pueden auto inspeccionarse. Esto sería útil en la elección de las herramientas pedagógicas más efectivas para superar posibles obstáculos cognitivos.

Para superar dichos obstáculos el estudiante puede:

- 1.1. Reconstruir su itinerario en cualquier punto.
- 1.2. Comparar su itinerario con el de otros estudiantes.
- 1.3. Encontrar métodos para superar obstáculos cognitivos utilizando recursos similares a otros que ya han sido desarrollos por sus compañeros y que ahora están disponibles.

Por otro lado, el profesorado, tras inspeccionar los itinerarios seguidos por sus estudiantes, pueden ayudarlos a desarrollar itinerarios de aprendizaje individualizados, así como ajustar el proceso de enseñanza y aprendizaje según las necesidades y el potencial de cada estudiante.

De este modo los docentes pueden:

- 1.4. Aplicar técnicas de aprendizaje individualizadas y adecuadas a las necesidades de cada estudiante (o equivocaciones o soluciones).
- 1.5. Sugerir materiales de aprendizaje que hayan sido útiles a otros estudiantes con problemas de aprendizaje similares.

- 1.6. No guardarse para ellos mismos la información sobre el desarrollo conceptual de sus estudiantes. Poder compartir gran cantidad de información de todo tipo de forma transparente, segura y eficiente, que además ha sido validada de común acuerdo es liberador para el profesorado, el alumnado y los investigadores que puedan acceder a la misma.
2. Cada uno de los registros es permanente y seguro, con lo que nadie puede eliminarlo o modificarlo. Este nivel de seguridad permite una certificación justa, precisa, totalmente segura y, lo más importante, detallada de los logros de los estudiantes. Se reducen (si no se eliminan), por tanto, los costes de verificación de títulos y certificados, así como el peligro de cometer fraude. Esto es especialmente importante hoy en día (globalización) cuando el movimiento entre distintos sistemas educativos es totalmente necesario. Las vías tradicionales para determinar la equivalencia de titulaciones son costosas, muy poco efectiva y depende de intermediarios, instituciones o individuos; un proceso que actualmente dificulta a los estudiantes la consecución de sus objetivos en términos de espacio y tiempo.
3. El aprendizaje suele comenzar cuando un estudiante intenta descubrir “equivocaciones u obstáculos”. El hecho de que todos los itinerarios de mapas conceptuales estén disponibles permitirá el desarrollo de programas personalizados y, más importante, la capacidad de trasladarnos del error al estudiante y viceversa de forma simultánea. Este último rasgo supone un giro de la práctica pedagógica y, si se emplea con éxito, la transformará de forma radical.

# Capítulo 5

## **Certificaciones, reputación y *blockchain*<sup>1</sup>**

J. Philipp Schmidt  
MIT Media Lab Learning

(Traducción: A. Cerdan)

<sup>1</sup> Publicado originalmente como: J. Philipp Schmidt, “Credentials, Reputation, and the Blockchain,” EDUCAUSE Review, April 24, 2017; <http://er.educause.edu/articles/2017/4/credentials-reputation-and-the-blockchain>. Publicado con autorización del autor.

## Resumen

Las cadenas de bloques (*blockchain*) y una potente criptografía son herramientas para la creación de certificados que nos permitan controlar la lista de nuestros logros. Los que las reciben pueden compartir con un empleador su certificado digital garantizando, al usarlas, que ese título fue emitido verdaderamente para la persona que lo comparte. Esta práctica hace emerger cuestiones interesantes sobre la naturaleza de las acreditaciones y de su aceptación.

El itinerario que marcan los certificados y las metas que logramos a lo largo de nuestras vidas dicen algo de quiénes somos y pueden abrirnos puertas que nos permitan ser quiénes queremos ser. Algunos diplomas, como los de las universidades, suelen pesar más que otros, pero todas esas certificaciones representan experiencias que son parte de nuestras vidas, signos de nuestros logros e indicadores de los grupos y las comunidades a las que pertenecemos.

Los actuales sistemas analógicos para la gestión de títulos son lentos, complicados y relativamente poco creíbles. Crear una infraestructura digital para la gestión de certificados presenta muchas ventajas y tecnologías como las *blockchain*<sup>2</sup> ofrecen nuevas e interesantes posibilidades para ello. La apuesta por este tipo de sistema todavía conlleva riesgos porque un sistema como éste que puede mostrar quiénes somos profesionalmente puede, también, limitar nuestras oportunidades. Tenemos que meditar bien sobre su diseño y sobre el tipo de instituciones en las que vamos a confiar para que lo controlen.

### 1. Sistemas de certificación digital

Mi interés en el campo de los sistemas de certificación digital empezó en el 2010, cuando me di cuenta de que nuestros desfasados sistemas de certificaciones limitaban la capacidad para crear nuevos itinerarios educativos, en particular para aquellas personas que no podían acceder a ellos pero que, a su vez, estaban más necesitados de poderlos cursar.

Un reto para las personas que no han recibido una educación formal cuando buscan trabajo es cómo demostrar sus conocimientos porque

---

<sup>2</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Blockchain\\_\(database\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Blockchain_(database))

a menudo no disponen de certificaciones que demuestren sus habilidades o experiencia. Los sistemas de acreditación que tenemos disponibles hoy en día se decantan mayoritariamente por la educación formal dejando al margen otro tipo de aprendizajes, lo cual dificulta el desarrollo de programas de formación más allá del ciclo escolar o de las horas que dedicamos a la jornada laboral.

Poner el foco del sistema de acreditación sólo en el aspecto formal de la educación afecta al alumnado de todas las edades. Por ejemplo, el alumnado que en el instituto es capaz de dedicar tiempo después de clase para programar robots pero que no consigue seguir la clase de matemáticas acabará con unas notas pésimas en su evaluación. Y adultos que colaboran en grupos de desarrollo de programas de código abierto en su tiempo libre pero que nunca han estudiado informática o ingeniería en la universidad van a tener serias dificultades para demostrar sus habilidades al buscar un empleo. Más aún: a la velocidad a la que se mueve la tecnología, la necesidad por mantenernos actualizados a lo largo de nuestra vida se incrementa y necesitamos nuevas vías de reconocimiento y de organización de los diversos aprendizajes que adquirimos para que nos permitan avanzar hacia nuestras metas personales.

Conjuntamente con mis colegas Erin Knoght y Mark Surman de Mozilla, escribí un artículo<sup>3</sup> sobre insignias digitales en abierto (*open badges*, que es otro nombre para certificaciones) que describe una visión alternativa para estas insignias, un sistema que sería más inclusivo y que podría reconocer una más amplia variedad de logros. Las *open badges* introducen un léxico estándar, unas denominaciones comunes para describir logros académicos tales como el nombre de quién las recibe y de la institución que las emite, la fecha en que tal o cual insignia se ha emitido, etc. Pero a pesar del éxito del proyecto *open badges* como tal, no hay muchas entidades que lo hayan adoptado como propio debido a dos motivos principales: (1) la falta de herramientas para que las y los estudiantes puedan almacenar y compartir las insignias que consiguen, y (2) la incapacidad por parte de las universidades para ver los beneficios que supondría pasar del sistema actual de títulos a uno

<sup>3</sup> [http://wiki.mozilla.org/images/5/59/OpenBadges-Working-Paper\\_012312.pdf](http://wiki.mozilla.org/images/5/59/OpenBadges-Working-Paper_012312.pdf)

de *open badges*, lo que ha relegado el uso del sistema propuesto sólo para certificados de bajo nivel, como las insignias que se ofrecen para algunos cursos fuera del sistema oficial universitario (extensión universitaria o similares).

Sin embargo, el interés por la certificación digital ha alcanzado un nuevo nivel con el impulso actual de la tecnología de las cadenas de bloques. *Blockchain*, la estructura tecnológica que hace posibles las criptomonedas como Bitcoin, nos ofrece nuevas formas de compartir y verificar titulaciones que dejan atrás los problemas que se perfilaban con el uso del sistema de insignias digitales.

La combinación de las insignias digitales y de las cadenas de bloques crea un sistema de certificación digital que puede prevenir el fraude, abre nuevas posibilidades sobre la forma en cómo debemos certificar y ofrece nuevos mecanismos a través de los cuales las comunidades y los grupos de interés pueden compartir sus conocimientos. Los primeros ejemplos de que un sistema basado en *blockchain* puede pasar de la teoría a la práctica han salido a la luz recientemente: las secretarías académicas de instituciones como el MIT, la UT Austin y la Universidad de Nicosia están valorando emitir diplomas digitales para sus estudiantes basados en estos sistemas; las organizaciones que trabajan con personas refugiadas están interesadas en facilitar este tipo de certificaciones a sus alumnas y alumnos dada su alta movilidad entre diferentes países (y su imposibilidad para llevar con ellos los títulos físicos que acreditan su aprendizaje), y recientemente este mismo año el gobierno de Malta<sup>4</sup> ha anunciado su intención de apoyar el desarrollo de *blockcerts*, un estándar en abierto para la creación de certificaciones digitales dentro de las cadenas de bloques de Bitcoin, que surgió de prototipos desarrollados por mi grupo de investigación en el MIT Media lab.

---

<sup>4</sup> <http://www.gov.mt/en/Government/Press%20Releases/Pages/2017/January/24/PR170153.aspx>

## 2. Una breve reseña de algunos de los sistemas de certificación a lo largo de la historia

La humanidad ha usado durante miles de años diferentes sistemas para certificar tanto los estudios realizados como otros logros conseguidos. Podemos revisar el diseño de esos sistemas con el objetivo de encontrar un grupo básico de características y valores que todos los sistemas de certificación deberían compartir, incluyendo también aquellos que crearemos ahora con las nuevas tecnologías digitales.

### 2.1. *Ijâzah*

Hasta hace muy poco tiempo, la adquisición del conocimiento a menudo requería una especie de aventura que incluyese buscar, viajar y pasar un cierto tiempo con expertas y expertos en el tema que uno quería dominar, al final de la cual se obtenía de esas personas una certificación o credencial sobre lo aprendido. William A. Graham escribió sobre los estudiosos de la religión islámica ya en el siglo IX se embarcaban en “ese viaje en búsqueda del conocimiento” para poder estudiar la *hadîth*<sup>5</sup> (escritos que representan los dichos y las acciones del profeta Mahoma)<sup>6</sup>.

Para que los estudiantes pudiesen demostrar a otras personas lo que habían aprendido y quién había sido su maestro, recibían un certificado llamado *ijâzah*. Con el paso del tiempo, esos elaborados documentos fueron utilizados no sólo para acreditar los estudios religiosos realizados sino que también sirvieron para certificar los conocimientos adquiridos en otras ramas del saber como la historia, el derecho o la filosofía: cuando el profesor estaba satisfecho con el aprendizaje realizado por el estudiante en una especialidad concreta, emitían una *ijâzah* como forma de licencia que permitía a quién la tenía transmitir a su vez a otras personas los conocimientos adquiridos.

Una característica distintiva y única de las *ijâzah* es que describen no sólo el aprendizaje realizado por la o el aprendiz, sino que incluyen la “línea de transmisión del conocimiento”<sup>7</sup> por la que la persona que la

<sup>5</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Hadiz>

<sup>6</sup> Graham, W. A. (1993) Traditionalism in Islam: An Essay in Interpretation, *Journal of Interdisciplinary History*, 23 (3), 495-522. doi: 10.2307/206100

<sup>7</sup> Ibid.

emite ha adquirido su propio saber. Así, en el documento no sólo se recoge el cómo la persona a quién se le ha emitido el certificado ha aprendido lo que sabe, sino que además refleja la línea histórica por la que dicho saber ha llegado hasta sus manos. Las *ijâzah* se convierten en mapas del viaje que ha realizado la persona que la consiguió para obtener su conocimiento y en el permiso o autorización para transmitirlo, a su vez, a otras personas. Es una manera de facilitar la difusión de ideas y conocimientos dentro de una comunidad de aprendizaje.

La imagen 1 muestra un ejemplo de certificación *ijâzah* relacionada con la habilidad para escribir con caligrafía árabe. Escrita por Ali Ra'if Efendi en 1206 (calendario musulmán, 1791 en el calendario occidental) con caligrafía *thuluth* y *naskh*. Tal y como se indica en la página de la Wikipedia<sup>8</sup>:

«La franja superior y media contienen un dicho (un *hadîth*) atribuido al profeta Mahoma que dice: La caridad en secreto sacia la ira de Dios / Lo mejor de ti es lo mejor para su familia. / El mejor de los seguidores es Uways»



Imagen 1: Ijâzah de competencias de escritura en caligrafía árabe (siglo XVIII). Por Ali Ra'if Efenda, depositada en la Library of Congress (dominio público).

<sup>8</sup> <https://en.wikipedia.org/wiki/Ijazah#/media/File:Ijazah3.jpg>



## 2.2. *Licentia Docendi*: una certificación para enseñar

Las primeras universidades europeas no tenían edificios o docentes. Aunque hay una tradición mucho más antigua en lo referente a estudios vinculados con la religión, el concepto de universidad medieval surgió espontáneamente de grupos de jóvenes estudiantes que se organizaron en gremios y que pagaban a docentes para que les traspasasen sus conocimientos. De forma gradual estos grupos fueron creando las diferentes estructuras e instituciones que han dado forma a las universidades hasta el día de hoy, incluyendo los títulos y diplomas.

En algún momento durante el siglo XII, las universidades de Bolonia y París empezaron a emitir un certificado denominado *licentia docendi* a sus graduados. Traducido literalmente como “licencia para enseñar”, representa una noción sobre la transmisión del conocimiento similar a la que veíamos en las *ijâzah*. Por ese mismo período de tiempo, un cierto número de bulas papales<sup>9</sup> daba más autonomía a las universidades y establecía un sistema de reconocimiento de licencias entre universidades lo que dio pie a una red de instituciones interesadas en la transmisión del conocimiento. La imagen 2<sup>10</sup> muestra un grabado de una clase de filosofía en la época medieval.



Imagen 2: Cours de philosophie à Paris. Grandes chroniques de France (dominio público).

<sup>9</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Bula>

<sup>10</sup> [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Philo\\_mediev.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Philo_mediev.jpg)

Las *licentia docendi* no sólo indicaban un aprendizaje individual (aspecto en el que nos centramos hoy en día en nuestras certificaciones) sino que actuaban también como mecanismo para diseminar el conocimiento de una forma creíble y consistente a lo largo de largas distancias y entre generaciones. Algunas características de los actuales títulos de doctora o doctor tienen sus orígenes en esas primigenias credenciales universitarias, de la misma forma que ciertos aspectos de la investigación tal y como se realiza hoy en día en las universidades pueden considerarse basados en aquellas primeras instituciones que crearon esos diplomas.

### 2.3. Los certificados para viajeros

Las certificaciones no sólo fijan quién puede transmitir el conocimiento, sino que también nos ayudan a identificar a los miembros de una comunidad o grupo en función de sus habilidades. Cuando vivíamos en pueblos y villas pequeñas, con un tejido social bien entramado y claramente delimitado, la gente sabía a quién debía acudir cuando necesitaba a un experto (y a quién debía evitar en las mismas situaciones). Sin embargo, a medida que empezamos a movernos más allá de nuestra propia ciudad y las redes crecieron, fueron necesarias nuevas formas de mostrar nuestras capacidades a nuevos vecinos. Algunos de esos sistemas todavía están en boga hoy en día: por ejemplo, en algunos países europeos, las personas que quieren aprender carpintería pueden acceder a un sistema de aprendizaje que implica estar con un maestro carpintero como mínimo tres años y un día.

Estos aprendices modernos llevan con ellos un cuaderno llamado *Wandербuch* (traducido literalmente como *el libro del viajero*) en el que van recogiendo los sellos y las recomendaciones de los maestros carpinteros con los que han pasado el tiempo estipulado para el aprendizaje. La vestimenta tradicional (ahora algo *hipster*) de los carpinteros, el cuaderno que llevan con ellos y (si todo va bien) el certificado de aceptación al gremio de carpintería son las pruebas de que tenemos delante a una mujer o un hombre en quien se puede confiar la construcción de una casa (ver imagen 3<sup>11</sup>).

---

<sup>11</sup> [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wandergeselle\\_02.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wandergeselle_02.JPG)



Imagen 3: Despedida de un albañil de sus andanzas (fotografía de Sigismund von Dobschütz, 2011).

Los viajeros pasan por un proceso de adquisición del aprendizaje claramente marcado. También tienen tipificados los estándares de calidad de su trabajo. Estos dos criterios se recogen en el libro que llevan con ellos. Cuando llegan a una nueva ciudad, el *Wanderbuch* y lo que dice en su interior sobre quién lo porta es crucial para encontrar trabajo. Las certificaciones en este caso sirven como carta de presentación para adquirir nuevos conocimientos (anotándose como nuevos aprendizajes) y para trabajar en función de las habilidades que ya han desarrollado (y que serán las necesarias para realizar adecuadamente el trabajo que se les ofrecerá, en función de lo recogido en el *Wanderbuch*). Ver en la imagen 4<sup>12</sup> las páginas 4 y 5 del libro del viajero del peletero Albert Strauss (julio 1816)

<sup>12</sup> <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wanderbuch2.jpg>



Imagen 4: Wanderbuch des Kürschnergesellen Albert Strauß, 1816. Seite 4-5 (dominio público).

## 2.4. Condecoraciones

Finalmente, y aunque no están en el mismo grupo de certificados, las condecoraciones siempre me han fascinado y creo que podemos aprender mucho de ellas para el diseño de los actuales sistemas de acreditación. Originalmente creadas dentro del ejército, las condecoraciones tenían usos variados incluyendo la de acreditación o la de aumentar la moral de la tropa. Según algunos informes, las condecoraciones fueron incluso utilizadas para delegar la autoridad, permitiendo que quien la llevase pudiese actuar en nombre de quien la emitía. La imagen 5<sup>13</sup> muestra una condecoración de la aviación que representa el inicio del período de formación especializada de un piloto de la USAF cuando ya ha completado su formación inicial básica.

<sup>13</sup> [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Challenge\\_coins,\\_A\\_tradition\\_of\\_excellence\\_150324-F-FK724-018.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Challenge_coins,_A_tradition_of_excellence_150324-F-FK724-018.jpg)



Imagen 5: Condecoración de piloto (fotografía del piloto de primera clase Deana Heitzman (2015), dominio público).

Sean cuales sean sus orígenes, las condecoraciones se han utilizado de muy diversas maneras a lo largo de los siglos y han servido como señal de reconocimiento que podía ser compartida por soldados de diferente rango jerárquico e incluso con gente que no pertenecía al estamento militar. Mientras que algunas de ellas se emiten por oficiales de muy alto rango y están tremendamente controladas (el presidente de los Estados Unidos puede otorgar una condecoración a las familias de los soldados que han muerto en cumplimiento del deber), la mayoría de ellas se crean de manera más popular (por ejemplo, por un grupo de soldados que se unen para diseñar ellos mismos su propia condecoración que finalmente acuñan y emiten entre todos).

Las condecoraciones pueden servir también para confirmar la pertenencia a un grupo. El nombre proviene de la acción de retar a alguien para que demuestre que son miembros de un grupo. Estos retos a menudo implican rondas de bebidas en las que el soldado que pierde se ve obligado a pagar la ronda a todos los implicados en el juego<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> En el texto original, las condecoraciones se nombran como *challenge coins*, literalmente “monedas del reto”. Este párrafo une el significado de *to challenge*, retar, y el hecho de que las condecoraciones son “*coins*”, monedas, en un juego de palabras de difícil traducción sobre el pago del perdedor del reto (n. del tr.)

### 3. Aprendiendo del pasado

Muchas de las lecciones de estos ejemplos históricos nos aportan importantes ideas que nos ayudan en el diseño de un nuevo sistema de certificación. Por ejemplo, hay ventajas evidentes en lo que puede suponer para quien recibe los certificados en cuanto al control de su tenencia, como pasa en el caso de las y los carpinteros de Austria y Alemania: su sistema les permite llevarse con ellos las certificaciones que van acumulando en su libro, lo cual les permite ofrecer un historial verificable sobre su aprendizaje a quien lo examina.

Dar más control a quienes reciben los certificados no significa crear más posibilidades de fraude. En el *Wanderbuch* de los carpinteros, por ejemplo, no se pueden arrancar páginas sin que nadie lo note. Controlar los propios certificados significa tener un sistema para acumularlos, para llevarlos consigo mismo y para presentarlos ante un posible empleador sin tener que pagar o pedir permiso a quién los emitió o su cooperación para hacerlo. Además, el propio control sobre los certificados obtenidos implica un mayor grado de movilidad al permitir que esas certificaciones viajen conjuntamente con quien las ha recibido.

Los sistemas de acreditación y certificación bregan con los temas de confianza y de verificación de diversas maneras. Los primeros sistemas que se utilizaron tenían herramientas limitadas para detectar los fraudes: los elaborados diseños de las *ijâdah* hacían su imitación difícil pero no imposible y lo mismo ocurre con los sellos incorporados a los “libros de los viajeros”. De hecho, los diplomas y las certificaciones son simplemente piezas de papel que tienen un valor más allá de los materiales de los que están hechos (curiosamente de forma similar a lo que ocurre con el papel moneda): aun incorporando diseños que pueden complicar su falsificación a mano, lo que los convierte en papeles con un significado especial es la confianza que depositamos en ellos.

Muchos sistemas de certificación tradicional, como el de los títulos universitarios, ofrece algunas formas de verificación contactando con la entidad que los emitió o con agencias validadoras de titulaciones, pero, como sabe todo el mundo que alguna vez ha tenido que contactar con la secretaría académica para pedir un certificado académico, a menudo son procedimientos pesados y no exentos de posibles fraudes. Las per-

sonas que buscan trabajo tienen que pedir certificados académicos a sus universidades y escuelas (lo que suele incluir el pago de una tasa por el servicio) y, por su parte, las empresas que los van a emplear también necesitan contactar con la misma entidad académica si quieren verificar que la certificación no fue falsificada (aunque, en verdad, no existe una forma veraz de saberlo).

Un aspecto fundamental de estos sistemas de acreditación que encuentro particularmente fascinante es la noción de la delegación de autoridad a un individuo en particular para que actúe en nombre de toda una institución. En la misma forma como los *ijâzah* y las *licentia docenti* indicaban quién había superado el aprendizaje de ciertos saberes, me gustaría encontrar sistemas de acreditación digital que habilitasen a nuevos tipos de agencias verificadoras donde sea un grupo de personas las que actúen en nombre de toda una institución. Veo esto como una parte de un proceso estructurado que llevaría a más personas a formar parte de esas instituciones.

#### 4. Sistemas digitales

Hay dos áreas en particular en los que los sistemas digitales sobrepasan las prácticas que se han ido desarrollando en los sistemas tradicionales de certificación y que abren nuevas y interesantes posibilidades: (1) confianza y verificación, y (2) datos y su disponibilidad.

Los nuevos sistemas de verificación se pueden construir sobre una criptografía fuerte que haga más fácil detectar si el contenido de un certificado ha sido manipulado. Se pueden usar sistemas de claves dobles públicas/privadas para autenticar tanto a quién ha emitido el certificado como a quién lo ha recibido que pueden hacer que el fraude en este campo sea prácticamente imposible. Aun así, y aunque esto tiene ventajas claras, también viene con sus propios riesgos asociados: ¿de veras queremos tener un historial no editable de todos nuestros logros, o hay algún valor en ser capaces de clasificar, controlar y ordenar nuestra propia trayectoria?

Los sistemas digitales añaden, también, la posibilidad de almacenar y analizar muchos más datos sobre el uso y el valor de los certificados emitidos. Estamos empezando a ser conscientes del poder de ese tipo

de análisis de datos en proyectos como en la clasificación de universidades de LinkedIn, que tiene en cuenta qué títulos llevarán a los trabajos más deseados (todos los datos extraídos de la propia base de datos de LinkedIn)<sup>15</sup>. El experimento reveló algunos resultados sorprendentes, pero tuvo una corta vida y LinkedIn lo ha eliminado de su página web (una de los riesgos de los datos que pertenecen a una titularidad privada): el público no puede pedir el acceso a esos datos aunque haya contribuido a ellos con toda la información que se utilizó en el estudio.

## 5. Un sistema abierto para certificaciones digitales

Las claves principales en las que uno debe pensar cuando diseña sistemas digitales de certificación son centralización vs. descentralización, y abierto vs. privado. Los sistemas centralizados suelen ser más fáciles de construir y de manejar pero también suelen ser los que más rápidamente crean escenarios del tipo “el ganador se lo queda todo”, pueden ahogar la innovación (una vez que el mercado correspondiente ya ha sido captado) y limitan la diversidad. Tomemos la red mundial (*world wide web*) como ejemplo: entre los últimos años de la década de los 80 y los primeros de la década de los 90 del siglo pasado hubo una gran batalla entre diferentes compañías privadas que querían establecer los estándares de programación que habían desarrollado internamente como los estándares globales para la creación de contenidos multimedia entrelazados entre sí (*hyperlinked media content*). Al final, sin embargo, el protocolo de transferencia de hipertextos HTTP creado por Tim Berners-Lee en el CERN se impuso: el hecho de que el protocolo HTTP fuese en abierto y que cualquier persona o entidad pudiese construir aplicaciones sobre él sin un control central ha llevado a una increíble cantidad de creatividad e innovación, dando lugar a proyectos como la Wikipedia, YouTube, Khan Academy y Kickstarter.

Un escenario similar puede ser fácilmente vislumbrado para la acreditación. De hecho, algunas redes sociales como LinkedIn o Facebook ya controlan muchos de los datos que generan experiencias profesionales y redes. Me preocupa que acumulemos nuestra historia o carrera profesional en sistemas privados cerrados que, al final, se acaban “que-

<sup>15</sup> Navneet Kuper, N. (2014, 1 de octubre) Ranking Universities Based on Career Outcomes [Entrada de blog]. Recuperado de: <https://blog.linkedin.com/2014/10/01/ranking-universities-based-on-career-outcomes>



dando los datos” dado que no nos va a ser posible migrar nuestros datos a otros sistemas y que ese “efecto red social” haga difícil entrar a nuevos competidores. En definitiva, almacenar nuestros datos en sistemas centralizados y cerrados puede limitar el valor que podemos obtener de los mismos tanto a nivel individual como a nivel del beneficio público que se podría producir cuando se analizan como un conjunto agregado.

Espero que podamos establecer un sistema de certificaciones digitales fuerte, descentralizado, basado en un estándar abierto que nos permita ver un nivel de innovación y de experimentación en el tema de la acreditación académica similar al que vimos con el desarrollo de la red. Además, sólo un sistema con un estándar en abierto permite a los individuos mantener el control de su propia historia académica. Y esto es importante porque las certificaciones académicas son indicadores de nuestra vida pasada y llaves para experiencias futuras.

## 6. Confianza descentralizada para las cadenas de bloques

Utilizando las cadenas de bloques y una criptografía potente, hoy en día es posible crear una infraestructura de certificación que nos dé el control de nuestro historial de logros. Esa infraestructura nos permitirá enviar nuestro título digital a un posible empleador al mismo tiempo que le dará la seguridad de que el título fue verdaderamente emitido a la persona que lo está enviando.

Esto es interesante porque no sólo es una mejor forma para el uso de las certificaciones en nuestros días, sino que también es una oportunidad para revisar algunas de nuestras ideas sobre un sistema más inclusivo y diverso de acreditación a partir del estándar *open badges*. Lo que faltaba cuando se crearon fue la infraestructura técnica que nos podía llevar al almacenaje y gestión de esos certificados. Para eso han llegado las cadenas de bloques.

La tecnología *blockchain* se conoce por su conexión con el mundo de las criptomonedas virtuales, especialmente las Bitcoins. Pero una forma sencilla de entender esta nueva tecnología es pensar en ella como un registro público que permite a cualquiera de nosotros anotar una trans-

acción en él. Lo que la hace especial es su durabilidad, su trazabilidad en el tiempo, su transparencia y su descentralización. Estas características son igualmente útiles para realizar movimientos económicos y financieros como para establecer un sistema de reputación académica de una persona. De hecho, podrías pensar en la reputación académica como un tipo de moneda del capital social, similar a la moneda del capital financiero.

### 6.1. El diseño básico: cómo funciona

Un sistema básico de certificación debería hacer posible verificar a quién se le ha otorgado el certificado y quién lo emitió, y validar también el contenido del certificado. Nosotros desarrollamos un sistema sencillo sobre la base de las cadenas de bloques de Bitcoin que las convierte en algo así como un notario público, en las que acumulamos pequeñas piezas de información en un sitio en abierto (pero seguro) por lo que cualquier persona o institución puede verificar la autenticidad y la integridad de la certificación a la que se refiere esa información. El proceso se desarrolla de esta forma:

- Los datos básicos tales como el nombre de quien recibe el certificado, el nombre de quien lo emite, la fecha de emisión y algunos otros campos de información se acumulan en un fichero digital, la certificación, que se estructura de acuerdo al estándar IMS<sup>16</sup> de las insignias en abierto (*open badges*). El fichero está firmado criptográficamente con una clave privada que sólo conoce quien lo ha creado y la firma se anexa al certificado mismo.
- Se crea el resumen criptográfico (*hash*) del archivo de la certificación que, en esencia, está constituido por una larga cadena de letras y números que puede ser usado para verificar que nadie ha estado modificando los contenidos del certificado, y se acumula a las cadenas de bloques de las Bitcoins. Sólo hay una precisa combinación de letras y números que corresponde a cada uno de los archivos digitales y cualquier cambio en el archivo daría como resultado un *hash* diferente al existente.
- Los certificados digitales como tales pueden ser guardados en un disco duro o en una cartera digital desde los que son fácilmente

<sup>16</sup> <https://www.imsglobal.org/sites/default/files/Badges/OBv2p0/index.html>

transferibles para compartirlos con otras personas interesadas, o incluso para imprimirlos en papel. Los datos necesarios para verificar su integridad y autenticidad siguen acumulados en la *blockchain*.

- Si un empleador (o una empresa que ofrezca este servicio) quiere verificar si una certificación es cierta o no, lo que debe hacer es seguir el proceso descrito hacia atrás para asegurarse que el *hash* se corresponde en efecto con el archivo original y que las claves usadas para la creación del archivo se corresponden con las de la institución que lo creó.

A lo largo de los últimos años, Juliana Nazaré (una estudiante graduada en el MIT Media Lab) y yo mismo hemos desarrollado varios prototipos de este sistema, experimentando con certificaciones para el alumnado becado por el programa *Media Lab Director's Fellows* y para asistentes a nuestro 30 aniversario. De estos prototipos nació *blockcerts*, un conjunto de herramientas de *software* y documentación en abierto que facilita que cualquiera pueda empezar a emitir, compartir y verificar certificados digitales. Adicionalmente a las herramientas mencionadas, ya han aparecido las primeras versiones de los estándares para uso comercial de los *blockcerts* y universidades como el MIT empezarán a experimentar con la emisión de certificaciones digitales para algunas y algunos de sus estudiantes este mismo año. La mayor parte del futuro desarrollo de los *blockcerts*<sup>17</sup> lo llevará adelante *Learning Machine*, una compañía de tecnología educativa que tiene su sede en Cambridge, Massachusetts.

## 7. Mirando hacia el futuro

Los primeros pasos del sistema de certificación basado en las cadenas de bloques (como *blockcerts*) representan un paso adelante importante hacia un ecosistema de acreditación digital en abierto: fijan las bases y generan nuevas herramientas para seguir experimentando con ellos. A partir de este punto ya podemos empezar a construir sistemas mayores y a experimentar con acreditaciones basadas en *blockchain* de diferentes ámbitos, aprendiendo más sobre la mejor manera de controlar la evolución de los estándares para las certificaciones digitales.

---

<sup>17</sup> <https://www.blockcerts.org/>

Durante los próximos años veremos más opciones y capacidades añadidas a estos sistemas de acreditación digital. En concreto, estoy esperando el desarrollo de mejores formas para acumular y proteger los datos personales, mejoras que permitan a los individuos registrar de forma segura el uso que se da a sus certificaciones y que les permita ser más selectivos de con quién quieren compartir su currículum académico. Y creo que necesitamos encontrar una forma para hacer más fácil la verificación de las instituciones que emiten los títulos, asegurando de alguna forma que una clave concreta se refiere de hecho a la institución que dice que representa. Estos sistemas deberían ser también desarrollados (en un mundo ideal) con código abierto y con estructuras descentralizadas, que usen, por ejemplo, un sistema de web de confianza (*web-of-trust*) en los que los verificadores del sistema compartan información unos con otros y el sistema como conjunto se transforma en uno más inteligente y más confiable con el paso del tiempo.

Espero también que los sistemas desarrollados en el futuro se nutran de algunas de las características más potentes que el sistema de las cadenas de bloques ofrecen, especialmente de la habilidad para crear un sistema de intercambio de la información basado en una serie de transacciones o intercambios individualmente verificables. En ese escenario, los certificados no son documentos fijados en el tiempo, sino que se convierten en contratos inteligentes entre quien los emite, quienes los reciben y los futuros empleadores de esas y esos estudiantes. De la misma forma que decimos que un título puede abrir nuevas oportunidades, las certificaciones digitales podrán abrir nuevas capacidades digitales para quien las reciba.

En cuanto a los beneficios para la educación pública, veo dos escenarios en los que un sistema de certificación digital puede aportar cambios positivos al sistema: por un lado la creación de unas certificaciones mucho más diversas que sí contengan valor real para quienes las reciban. De hecho, espero que en un espacio de tiempo muy corto vamos a ver nuevos tipos de itinerarios educativos que ofrecerán alternativas viables o complementos potentes a los estudios más tradicionales a un bajo coste para quienes los cursen. Por otro lado, estoy interesado en encontrar maneras de agregar datos en el uso de certificaciones, pero

respetando la privacidad individual de cada estudiante. Esos datos nos facilitarían la posibilidad de dar mejores recomendaciones a las y los estudiantes y a sus empleadores, reduciendo el posible fraude de instituciones con ánimo de lucro que ofrecen cursos de un precio elevado que finalmente no les ayudan a conseguir trabajos.

Mientras la primera generación de un sistema descentralizado de certificaciones digitales empieza a madurar, mucho trabajo interesante se abre ante nosotros. Detalles técnicos, aparentemente pequeños, que se dirimen hoy en día, pueden tener grandes implicaciones en el futuro del desarrollo de estos sistemas. Esto es especialmente cierto para la definición de los estándares de trabajo que son difíciles de cambiar una vez han sido adoptados por un cierto número de agentes del sistema y que siempre tienen la posibilidad de acabar generando una implementación de la tecnología que no corresponda con la realidad que se necesita gestionar, especialmente si lo desarrollan organizaciones que tienen un cierto poder de mercado. Allá por los 90 del siglo pasado, por ejemplo, Microsoft llegó tarde a Internet, pero aun así intentó arrebatar el control sobre el estándar de HTML que se estaba creando, añadiendo características adicionales que estaban disponibles en exclusiva sólo para las y los usuarios de Internet Explorer. Por eso, un escenario similar es imaginable en el campo de la educación porque el beneficio potencial de controlar el estándar que mencionaba es muy elevado.

Sin embargo, el trabajo más importante que se nos avecina no es técnico. Tiene que ver en gran medida con las instituciones y la gobernanza. Requerirá de un esfuerzo conjunto para asegurar que los estándares que se definan de los sistemas de certificación digital se desarrollen en abierto y que incluyan las necesidades de todos los agentes implicados en ellos (estudiantes, instituciones educativas, empleadores y gobiernos) sin priorizar los intereses de unas organizaciones por encima de otras. Éste es un tiempo para experimentar, para colaborar y para compartir experiencias en el desarrollo del potencial máximo para la construcción de un nuevo ecosistema de certificaciones digitales.

Para aquellas personas que estén interesadas en aprender más sobre el tema y que, tal vez, se van a ver involucradas en este desarrollo, éstas son algunas referencias a tener presentes: la iniciativa del MIT en mo-

nedas digitales (*MIT Digital Currency Initiative*<sup>18</sup>), la comunidad del proyecto *blockcerts* (*Blockcerts Project Community*<sup>19</sup>) y el proyecto *W3C Verifiable Claims*<sup>20</sup>.

## Agradecimientos

Una versión más corta de este artículo apareció publicada en el blog del *MIT Media Lab*<sup>21</sup>. Quisiera agradecer a Juliana Nazaré y a Herman de Leeuw por su revisión y aportaciones a este artículo: se merecen el crédito por sus interesantes comentarios mientras que yo me quedo con la responsabilidad de cualquier error u omisión.

---

<sup>18</sup> <http://dci.mit.edu/>

<sup>19</sup> <https://community.blockcerts.org/>

<sup>20</sup> <https://w3c.github.io/vctf/>

<sup>21</sup> <https://medium.com/mit-media-lab/certificates-reputation-and-the-blockchain-ae03622426f>

# Capítulo 6

## **Registro, reputación y recompensas en Educación, basados en *Blockchains*<sup>1</sup>**

Mike Sharples

Institute of Educational Technology, The Open University

John Domingue

Knowledge Media Institute, The Open University

(Traducción: A. Bartolomé)

Adaptado y traducido de: M. Sharples and J. Domingue. The blockchain kudos: A distributed system for educational record, reputation and reward. En *European Conference on Technology Enhanced Learning*, 490–496. Springer, 2016.

## Resumen

Las cadenas de bloque son el mecanismo básico para el sistema de pago digital Bitcoin. Reúne una serie de tecnologías interrelacionadas: la cadena de bloques en sí misma es un registro distribuido de eventos digitales, el método de consenso distribuido para acordar si un nuevo bloque es legítimo, contratos inteligentes automáticos y la estructura de datos asociados con cada bloque. Proponemos un registro distribuido permanente de esfuerzo intelectual y de recompensa asociada a la reputación, basada en los *blockchain* que ejemplifica y democratiza la reputación educativa más allá de la comunidad académica.

### 1. Introducción

Las cadenas de bloques se proponen como una tecnología productiva que podría transformar el comercio y las finanzas (Jones, 2016; Valenzuela, 2016). En este texto exploramos el potencial disruptivo de las cadenas de bloques para educación y su capacidad para apoyar el aprendizaje autorregulado. Para comprender la relevancia de las cadenas del bloque en educación, es importante comprender sus componentes, puesto que algunos pueden ser adaptados para un uso educativo.

En primer lugar, está la cadena en sí misma, un registro distribuido de eventos digitales. La cadena de bloques es una larga cadena de datos relacionados, almacenados en todos y cada uno de los ordenadores que participan, donde el siguiente ítem sólo puede ser añadido por consenso de la mayoría de los que participan. Hay cadenas de bloques públicas a las que cualquiera puede acceder y potencialmente añadir información y las hay privadas utilizadas dentro de una organización consorcio. Las más conocidas pero no las únicas se encuentran en el corazón del sistema Bitcoin de moneda digital (Nakamoto, 2008).

En segundo lugar, está el método del consenso distribuido, que permite ponerse de acuerdo en cuando un nuevo bloque es legítimo y debería añadirse a la cadena. Este se realiza solicitando al ordenador de un participante realizar un complejo trabajo computacional (llamado “prueba de trabajo” o “minería”, en inglés *proof of work* o *mining*) antes de poder añadir el nuevo ítem a la cadena compartida. Crear una falsa cadena de bloques que sea aceptada por consenso se vuelve tremenda-



mente difícil. Una desafortunada consecuencia de requerir esa “prueba de trabajo” es que el ordenador que realiza la operación de minería para producir un nuevo bloque debe gastar una cantidad considerable de poder computacional y energía, sólo para proporcionar esa prueba. Se están desarrollando otras alternativas para la validación distribuida de nuevos bloques. Incluyen la “prueba de participación” (*proof of stake*) en la que, para añadir un nuevo bloque, un participante debe mostrar un cierto nivel de popularidad o prestigio, el cual se pierde si se demuestra que el participante realiza conductas incorrectas (Buterin, 2015).

En tercer lugar, cada bloque en la cadena puede contener una pequeña cantidad de datos (normalmente hasta 1 Mb) que pueden ser cualquier información que necesita conservarse de modo seguro pero distribuido. Estos datos podrían ser registro de transacciones económicas (como en Bitcoin) o, en educación, notas de un examen o registros de aprendizaje. Esta información es almacenada en todos los ordenadores que participan y puede ser visionada por cualquiera persona en una web de *software* libre<sup>2</sup>, pero no puede ser modificada ni siquiera por el mismo autor. Los registros de datos llevan información del momento en que se añaden, proporcionando un registro fiable y cronológico de los datos añadidos. Un minero de Bitcoin es premiado por crear un nuevo bloque recibiendo un número fijo de bitcoins más una tarifa por cada transacción registrada en el bloque.

Finalmente, hay “Contratos inteligentes” (*smart contracts*), segmentos de código de programación que aprueban transacciones en la cadena cuando ciertas condiciones se cumplen. Estos permiten almacenar y ejecutar en línea contratos comerciales y legales, por ejemplo automatizar la facturación. En octubre de 2015 Visa y DocuSign hicieron una demostración de “contratos inteligentes” para el alquiler de coches sin necesidad de rellenar formularios.

Para explorar el valor de las cadenas de bloques en educación, tomaremos cada uno de estos elementos separadamente, y luego examinaremos como agruparlos.

---

<sup>2</sup>E.g. <https://blockchain.info/>

## 2. La cadena de bloques como un registro digital distribuido

La cadena de bloques se puede definir como un registro enlazado de eventos digitales, almacenados en los ordenadores que participan. Tiene las siguientes propiedades:

- El registro entero es distribuido sobre una amplia red de ordenadores participantes, y así es resistente a caídas del sistema;
- Es posible confirmar la identidad de cualquier añadido o modificación en un registro;
- Una vez que un bloque ha sido añadido por consenso entre los participantes, no puede ser eliminado o alterado ni siquiera por los autores originales;
- Los eventos registrados en la cadena pueden ser vistos por todos, pero la información sobre las personas implicadas se conserva privada.

Un uso obvio en educación es almacenar los registros de logros y créditos, por ejemplo, los títulos académicos obtenidos. Los datos del certificado serían añadidos a la cadena de bloques por la institución que lo concede y serían accesibles para el estudiante, que podría compartírselos con las empresas que lo contraten o enlazarlos a un Curriculum Vitae en línea. Proporciona un registro público duradero, protegido contra cambios en la institución o pérdida de sus registros privados. Esto abre oportunidades para proporcionar certificados y distintivos (*badges*) directamente por parte de profesores y expertos conocidos. La Universidad de Nicosia fue la primera institución de Educación Superior en proporcionar certificados académicos cuya autenticidad puede ser verificada mediante cadenas de bloque Bitcoin (University of Nicosia, s.f.), y Sony Global Education ha anunciado el desarrollo de una nueva cadena de bloques para almacenar registros académicos (Sony Global Education, 2016).

La Open University está experimentando con una cadena de bloques abierta para gestionar registros y portafolios de los estudiantes, tutoriales basados en un modelo de negocio tipo Uber, y una reputación y acreditación de logros por pares<sup>3</sup>. También estamos en contacto con empresas que comienzan con las cadenas de bloques<sup>4</sup>

para investigar cómo la tecnología puede potenciar la empleabilidad de los estudiantes enlazando directamente los logros académicos a ofertas de empleo.

La confianza es un tema central en el uso de cadenas de bloque para registros educativos. La cadena proporciona una evidencia pública de que la identidad de un estudiante recibió un reconocimiento desde la identidad de una institución, pero no verifica por sí misma la fiabilidad de ninguna de las dos partes. Una universidad podría otorgar un falso certificado o un estudiante podría copiar en un examen. La cadena de bloques soluciona el problema de rapidez y fiabilidad al comprobar la ocurrencia de un suceso, como la obtención de un grado, pero no su validez. Sin embargo, así como los MOOCs hacen ampliamente visible la enseñanza, las cadenas de bloque pueden exponer los órganos acreditadores y sus productos al escrutinio público.

### 3. La cadena de bloques como prueba de trabajo intelectual

Consideremos un sistema en el que cualquier persona pudiese alojar un registro público de una ‘gran idea’, como un invento, una aportación al conocimiento o un trabajo creativo como un poema o un cuadro. Este registro enlaza a una muestra del trabajo (por ejemplo, el texto o el cuadro). Cada gran idea se identifica con su autor, y se apunta cuando fue registrada por primera vez. Una vez añadida, no puede ser modificada, pero puede ser reemplazada por una versión posterior.

Esto puede actuar como un e-portafolio permanente de logros intelectuales, para uso personal como un diario, o para presentarlo a un futuro empleador. También sirve como un método de patente popular (*crowd-sourced*), puesto que la declaración de trabajo intelectual es de dominio público, pero está enlazada de modo seguro con su autor y marcada con el momento de la producción. No es necesario que una persona reclame sus derechos de autor: el registro está ahí para comprobarlo. La empresa Blockai ha implementado ya un sistema de cadenas de bloque para ayudar a los creadores a registrar su trabajo para

<sup>3</sup> <http://blockchain.open.ac.uk/>

<sup>4</sup> <https://appii.io/>, <https://www.gradba.se/en/>, <http://accredit.ly/>, <http://tiiqu.com/>

protegerlo contra infracciones a los derechos de copia (*copyright*) (Ha, 2016).

Las cadenas de bloques como registro del trabajo intelectual traen resonancias del proyecto Xanadu, de Ted Nelson (Struppa y Douglas, 2015). Concebido a comienzos de los sesenta, Nelson imaginó un “repositorio digital para publicaciones electrónicas en todo el mundo” (Nelson, 1993) con aspectos que van más allá de la Worldwide web incluyendo enlaces irrompibles, reconocimiento a los autores y micro-pagos por reutilizar el contenido. Cada ítem en el repositorio Xanadu estaría retro-enlazado con su autor y el registro sería almacenado en múltiples ubicaciones para asegurar la disponibilidad en caso de desastre. La mayoría de las 17 reglas de Nelson para Xanadu pueden encontrarse en el uso de cadenas de bloques como registros de aprendizaje.

Un problema con este uso de las cadenas de bloques es similar al que se da para almacenar certificados digitalmente: prueba la existencia, pero no garantiza que los datos contenidos en el registro son válidos, auténticos o útiles. Un usuario que reclame ser el creador de una idea, un invento o una obra artística puede ser discutido, pero no garantiza que el ítem tenga valor o interés para los demás. Se trata de un tema serio, pero la comunidad académica lo resuelve a través de procesos de revisión entre pares y de gestión de la reputación. Nelson propuso un pago y mecanismo de cánones para Xanadu. En el caso de las cadenas de bloques como registro de aprendizaje, indicaremos un mecanismo para el crédito intelectual y la reputación.

#### **4. La cadena de bloques como moneda intelectual**

Normalmente el principal uso de las cadenas de bloques es como mecanismo para registrar transacciones de la moneda digital Bitcoin. Se trata de un libro de contabilidad que registra las transacciones en Bitcoin (aunque puede almacenar otros tipos de registro). El Bitcoin, como pasa con las monedas tradicionales, puede ser utilizado para pagar productos y servicios a comerciantes que los acepten. Así, los micro-pagos en Bitcoin pueden ser utilizados como remuneración por pequeños servicios educativos, o para premiar automáticamente a un estudiante que ayuda a un compañero (Devine, 2015).

Pero otros productos pueden tener valor, en particular la reputación (Schlegel, s.f.). La reputación es un fundamento de la nueva economía digital, con empresas como AirBnB y Uber proporcionando confianza a través de puntuaciones y comentarios de los usuarios. Entre los académicos, la reputación es ya un tema al uso, con la contratación y la promoción basadas en parte en mediciones de la reputación a través del número de citas y el índice H de impacto de sus publicaciones.

Imaginemos que el seguimiento del prestigio puede extenderse más allá del mundo académico y crear las bases para una economía educativa. Consideremos la siguiente propuesta. Se crea una nueva cadena de bloques pública para gestionar registros educativos, premios, quizás por un consorcio de instituciones y empresas educativas. Cada institución educativa, organización innovadora y trabajador intelectual reconocidos reciben un valor inicial de “moneda de prestigio educativo”, que llamaremos Kudos. El valor inicial puede basarse en algún existente (aunque rudimentario) índice: ‘Times Higher Education World Reputation Rankings’ en el caso de las universidades, ‘H-index’ en el caso de los académicos, ‘Amazon *author rank*’ para los escritores, etc. Una institución podría atribuir parte de su fondo inicial de Kudos al personal cuyo prestigio desease promover. Cada persona y institución almacena su fondo de reputación en una cartera virtual, en una cadena de bloques educativa universal.

Entonces, cualquier institución o individuo puede realizar un intercambio de prestigio. En el caso de una institución educativa como una universidad, este podría consistir en la concesión de un grado o certificado, que podría implicar colocar el certificado en la cadena y además transferir algunos Kudos desde la institución que lo concede al sujeto que es acreditado. Para los individuos, esto permitiría una economía de tutorías en línea, con estudiantes pagando a un tutor por enseñar en línea con moneda financiera (e.g. Bitcoin), quien podrían entonces pagar a los estudiantes en reputación (kudos) por aprobar un test o completar un curso. El mecanismo de contratos inteligentes permitiría realizar este tipo de micro-pagos horizontales (*peer-to-peer*) en diferentes monedas.

Cualquier individuo (no necesariamente alguno que ya posea un crédito en reputación) puede también enviar un ítem a la cadena de blo-

ques. Puede ser una producción creativa o académica, una obra de arte o una gran idea, que será marcada con la fecha y archivada. Así una simple entrada es un registro permanente de autoría, así como un ítem en un portafolio personal, pero compartible.

Adicionalmente, un individuo con un nivel determinado de reputación puede asociar una cantidad de Kudos con una o más entradas en la cadena, hasta la cantidad que posee en su cartera. Estos Kudos no se gastarán, pero son una indicación del valor de la obra o la idea. Otras personas pueden entonces transferir parte de su crédito al autor, para incrementar el valor de ese artefacto o idea. Pueden hacerlo para promover o para asociarse con la idea, del mismo modo como invertirían en un proyecto de innovación, pero con su prestigio.

Una consecuencia es que la cadena de bloques educativa proporcionaría un registro único y universal de ideas u obras creativas almacenadas, cada una asociada con un nivel de prestigio. La cantidad de Kudos asociados con cada ítem indica su valor al autor y por tanto, si fuera necesario, su valor monetario en el mundo real (por ejemplo, para comprar una copia de la obra).

Finalmente, la reputación podría ser “minada” (*mined*) por instituciones, que invierten parte de su reputación añadiendo bloques válidos a la cadena (a través de un algoritmo de prueba de riesgo, *proof-of-stake*), por lo que son remunerados con Kudos adicionales. No hay límite, en teoría, a los ítems que podrían ser añadidos a una cadena de bloques educativa –tareas, entradas en un blog, comentarios– pero hay un costo computacional en almacenar y mantener un registro distribuido educativo. Este registro es público, así que cualquiera puede determinar cómo una persona incrementa su prestigio, y las reglas para sumar valor están acordadas por consenso de los voluntarios que “minan” los bloques.

Este sistema de gestión de la reputación para la educación no es imaginario. Algo similar, aunque sin la cadena de bloques y la reputación negociada, está funcionando en el sitio de ciencia para el ciudadano Open University iSpot (Clow y Makriyannis, 2011), donde reconocidos expertos en vida salvaje reciben una cantidad de puntuación reputacional en la plataforma, y los nuevos usuarios pueden ganar prestigio

visible (indicado mediante puntos reputacionales así como mediante insignias virtuales) haciendo observaciones de la vida salvaje y validando las observaciones de otros. Este proceso de mejorar la reputación en iSpot sucede de modo automático y la mayor parte de la complejidad de gestionar una cadena de bloques educativa y un sistema de reputación podrían ser ocultados al usuario o la institución.

Hemos estado realizando experimentos con la acreditación mediante cadenas de bloques añadiendo insignias OpenLearn a cadenas privadas. OpenLearn acoge más de 800 cursos gratuitos de la Open University, y atrae más de 5 millones de visitantes por año. Nuestra plataforma open *Blockchain* está implementada en la infraestructura de código abierto Ethereum, que permite la creación de aplicaciones distribuidas incluyendo contratos inteligentes (*smart contracts*). Nuestro sistema permite actualmente a los estudiantes registrarse en cursos y recibir insignias que pueden verse en un “Pasaporte del estudiante” (*Learning Passport*). Un entorno de administración permite a los estudiantes ganar etiquetas. Todas las transacciones son marcadas con la fecha y firmadas de modo criptográfico. Las transacciones son de igual a igual (*peer-to-peer*): en principio, no se requiere una institución que conceda los créditos. En el futuro se integrarán las insignias de otras instituciones incluyendo Future Learn y se colocarán opcionalmente insignias en la cadena de bloques pública Ethereum. También experimentaremos con la acreditación basada en cadenas de bloques para actividades que normalmente no reciben créditos, como la participación en laboratorios de ciencias.

Durante el segundo año estamos llevando adelante una prueba piloto dentro del módulo H818 “Practicante en red” (*Networked Practitioner*)<sup>5</sup>, un componente nuclear en nuestro máster en Educación en línea y a distancia<sup>6</sup>. Utilizando un prototipo de monedero de aprendizaje, los estudiantes pueden ver y gestionar un portafolio conteniendo elementos públicos de su estudio, como resúmenes de artículos y conferencias, así como posters. Actualmente esto permite a los estudiantes encriptar y desencriptar material almacenado, asociado con su trabajo, haciéndolo accesible a otro (por ejemplo, potenciales empleadores) durante periodos de tiempo concretos.

<sup>5</sup> <http://www.open.ac.uk/postgraduate/modules/h818>

<sup>6</sup> <http://www.open.ac.uk/postgraduate/qualifications/f10>

## 5. Implicaciones

¿Qué implicaciones puede tener para la educación el uso de registros educativos fiables distribuidos combinados con un sistema de reputación negociable? El primer beneficio consiste en proveer un registro único y seguro de logros académicos accesible y distribuido a través de numerosas instituciones. Una vez existe una cadena de bloques educativa reconocida, entonces tanto los individuos como las instituciones pueden almacenar registros públicos y seguros de los logros personales. Segundo, un sistema generalizado de gestión de la reputación asociado con la tecnología de las cadenas de bloques podría ayudar a abrir el sistema de prestigio académico. Esto requerirá pensar en desarrollar prácticas fiables y aceptadas para la adquisición de reputación pública, pero ya hay ejemplos de gestión de reputación en el trabajo en empresas como AirBnB así como en sistemas educativos incluyendo iSpot. Tercero, y es algo más controvertido, la reputación podría negociarse asociándola con remuneraciones académicas, así como atribuyéndola a ideas importantes o a la validación la adición de bloques a la cadena.

Se plantean profundos problemas prácticos e ideológicos al negociar la reputación educativa como si fuera una moneda. Un problema práctico es como crear una tasa de conversión entre reputación y dinero. ¿Cuál es el valor económico de una idea nueva o de una disertación de primer nivel? Una preocupación ideológica fundamental es que un sistema de reputación negociada podría profundizar más la mercantilización de la enseñanza, con los estudiantes explorando, comprando y consumiendo productos educativos, sin interés por el aprendizaje o el valor intelectual. Sin embargo, podría discutirse que la mercantilización del prestigio académico lleva un tiempo con nosotros, a través del número de citas, factores de impacto y programas nacionales de evaluación de la investigación. Las cadenas de bloques y la moneda reputacional pueden reducir la educación a un mercado del conocimiento, o pueden incluir en la comunidad de investigadores e inventores a todos aquellos que tienen buenas ideas para compartir.



## Referencias

Buterin, V. (2015). *Understanding Serenity*, Part 2: Casper, December 28. <https://blog.ethereum.org/2015/12/28/understanding-serenity-part-2-casper/>

Clow, D. y Makriyannis, E. (2011). iSpot Analysed: Participatory Learning and Reputation. En: *Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, 28 Feb – 01 Mar. Banff, Alberta, Canada, pp. 34-43.

Devine, P. (2015). Blockchain Learning: Can Crypto-currency Methods be Appropriated to Enhance Online Learning? En: *ALT Online Winter Conference*, 7th-10th December.

Ha, A. (2016). Blockai uses the blockchain to help artists protect their intellectual property, *TechCrunch*, 15 March. <http://techcrunch.com/2016/03/14/blockai-launch/>

Jones, H. (2016). Broker ICAP says first to use blockchain for trading data. *Reuters, London*, 15 March. <http://uk.reuters.com/article/us-icap-markets-blockchain-idUKKCN0WH2J7>

Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, October. <http://www.cryptovest.co.uk/resources/Bitcoin%20paper%20Original.pdf>

Nelson, T.H. (1993). *Literary machines*. Mindful Press, Sausalito.

Schlegel, H. (s.f.). *Reputation Currencies*, *Institute of Customer Experience*, <http://ice.humanfactors.com/money.html>

Sony Global Education (2016). *Sony Global Education Develops Technology Using Blockchain for Open Sharing of Academic Proficiency and Progress Records*, February 22. <http://www.sony.net/SonyInfo/News/Press/201602/16-0222E/index.html>

Struppa, D.C. y Douglas R. D. (2015). *Intertwined: The Work and Influence of Ted Nelson*. SpringerOpen.

University of Nicosia (s.f.). *Academic Certificates on the Blockchain*, <http://digitalcurrency.unic.ac.cy/free-introductory-mooc/academic-certificates-on-the-blockchain/>

Valenzuela, J. (2016). Arcade City: Ethereum's Big Test Drive to Kill Uber. *The Cointelegraph*, 15 March. <http://cointelegraph.com/news/arcade-city-ethereums-big-test-drive-to-kill-uber>

# Capítulo 7

## ***Blockcerts*: los bloques fundamentales de las *blockchain* para el aprendizaje a lo largo de la vida y el empleo en una economía global**

Natalie Smolenski y Kim Hamilton Duffy  
Learning Machine

(Traducción: A. Cerdan)

## Resumen

Ante el problema de cómo documentar los logros conseguidos tanto a través de la educación formal como en la informal, se presentan los *Blockcerts*, un tipo de bloques para añadir a las *blockchain* específicamente pensados para documentar títulos y certificados académicos, pero que, adicionalmente, se pueden utilizar como garantes de la identidad personal y digital. Los *Blockcerts* nacen en 2016 bajo una distribución en abierto para que tanto las instituciones como las empresas creadoras de *software* puedan usarlos en la creación de sistemas de gestión de certificados académicos.

El texto presenta algunas de las situaciones derivadas del trabajo con estándares en la industria tecnológica, así como referencias a cómo evitar temas de falsificación de títulos académicos a través de este estándar. También se responden un conjunto de preguntas frecuentes sobre las *blockchain* y los *Blockcerts*, para acabar con una invitación a participar en la comunidad creada para el desarrollo de estándares en temas de certificaciones académicas a través de estas dos tecnologías.

\*\*\*

Uno de los problemas más incipientes en la educación hoy en día es cómo se documentan los logros conseguidos por los individuos tanto en el campo de la educación formal como en el de la educación informal de una forma que perduren en el tiempo, que sean portables (esto es: que las personas las puedan llevar con ellos) y que sean fácilmente verificables con un alto grado de confianza. Este tipo de documentación es crucial si el valor de la educación y de las habilidades que genera se tienen que traducir en lugares de trabajo y si deben incentivar el desarrollo de aprendizajes a lo largo de la vida en una fuerza laboral que ya es más global y más móvil. Aunque el valor de cualquier educación recibida excede con creces lo que pueda representar una certificación, titulaciones o certificados durables y verificables en el tiempo son esenciales si la educación debe facilitar las oportunidades de empleabilidad de los individuos en la propia sociedad e internacionalmente.

Ya son varias las iniciativas de generación de este tipo de certificados que han surgido recientemente, desde los *Comprehensive Student Re-*

*cords* al movimiento de insignias en abierto (*Open Badges*) pasando por los portafolios digitales. En los últimos años, las tecnologías ligadas a las cadenas de bloques (*blockchain*) se han mostrado como instrumentos prometedores para proveer a las y los estudiantes con registros de sus aprendizajes que no están sujetos a desgaste o a pérdidas y que son fácilmente verificables, privados y sin posibilidad de falsificación. Aun así, no todos los registros generados con *blockchain* son iguales. Este texto se centra en uno de los métodos de introducción de estos registros en las cadenas de bloques: los *blockcerts*. En el momento de escribir este artículo es el único estándar de tecnología en abierto para emitir y verificar certificaciones académicas dentro de las *blockchain*.

Los *blockcerts* se desarrollaron en el Learning Machine Technologies del MIT Media Lab en 2016 y en ese mismo año se publicaron bajo la licencia de código abierto del MIT. Es un sistema gratuito disponible para que cualquier institución, compañía o individuo lo use para crear sus propias aplicaciones para emitir y verificar certificaciones en el *blockchain*. En 2017, se consiguió que los *blockcerts* fuesen compatibles al 100% con el estándar de las insignias digitales en abierto incrementando así la interoperabilidad entre ambos sistemas. El mismo año, Learning Machine también lanzó su *software* comercial que se basa en el estándar de tecnología abierta de los *blockcerts*. Learning Machine tiene entre sus clientes a gobiernos, universidades y organizaciones de profesionales.

Este texto empieza con una revisión de la importancia de la aproximación a través de estándares cuando trabajamos con registros en las cadenas de bloques, seguida de una lista de preguntas más frecuentes sobre las *blockchain* y especialmente sobre los *blockcerts*. El artículo finaliza con una invitación para participar en la comunidad global de *blockcerts* a través del planteamiento de preguntas sobre los mismos o contribuyendo al código abierto que los sustenta.

## **El valor del trabajo con estándares**

Una consideración que se debe tener en cuenta cuando nos preparamos para adoptar una nueva tecnología es si la solución que estamos proponiendo se basa o no en modelos o estándares abiertos. En los primeros días de la tecnología, muchas compañías competían entre sí

creando normas o estándares de trabajo propios sobre los que construían sus productos en un intento de tener clientes cautivos y segregar el mercado en favor de ellas mismas. Así, si uno de esos modelos o estándares conseguía el liderazgo del sector, los clientes que habían utilizado otros estándares no encontraban una manera adecuada de transferir los datos almacenados en su sistema al nuevo estándar general, lo cual convertía a esos otros sistemas en totalmente inútiles.

Para evitar este escenario y ayudar a los clientes a preservar el valor de los datos registrados en los bloques de la cadena en el futuro, Learning Machine y el MIT lanzaron los *blockcerts* como un estándar abierto antes del desarrollo de cualquier aplicación comercial. Los *blockcerts* en sí mismos no son un producto o una única manera de hacer las cosas; más bien son un conjunto de librerías de referencia que tienen el objetivo de facilitar las diferentes aproximaciones hacia una solución en la emisión, recepción y verificación de certificados incluidos en las cadenas de bloques que respete la interoperabilidad de los datos. El código para emitir, verificar y mantener los *blockcerts* es público y está disponible para cualquier operador, haciendo posible a las instituciones de todo el mundo el incluir este estándar en sus aplicaciones ya existentes o en las nuevas que se desarrollen en el futuro. Al hacerlo se facilita al alumnado la posibilidad de compartir sus certificaciones y titulaciones con quienes consideren necesario hacerlo y que estas titulaciones sean verificables de una forma sencilla, sin depender del sistema de una compañía en concreto o de la institución que las emitió.

### **Solucionando el problema del fraude y de la titularidad**

Los *blockcerts* se crearon especialmente para solucionar un problema importante en la gestión de las titulaciones y certificaciones: el hecho de que el alumnado no sea el propietario de su propio registro de notas y aprendizajes conseguidos sino que dependa siempre de las instituciones que los emitieron para su verificación. En el pasado, la dependencia sobre los emisores de los títulos y certificaciones era necesaria para prevenir el fraude. Sin embargo, dado que la verificación de las titulaciones y de los certificados ha sido siempre una tarea intensiva en trabajo y que requería su tiempo, a menudo sencillamente no se realiza, lo cual lleva a una tergiversación de lo que realmente representa un historial académico o laboral. Peor todavía: si una institución de las

que emitía esos títulos o certificaciones cerraba o era imposible contactar con ella por cualquier razón, los certificados eran imposibles de verificar. Esta situación se ha reavivado recientemente a raíz de la crisis de las personas refugiadas de Siria, que ha dejado a 5 millones de personas desplazadas sin posibilidad de mostrar las titulaciones oficiales que acrediten sus capacitaciones, su historial laboral o, incluso, su propia identidad.

Con la existencia de las cadenas de bloques, las y los estudiantes pueden mantener sus registros oficiales al mismo tiempo que se afirma (tanto para quién las emite como para quién necesita comprobar su veracidad, sean empleadores, comités de admisión, organizaciones...) que las titulaciones y los certificados presentados son veraces y que no han sido manipulados o falsificados. Las *blockchain*, de hecho, tienen un beneficio adicional: las titulaciones y los certificados se mantendrán disponibles y verificables independientemente de si la institución que los emitió continúa en activo o si ha cesado sus actividades. Por ejemplo, los colegios y las escuelas pueden cerrar y muy pocas están en condiciones de sobrevivir a las consecuencias de la guerra o de los desastres naturales; sin embargo, si las y los estudiantes disponen de sus documentos como *blockcerts* entonces pueden recuperarlos con posterioridad a los eventos que han hecho desaparecer a la institución que los emitió y pueden probar delante de otras personas e instituciones que son las personas a las que se les certificó ese aprendizaje. De hecho, estos registros pueden ser verificables sin ni siquiera acudir en ningún momento a la institución que los creó, esté esta institución disponible o no<sup>1</sup>.

Lo que esto significa es que incluso en el caso de destrucciones masivas, los *blockcerts* ofrecen a las personas de todo el mundo una senda adecuadamente pavimentada para ir desde la educación hasta el empleo, independientemente de lo que acaben estudiando o de cuál sea su trabajo finalmente. Utilizar una aproximación al problema basada en estándares también significa que los empleadores en general, los comités de acceso a posiciones de trabajo, los gobiernos y las organi-

---

<sup>1</sup>Smolenski, N. (12 junio 2017) Blockchain Records for Refugees [Entrada de blog]. Recuperado de: <https://medium.com/learning-machine-blog/blockchain-records-for-refugees-bd27ad6e6da1>

zaciones y empresas de todo el mundo pueden ampliar sus búsquedas y aceptar candidatas y candidatos de cualquier origen o jurisdicción territorial con un alto grado de confianza en el proceso de acreditación.

En lo que queda de este escrito nos vamos a centrar en las respuestas a algunas de las preguntas formuladas más frecuentemente sobre el uso de las cadenas de bloques para el registro de las titulaciones y los certificados académicos y (más específicamente) sobre el estándar que fijan los blockcerts.

## Respondiendo a las preguntas más frecuentes

### ¿Por qué las *blockchain*?

Tal y como se ha ido explicando anteriormente, las cadenas de bloques hacen finalmente posible unir la prevención del fraude y la tenencia por parte del titular de los certificados obtenidos como si se tratase de un registro oficial: las titulaciones obtenidas en educación, las acreditaciones profesionales, la vida laboral, los documentos emitidos por el gobierno, el historial médico, etc. Todo esto es posible porque las cadenas de bloques son una infraestructura digital descentralizada.

Una *blockchain* es un libro mayor de registro de transacciones distribuido a lo largo de toda la red de nodos, cada uno de los cuales de hecho tiene una copia completa de la cadena de transacciones en orden cronológico. Dado que la gobernabilidad del sistema está descentralizada, ningún nodo puede decir a otros nodos que borren o editen parte de la cadena. Cada réplica del libro de registro se convierte, así, no sólo en prueba de la autenticidad del documento allí reproducido (y de la titularidad de quién lo exhibe) sino que además el hecho de que la transacción que lo incluyó en la cadena esté registrada en cada copia implica que cambiar o editar las transacciones pasadas (las que lo situaron en un lugar concreto de la cadena) es funcionalmente imposible. Y, finalmente, dado que todas las transacciones se registran de forma secuencial, una detrás de otra, en cadena, es imposible para un atacante incorporar certificados falsos con fechas anteriores al momento presente aun en el supuesto que la llave privada de codificación de uno de los agentes implicados en la emisión de certificados se vea comprometida. Esto supera la limitación que tiene la criptografía de infraestructura de clave pública (PKI por sus siglas en inglés). Por lo tanto, las cadenas



de bloques se convierten en perfectas fedatarias para validar certificados que necesitan durar toda la vida, como las titulaciones académicas.

El estándar de los *Blockcerts* está pensado para que se pueda acomodar dentro de diferentes tipos de *blockchains*. Aun así, se empezó usando la cadena de bloques de Bitcoin porque tiene un impresionante récord asociado a ella: desde sus inicios en 2009, nunca ha sido *hackeada*. El protocolo Bitcoin fue diseñado para maximizar la seguridad de las transacciones de forma que no fuese necesaria la intervención de ninguna autoridad externa para verificarlas: la autenticación se realiza a través de complicados algoritmos matemáticos que se van complicando más y más a medida que aumentan las capacidades de cálculo de los ordenadores.

### ¿Usar *blockchain* conlleva algún tipo de coste?

Existen unos pequeños cargos asociados a la escritura de transacciones en la mayoría de cadenas de bloques. Esos cargos son los incentivos para los “mineros”, los usuarios de *blockchains* que insertan los bloques con información de las transacciones en la cadena después de realizar complicados cálculos con ordenadores. Estos costes varían de *blockchain* en *blockchain* pero generalmente son mucho menores que el de mantener un archivo físico de los certificados emitidos. Además, cualquier sistema de mantenimiento de un registro que sea digital implica costes, tanto si se ha creado en la propia institución como si se adquiere un programa externo para su gestión.

Esta es la razón (en parte) por la que los *Blockcerts* se han constituido como un estándar gratuito y distribuido en abierto: así cada universidad puede crear su propio sistema para emitir certificados y para anotar el registro en las cadenas de bloques sin necesidad de comprar ningún *software* externo. Usar *Blockcerts* implica que la institución que los use sólo pagará por el tiempo, el trabajo y el equipo, así como por los pequeños cargos que hay para anotar las transacciones necesarias en la *blockchain* que escoja.

Aquellas instituciones que prefieran llevar su registro a través del sistema de Learning Machine no tendrán que preocuparse de estos costes, dado que la licencia del *software* ya los lleva incluidos.

### ¿Te dice la *blockchain* qué significa la certificación anotada en ella?

Las cadenas de bloques se diseñaron para dar fe de la autenticidad de las transacciones anotadas en ellas. Todo se puede intercambiar utilizando una *blockchain*: monedas, certificados, títulos de propiedad, derechos de autor y muchas más cosas. Lo que esa anotación significa o qué valor tiene es una cuestión social que depende de las personas que la lean. Para saber más sobre esta distinción, puede leerse el apartado *Centripetal Standardization: Top-Down and Bottom-Up Vectors of Value Creation* en el ensayo *Academic Credentials in an Era of Digital Decentralization*<sup>2</sup>.

Acordar socialmente un estándar para establecer qué significa un título o un certificado en concreto es un proceso social, pero una vez que se ha llegado a un acuerdo (por ejemplo, a través Marco Europeo de Calificaciones, MEC) ese estándar se puede incluir también en una cadena de bloques para una fácil verificación y portabilidad de las titulaciones implicadas. Y también se puede usar como referente para titulaciones que se alojen en otras cadenas de bloques. A medida que se vaya adoptando como estándar, *Blockcerts* contendrá referencias a un catálogo cada vez más global de estándares de certificación, así como a otros *Blockcerts* y a las *Open Badges*.

### ¿Cómo se controla el crecimiento de las *blockchains*?

Una preocupación relacionada con Bitcoins ha sido que permite sólo un cierto número de transacciones por bloque, lo que está provocando cada vez tiempos más largos de escritura en la cadena y costes más elevados por transacción. Por esas razones, algunas personas están diciendo que no es un sistema práctico para usarlo con elevado número de transacciones o para una única transacción. Sin embargo, esta limitación no sólo es una característica intrínseca a la propia cadena, sino que además se ha solucionado de muy diferentes formas.

Dado que Bitcoin se creó con la idea de maximizar la seguridad de las transacciones por encima de cualquier otra cosa, la compleja criptología utilizada para escribir una transacción en la cadena lleva más tiempo que

---

<sup>2</sup>Smolenski, N. y Hugues, D. (2016). *Academic Credentials in an Era of Digital Decentralization*. Boston: Learning Machine Research. Recuperado de: [https://www.academia.edu/29403234/Academic\\_Credentials\\_in\\_an\\_Era\\_of\\_Digital\\_Decentralization](https://www.academia.edu/29403234/Academic_Credentials_in_an_Era_of_Digital_Decentralization)

en otras *blockchains*. Eso también implica que, una vez añadida la información, la cadena es inmutable (no se puede editar) y que nunca ha sido *hackeada*. Por esta razón, la cadena de Bitcoin ha ido adquiriendo la consideración de un lugar muy seguro para almacenar información digital de valor desde su inicio en 2009, superando a otras *blockchains* existentes. Todo ello la convierte en la cadena ideal para acumular información que necesita mantenerse a lo largo de toda una vida.

Para evitar inundar la red con transacciones, *Blockchain* utiliza una estructura de árbol de Merkle para condensar un gran número de transacciones en un único *hash* que se anota entonces en la cadena en una única transacción. De esta forma, las instituciones pueden emitir tantos registros como deseen y anotarlos de una vez en la cadena en el momento que decidan.

### ¿Quién es el propietario de un *Blockcert*?

Como hemos explicado en la introducción, los *Blockcerts* fueron diseñados para ser propiedad de quién los recibe, no de quién los gestiona. Se envían directamente desde el emisor al receptor, el cual no necesita una cuenta con la compañía gestora para recibirlos. Los receptores escogen cuándo, cómo y a quién quieren mostrar sus certificados. Los *Blockcerts* no están ligados a ningún tipo concreto de perfil digital, pero quien los tenga puede escoger exhibirlos de esa manera (por ejemplo, compartiendo su diploma en su perfil de LinkedIn).

Las entidades que emiten los títulos pueden quedarse copia de lo que certificaron y pueden ofrecer una versión más visualmente presentable de los mismos. Por eso, los *Blockcerts* permiten acumular en ellos mismos una versión “leíble por humanos” del título que representan para que pueda ser compartido más convenientemente a través de una URL. Nótese que el estándar de los *Blockcerts* no incorpora este aspecto de forma obligatoria: sólo permite hacerlo si se quiere y ofrece una aplicación web que permite recrearlos de esa manera de una forma fidedigna.

### ¿Cómo funcionan los *Blockcerts* desde el punto de vista del receptor?

Los *Blockcerts* incluyen una cartera digital (*wallet*) que funciona como un archivo privado de certificaciones. La *Blockcerts Wallet* (disponible

para iOS y Android) es gratuita para los receptores de los *Blockcerts*. No se necesita crear ninguna cuenta asociada a una institución o a una empresa de *software* para su uso. De todas formas, si la institución que emite el título así lo quiere, se puede añadir una sobreprotección a la verificación de personalidad añadiendo que quien recibe el *Blockcert* se identifique con la cuenta personal que esa misma institución haya dado al receptor para acceder al sistema.

El código de la cartera digital también está disponible en abierto, de forma que cualquiera puede inspeccionarlo y usarlo para construir su propia cartera compatible con los *Blockcerts*, si así lo desea.

### **¿Y cómo funcionan los *Blockcerts* para quién debe verificar su validez?**

Hoy en día muchas instituciones y empresas que programan aplicaciones de gestión de títulos suelen cargar ciertos costes a las personas que necesitan verificar los registros. Los *Blockcerts* eliminan esos costes. La verificación está incluida en la *Blockcerts Wallet*, en cada versión web de un *Blockcert* y en portales digitales de verificación donde quién esté interesado puede pegar enlaces a *Blockcerts* o subir el archivo original para su verificación.

El proceso de verificación comprueba tres cosas: (1) la autenticidad, esto es que el título o el certificado no ha sido modificado de ninguna manera desde que se emitió y que quién lo emitió y quién lo recibió encajan a la perfección con los anotados en el original del título; (2) la vigencia, es decir se comprueba que el título o el certificado no han sido anulados y siguen vigentes en el momento de la comprobación, y (3) la fecha de caducidad, si es que tiene una asociada. Si se cumplen los tres aspectos del proceso de verificación entonces se validará el *Blockcert* como correcto.

### **¿Cómo pueden usarse los *Blockcerts* para temas de identidad?**

El proceso de verificación comprueba que la clave pública existente en el momento de emitir el título o certificado tanto de quién lo emitió como de quién lo recibió son las mismas que las del momento en que se presenta para su verificación, estableciendo así que el título o el certificado se emitió a la persona correcta. Este proceso va más allá del proceso actual de verificación de firmas digitales. Además, la *Blockcert*

*Wallet* genera una clave privada que puede ser usada para volver a firmar cualquier *Blockcert* (por ejemplo, un diploma o un documento de identidad) para probar que yo soy quien digo que soy y que estoy en posesión legítima del documento que presento.

En estos momentos, esto es lo más cercano a probar digitalmente la identidad de alguien. Usa un sistema de claves que está ligado a una transacción pero no a una clave pública, excepto que quién tiene esa clave así lo decida. Esto fue algo buscado expresamente con los *Blockcerts* porque permite al sistema integrarse con cualquier otro sistema de identificación: una cuenta en una red social, una cuenta de la universidad, un portafolio digital, un identificador descentralizado (DID por sus siglas en inglés), etc. Esto da a las compañías de *software* y a las instituciones que emiten certificados la máxima flexibilidad sobre cómo quieren enlazar las transacciones a las identidades digitales o a las identidades en la red.

### ¿Hacia dónde se encaminan los *Blockcerts*?

El desarrollo de los *Blockcerts* está centrado en estos momentos en el proceso para convertirse en una declaración autoverificable (*verifiable claim*). Este tipo de atributo se puede añadir a cualquiera de los ejemplos mencionados un poco más arriba para la verificación de la identidad. Del mismo modo, los programas asociados a *Linked Data Signature* son también importantes para todo el tema de la privacidad y de la seguridad digital. Los siguientes productos que están actualmente en producción se refieren a este tipo de situaciones: *Pseudonymous Signature Suite* (por ejemplo: *C/L Signatures*) y *Redaction Signature Suite*.

Se está dando, además, una colaboración muy fuerte entre *Blockcerts* y los grupos de la *W3C Verifiable Claims and Credentials Community*. Uno de ellos en concreto, el *Data Minimization and Selective Disclosure*, empezó su andadura en el otoño de 2017.

Se da, también, un cierto solapamiento entre los mandatos de estos grupos de la *W3C* y la legislación europea, entre otros el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD). Para saber más sobre cómo las cadenas de bloques y las aplicaciones basadas en ellas cumplen con lo que establece el RGPD, puede consultarse el ensayo *The EU General*

*Data Protection Regulation and the Blockchain*, disponible en el blog de Learning Machine<sup>3</sup>.

## Invitación

La comunidad del proyecto *Blockcerts* es un grupo abierto. Damos la bienvenida a las preguntas y los comentarios sobre el estándar en abierto y las tecnologías de las cadenas de bloques que se formulen en el foro de la comunidad *Blockcerts*: [community.blockcerts.org](https://community.blockcerts.org). También invitamos a formar parte de la comunidad y a contribuir en la creación del código a los desarrolladores interesados en construir un futuro estándar para los registros a través de cadenas de bloques. Un mundo futuro, donde los registros de los logros conseguidos estén en manos de quiénes los obtuvieron, de forma privada, portable e interoperativa, empieza hoy.

---

<sup>3</sup>Smolenski, N. (2017) . (1 agosto 2017) The EU General Data Protection Regulation and the Blockchain [Entrada de blog]. Recuperado de: <https://medium.com/learning-machine-blog/the-eu-general-data-protection-regulation-and-the-blockchain-1f1d20d24951>

# Capítulo 8

## ***Blockchain y gestión universitaria***

Marcelo Brito Carneiro Leão y Carolina Guimarães Raposo  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil.

(Traducción: J. Negro García)

La gestión universitaria es un proceso complejo, que se apoya en una multiplicidad de factores. Gestionar una institución de enseñanza, investigación y extensión, responsable de la formación de las personas, de la creación de conocimientos y de la interacción con la sociedad, requiere de una serie de competencias y habilidades. Hacerlo de forma fácil y eficiente solo es posible si implantamos estrategias de administración innovadoras.

En este contexto, resulta fundamental proveer a la gestión universitaria de mecanismos que mejoren la planificación, agilicen los procesos, aumenten el seguimiento de las acciones y sirvan para evaluar los resultados. En este texto, apuntamos a la importancia del uso del *blockchain* como una de las alternativas más interesantes para implementar una gestión universitaria ágil y eficiente.

*Blockchain* es la tecnología disruptiva más novedosa y está revolucionando la forma de compartir informaciones de manera pública y universal. Se entiende como tecnología disruptiva aquella que rompe con todo lo que había disponible anteriormente. La tecnología disruptiva innova, trae eficiencia, revoluciona. Muchos consideran que el *blockchain* puede tener la capacidad de ser tan revolucionario como lo fue la *World Wide Web* en la década de 1990.

Según Walport, puede entenderse *Blockchain* como:

«un tipo de base de datos que toma un número de registros y los pone en bloque (algo así como reuniros en una misma hoja de papel). Entonces, cada bloque se "encadena" al bloque siguiente, con una firma criptográfica. Esto permite utilizar las cadenas de bloques como un libro de contabilidad, que puede compartirse y confirmarse por cualquiera con los permisos apropiado». (Walport, 2016, p. 8)

El término «*blockchain*» surgió, junto con el de «bitcoin», con la publicación del artículo *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, de Satoshi Nakamoto, en el que se presentaban ambos términos. La primera gran innovación del *blockchain* fue el bitcoin, la moneda virtual pionera del dinero digital descentralizado.



Sin embargo, la tecnología disruptiva del *blockchain* no se reduce tan solo a servir como plataforma de soporte de operaciones del bitcoin y demás monedas virtuales. Por medio del formato *peer to peer*, cuya característica principal es la realización de transacciones y el intercambio de informaciones, los usuarios de este sistema adquieren la función de servidor y de cliente al mismo tiempo, sin intermediarios. Esta nueva forma de realizar transacciones reduce sensiblemente las fallas y vulnerabilidades de las interacciones y, especialmente, los costes de transacción, ya que, cuantos más intermediarios hay en una transacción, más aumenta la complejidad y seguridad del proceso. (Ciccarino y Araki, 2017). Las fallas del mercado, que resultan de dichos costes de transacción, vendrían determinadas por las incertezas involucradas en el proceso de realizar la transacción, ante la imposibilidad de identificar todos los aspectos relevantes que pueden concurrir y que afectan a una transacción (Thielmann, 2013). El aumento de la eficacia reduce los costes de operación. El *blockchain* se ve como una herramienta capaz de traer dicha eficacia a las transacciones y, en consecuencia, reducir las fallas del mercado que resultan de los costos de transacción.

En el caso específico de la gestión universitaria, podemos enumerar, para comenzar, algunas posibilidades de uso del *blockchain*. Puesto que *blockchain* es, en realidad, una red capaz de ejecutar el procesamiento y realizar el almacenamiento de manera compartimentada, se puede observar su uso dentro de distintos apartados de la gestión universitaria.

## 1. Intercambio y validación de informaciones circulantes en las universidades

En una universidad, uno de los grandes desafíos es la forma en que la institución lidia con las informaciones, las procesa y las hace disponibles. Se trata de procesos administrativos y académicos; emisión de diplomas y certificados, producción de contenidos académico-científicos y muchos otros procesos.

En estos casos, el *blockchain* puede ayudar de forma significativa en el aumento de la velocidad de la circulación de los datos dentro de las universidades, así como en la validación de los datos que se distribuyen y se comparten entre los diversos actores involucrados e interesados en el proceso en sí.

La idea principal es que esta tecnología pueda procesar y validar los certificados de los cursos de graduación, posgraduación y extensión, de manera ágil y segura. Otra acción en este sentido es la emisión de los diplomas de los licenciados de cualquier modalidad, maestros y doctores, que a veces lleva meses hasta materializarse y poner los documentos a disposición de los solicitantes, en tiempos normalmente muy amplios, en gran parte por las necesidades del procedimiento de validación de las informaciones. Se espera que *blockchain* pueda efectuar la emisión de dichos diplomas en la universidad de manera rápida y segura.

## **2. La creación de identidades digitales en línea para realizar los servicios que ofrece la universidad**

Otro punto en el que la tecnología *blockchain* puede hacer una aportación importantísima es la agilidad y la seguridad de las acciones en las universidades y de la puesta a disposición de los servicios de la institución.

Las universidades brasileñas están obligadas por ley a facilitar en línea una Carta de Servicios en las áreas de enseñanza, investigación y extensión. Creemos que el recurso a las identidades digitales en línea puede ayudar en este caso.

En este contexto, los servicios ofrecidos por las universidades pueden realizarse y validarse mediante un proceso distribuido y descentralizado de generación de informes, en el que todos los involucrados puedan aportar sus contribuciones e introducir y validar datos.

## **3. Desburocratización de los procedimientos administrativos con reducción del esfuerzo operacional**

Uno de los mayores problemas de las instituciones públicas es la burocracia. Si, en parte, la misma permite un control rígido de los procesos administrativos, por otro lado, hace que la gestión de estas instituciones sea relativamente lenta. En las universidades públicas brasileñas no es muy diferente.

Hay que sumar a esto que en ocasiones la burocracia atribuye a los servidores (agentes del proceso) tareas innecesarias, además de desviar

el foco del trabajo de otras acciones más necesarias e importantes para la tarea específica que les corresponde.

*Blockchain* puede, interviniendo en cada uno de esos procesos, disminuir las tareas innecesarias y optimizar las actividades de planificación, ejecución, seguimiento y validación de las actividades, contribuyendo a una gestión más ágil y segura.

#### **4. Mecanismos de seguridad y datos e informaciones de las universidades**

A pesar de que *blockchain* es una tecnología reciente y, por lo tanto, aún está en proceso de asimilación, especialmente en lo que se refiere a seguridad, se hace necesaria una serie de explicaciones. *Blockchain* se compone de una compleja red de firmas digitales denominadas *hashes*.

El *hash* criptográfico tiene como finalidad dificultar el adulteramiento de los datos presentes en cada cadena de bloques. Esto se consigue mediante el almacenamiento del hash del bloque anterior en el bloque siguiente, lo que hace que cualquier modificación de los datos contenidos en un bloque sea perceptible por los datos siguientes (Lucena y Henriques, 2017).

Dichos *hashes* garantizan la inviolabilidad de las informaciones almacenadas en dichos bloques de datos. Para *hackearlos* sería preciso romper a un tiempo la criptografía de todos los bloques de la cadena en todos los ordenadores de la red, puesto que las transacciones realizadas quedan registradas en todos ellos, lo que proporciona seguridad al sistema, al mismo tiempo que se confiere privacidad, mediante el uso de la clave pública (que identifica la dirección del usuario) y de la clave privada (cuando el usuario realiza transacciones en la red *blockchain*).

#### **5. Colaboración en la elaboración y seguimiento del Plan de Desarrollo Institucional (PDI)**

El Plan de Desarrollo Institucional es el principal instrumento de planificación de una universidad. Integran ese documento los ejes temáticos esenciales, establecidos por el Decreto n.º 9.235 del 15 de diciembre

de 2017, referentes a concepciones filosóficas, estructura organizacional, organización didáctico-pedagógica, demostración de capacidad y sustentabilidad financieras, planificación estratégica institucional, proyecto pedagógico institucional e identidad de la institución. El PDI reúne las directrices y políticas en lo tocante a los diferentes aspectos que conforman una institución de enseñanza superior, además de la información fundamental y orientadora de las actividades de docencia, investigación, extensión y gestión. El Plan de Desarrollo Institucional es el documento que presenta el funcionamiento actual de la institución y una herramienta que posibilita la proposición de estrategias y planes de actuación.

Como entusiastas de las grandes innovaciones tecnológicas, concebimos *blockchain* como un instrumento para la gestión pública eficiente, transparente e integrada, que supondría una innovación en la colaboración, el seguimiento y el acompañamiento de las acciones de la institución, agilizando la planificación y la ejecución.

## **6 Acceso a la información del ciudadano, en especial en lo que respecta a la implantación del Plan de Datos Abiertos de la Institución**

La ley brasileña n.º 12.527/2011 (Ley de Acceso a la Información), que regula el derecho constitucional de acceso a la información pública, viene a evidenciar la necesidad de una mayor interacción entre la sociedad y la administración pública. Con todo, la Constitución Federal ya contemplaba en 1988, en el artículo 5.XXXIII que todo el mundo tiene derecho a recibir de los órganos públicos la información de su interés particular de interés colectivo o general, que se presentará en el plazo dispuesto por la ley, bajo pena de responsabilidad, salvo aquellas cuya confidencia sea imprescindible para la seguridad de la sociedad y del Estado. También respaldados por la Constitución, los principios de legalidad, impersonalidad, moralidad, publicidad y eficacia han de respetarse y cumplirse. Crear mecanismos que posibiliten a cualquier persona el acceso a la información pública es deber del Estado, que, para esto, debe establecer mecanismos que faciliten esa comunicación.

Por último, un ejemplo práctico de la utilidad y del avance que el uso de *blockchain* puede suponer para las universidades.

*Blockcerts* se compone de librerías, herramientas y apps móviles de código abierto, y proporciona un ecosistema descentralizado, con base en estándares y centrado en el destinatario, lo que implica una verificación fiable mediante tecnologías de *blockchain* (<https://www.blockcerts.org/guide/>).

El Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) es el ideador de esta base abierta para certificados académicos digitales. El objetivo de los *blockcerts* es que los usuarios tengan y compartan sus propios registros oficiales de forma rápida y transparente, mediante la interacción con sistemas digitales.

En líneas generales, creemos firmemente que la innovación tecnológica que acarrea *blockchain* facilitará el intercambio de la información, reducirá la burocracia y proporcionará, sobre todo, transparencia y eficacia a los procesos, haciendo así posible el ejercicio efectivo de control social.

Cabe resaltar también que esta tecnología disruptiva traerá innovación a la gestión de las universidades, tanto en la forma de compartir los documentos como en la emisión de estos. Dicha innovación, promovida por la tecnología *blockchain*, remite al paradigma AGIL. Las metodologías AGIL promueven la descentralización de competencias, a partir de la idea de que la interacción entre los individuos es lo importante. El Manifiesto AGIL no rechaza los procesos o las herramientas, la documentación, la negociación de contratos o la planificación, sino que simplemente expone que su importancia es secundaria en comparación con los individuos y sus interacciones (Soares, 2004).

Por último, es importante destacar que, debido a que *blockchain* es una tecnología relativamente nueva, otra serie de procesos y procedimientos administrativos y académicos de las universidades, que no se han considerado en el presente texto, pueden contemplarse desde este nuevo enfoque del uso de *blockchain* para la búsqueda de una gestión efectiva y ágil de las instituciones de enseñanza superior de Brasil.

## Referencias bibliográficas

BLOCKCERTS. Introduction. Disponible en <https://www.blockcerts.org/guide/>

BRASIL. Constituição Federal de 1988. Promulgada el 5 de octubre de 1988. Disponible en [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)

BRASIL. Decreto nº 9.235, de 15 de dezembro de 2017. Disponible en [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9235.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9235.htm)

BRASIL. Lei nº 12.527/2011. Lei de Acesso à Informação. Disponible en [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm)

Ciccarino, I; Araki, M.E. (2017). Blockchain como um fator de mudança na competição e no arranjo econômico de oportunidades. En: *XX SEMEAD Seminários em Administração*.

Lucena, A, Henriques, M. (2017). Proposta de uma Infraestrutura de Chaves Públicas construída sobre o blockchain do Bitcoin. En: *X Encontro de Alunos e Docentes do DCA/FEEC/UNICAMP* (EADCA).

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Disponible en <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

SERPRO, BRASIL. Como utilizar a tecnologia blockchain no governo? Disponible en <http://www.serpro.gov.br/menu/noticias/noticias-2017/como-utilizar-a-tecnologia-blockchain-no-governo>

Soares, M. (2004). *Comparação entre Metodologias Ágeis e Tradicionais para o Desenvolvimento de Software*. Unipac - Universidade Presidente Antônio Carlos.

Thielmann, R. A. (2013). Teoria dos Custos de Transação e as Estruturas de Governança: uma Análise do Caso do Setor de Suinocultura no Vale do Rio Piranga – Mg. En: *X SEGET- Simpósio de excelência em gestão e tecnologia. Gestão e tecnologia para a competitividade*.

Walport, M. (2016). Distributed Ledger Technology: beyond block chain. A report by the UK Government Chief Scientific Adviser. Information Policy Team, The National Archives, Kew, London TW9 4DU

# Capítulo 9

## **Gestión de programas de aprendizaje personalizado mediante cadenas de bloque**

Antonio Bartolomé, Carles Lindín y Pablo Rivera-Vargas  
Universitat de Barcelona



## Resumen

En este texto se presenta el proyecto Edu-blockchain, una propuesta de individualización de los aprendizajes generando itinerarios personalizados para cada alumno, gestionados mediante cadenas de bloque. Para ello primero se fundamenta el aprendizaje individualizado y el largo recorrido hasta llegar a la situación actual. Después, se analizan los diferentes aspectos tenidos en cuenta para el diseño del proyecto y finalmente se describe la propuesta tal y como se llevará adelante.

El proyecto se desarrolla en los estudios de grado de Educación Social, en la Facultad de Educación de la Universidad de Barcelona.

\*\*\*

En este comienzo del siglo XXI, es posible identificar dos grandes líneas de desarrollo del diseño educativo:

- La autorregulación del aprendizaje
- El aprendizaje adaptativo

Ambas líneas responden a un mismo problema pedagógico: los estudiantes son diferentes. A partir de esto, identificamos que tienen diferentes capacidades, poseen diferentes conocimientos, sus intereses difieren unos de otros, así como sus necesidades, y, de hecho, aprenden con diferentes estilos (Garrison y Anderson, 2003; Bauman, 2008; Helsper y Eynon, 2010; Cobo, 2016; Selwyn, 2017). Los estudiantes poseen así:

- Diferentes conocimientos previos
- Diferentes competencias
- Diferentes necesidades y objetivos
- Diferentes estilos de aprendizaje

Ambas líneas responden también a un mismo problema económico: la demanda creciente de formación, la necesidad de nuevos aprendizajes y la inviabilidad de solucionarlos mediante un modelo centrado en el docente, llámesele formador, maestro, tutor, facilitador o profesor (Day, 2002; Salinas, Pérez y de Bento, 2008).

## 1. La individualización de los aprendizajes

Si prescindimos de la larga historia educativa de los tutores personales que se ha ofrecido durante miles de años, la atención al estudiante de un modo individualizado (personalizado) es una vieja demanda que arranca en la segunda mitad del siglo XX con las propuestas de Skinner, encuentra un florecimiento en los años 70 a partir de varios modelos de enseñanza individualizada y educación personalizada, vuelve a aparecer en los 80 con los cursos de Enseñanza Basada en el Ordenador (CBL, *Computer Based Learning*) y en los noventa con los tutoriales multimedia, y ha rebrotado con una interpretación del aprendizaje adaptativo gestionado por máquinas.

La gestión de los aprendizajes, es decir, la decisión sobre qué debe aprender un estudiante determinado y en qué secuencia debe hacerlo, puede ser decidida por diferentes actores del proceso educativo. El que asume esa función debe valorar en cada momento si el estudiante ha superado el proceso anterior alcanzando los objetivos o desarrollando las competencias deseadas (evaluación) y proponiendo un nuevo proceso (actividades de aprendizaje) en base a los objetivos generales que se pretenden, de las competencias y habilidades del estudiante, de su nivel de conocimientos y de sus intereses e inclinaciones. Del acierto en esta decisión dependerá en gran medida el éxito del proceso. Ciertamente pueden aparecer factores no previstos: acontecimientos en el entorno del sujeto, competencias aparentemente presentes que se han demostrado insuficientes, cambios en los mismos contenidos del aprendizaje, etc.

Estos son los actores que pueden decidir ese itinerario de aprendizaje:

- El profesor, formador o tutor personal: La solución tradicional y que obliga a una ratio próxima a 1:1. Es inasumible con carácter general para toda la población y genera importantes déficits democráticos. Sin embargo, cuando se tiene la oportunidad de acceder a un buen maestro que atiende modo personal e individualizado, el aprendizaje va mucho más lejos de lo que uno nunca imaginó. Esto es lo que Gisbert (2000) denominó “tutor en el ciberespacio”.
- El propio estudiante: El aprendizaje autónomo tampoco puede ser generalizado, tanto por las competencias específicas que necesita

- poseer el estudiante como por los problemas generados del insuficiente o deformado conocimiento de uno mismo. Aun aceptando que cada sujeto pueda ser el que mejor se conoce a sí mismo, queda también el problema de saber de antemano que no sabe algo que todavía no sabe (Rivera-Vargas, Sancho y Sánchez, 2017)
- Los compañeros: Eficaces en procesos de aprendizaje entre pares (*peer-to-peer*), resultan insuficientes para dirigir el aprendizaje de otros salvo que de hecho asuman el rol de formador. Pero la dimensión social del aprendizaje ha sido suficientemente destacada como para no menospreciar su importancia.
  - La máquina: La solución propugnada desde hace más de cincuenta años y que sigue atrayendo a muchos: además de su, cuanto menos aparente, bajo costo y elevada amortización, elimina muchos problemas relacionados con la dimensión emocional del aprendizaje. Pero precisamente ese es uno de sus mayores defectos, sin contar con la incapacidad actual para programarlas adecuadamente. Por otro lado, siempre queda la sospecha de que una máquina sólo puede enseñar aquello que puede conocer, lo que, obviamente, limitaría los aprendizajes de los seres humanos guiados por máquinas a aquellos contenidos que esas mismas máquinas podrían aprender.
  - El experto externo: Actuará a través de formadores o de máquinas. Desde el desarrollo de la primitiva Tecnología Educativa entendida como el diseño de la enseñanza por autores como Gagné, el papel del experto en diseño curricular se ha considerado fundamental, llegando en ocasiones a dejar al profesor el papel de mero ejecutor. Últimamente se ha potenciado esta visión con la aparición de una burocracia del diseño, teóricamente orientada a asegurar la calidad de los programas, y que, como veremos a continuación, resultan inadecuados o perjudiciales.

La solución se encuentra en una combinación de estos recursos, posiblemente dejando al formador ayudar al estudiante en una toma de decisiones que le hace crecer como persona, con la colaboración y el apoyo de los compañeros, en base a información proporcionada por expertos, y recurriendo a máquinas para eliminar los trabajos más mecánicos, costosos o repetitivos.

Un análisis más en profundidad nos muestra en la siguiente tabla (Tabla 1) las posibilidades y los límites de estos actores.

Capacidad de identificar...	Formador	Sujeto	Pares	Máquina	Experto
Competencias (incluyendo habilidades, actitudes y conocimientos) necesarias para superar con éxito el proceso	Adquirida con la experiencia	Baja	Baja	Alta	Alta
Competencias que posee realmente el sujeto en la materia específica	Adquirida de modo holístico con el trato con el sujeto y la experiencia	Depende del sujeto	Depende	Basada en generalizaciones teóricas	Basada en generalizaciones teóricas
Competencias específicas para el aprendizaje (estilos en su caso)	Adquirida de modo holístico con el trato con el sujeto y la experiencia	Depende del sujeto	Depende	Basada en pruebas poco fiables	Desconocida
Características personales del sujeto (caracteriales, actitudinales, físicas, ...). Por ejemplo resiliencia, resistencia física al esfuerzo, capacidad para un trabajo individual o en grupo, etc.	Adquirida de modo holístico con el trato con el sujeto y la experiencia	Depende del sujeto	Depende	Basada en pruebas poco fiables	Desconocida
Intereses del sujeto, y todo lo relacionado con los elementos incentivadores de la motivación del sujeto	Adquirida de modo holístico con el trato con el sujeto y la experiencia	Depende del sujeto	Depende	Basada en pruebas poco fiables	Desconocida

Tabla 1. Posibilidades y límites de los actores del proceso educativo. Fuente: Elaboración propia.

Lo que se observa inmediatamente es que el experto diseña para un estudiante desconocido, basándose en la imagen ideal que los estudios dan de ese estudiante. Rara vez tiene en cuenta las diferencias individuales.

La máquina (ordenador que gestiona un programa de aprendizaje) pretende poder conocer al sujeto, pero lo hace mediante un tratamiento fragmentado del mismo, generando una imagen que difícilmente refleja la realidad. Para ello se basa en la aplicación de pruebas o en la recogida de información sobre su comportamiento anterior contrastándolo con el comportamiento de miles o millones de sujetos, estableciendo patrones de conducta. Más adelante veremos que esos patrones se basan en un tratamiento matemático de variables insuficientemente conocidas y que en muchos casos resulta difícil de medir mediante escalas numéricas u ordinales. Más de cincuenta años, desde la enseñanza programada de Skinner hasta hoy, proporcionan un abundante corpus investigador que muestra el fracaso de este planteamiento, pero éste vuelve a resurgir periódicamente amparándose en la cada vez mayor potencia de computación de los equipos, recurriendo también periódicamente desde hace treinta años al uso del término “inteligente”.

La columna del formador nos muestra enseguida que aquí la capacidad de un diseño individual acertado queda en manos de la experiencia y el acierto del formador (condiciones suficientemente aleatorias y poco controladas como para hacer temer lo peor, y en efecto, así sucede en muchos casos). También es cierto que en esta tarea los profesores actuales se encuentran con escaso soporte para la toma de decisiones, demasiados alumnos para conocerlos, demasiado poco tiempo para atenderlos y para reflexionar sobre su acción educativa.

Precisamente, lo que pretende el proyecto que aquí se describe, es ofrecer a profesores y estudiantes ese soporte y ese tiempo.

Nos quedan dos columnas más. La del sujeto que toma decisiones sobre su aprendizaje se vincula a determinados sujetos con capacidades para un aprendizaje independiente. Sin embargo, los vertiginosos cambios en la Sociedad de la Información han despertado el interés por una competencia que se está convirtiendo en necesaria para mantenerse actualizado: la autorregulación del aprendizaje. Sobre este punto volveremos más adelante.

La última columna que nos falta analizar, la regulación por pares, es otro tema en alza. Los compañeros-tutor y otras versiones de esta

misma idea han existido desde el siglo XIX, muchas veces por simple necesidad. En ocasiones se les ha reconocido un papel especial como en la experiencia de la televisión educativa en Costa de Marfil de los años sesenta (Babin y Kouloumdjian, 1983; Bartolomé, 1997). En otros simplemente ha sido la única solución posible en miles de aulas unitarias en todo el mundo (Pedraza-González y López-Pastor, 2015). En los últimos años es una idea en alza (Duran, 2004; 2007), especialmente por sus posibilidades para una escuela inclusiva (Lipsky y Gartner, 1997; Duran y Giné, 2011).

## 2. El camino en el siglo XX

El siglo XX y lo que llevamos del XXI poseen una rica historia en esta búsqueda del “santo grial”, de la receta mágica capaz de solucionar el problema de atender a los aprendizajes de modo individualizado, atendiendo a las diferencias y a las características personales.

### 2.1. Winnetka y Dalton

El plan de organización de las escuelas de Winnetka se remonta, al menos de acuerdo con los registros bibliográficos, a 1922 (Corcoran, 1927). Winnetka era un suburbio de Chicago de unos 10.000 habitantes. El creador de este plan fue el superintendente de las escuelas públicas C.W. Washburne. Es interesante contrastar este plan con el plan Dalton, fruto de la iniciativa de la señorita Parkhurst.

El plan Dalton (Parkhurst, 1922) consideraba que el sistema de una escuela pública organizada en grados, en la que todo el grupo de alumnos debía aprender lo mismo y en el mismo orden no respondía a la realidad de las diferencias individuales. Para ello reestructuró la enseñanza secundaria en una serie de laboratorios de temas diarios, donde los estudiantes escogían qué temas deseaban tratar. El punto de partida era que todo alumno de más de 10 años capaz de leer y escribir debería ser libre de organizar su propio camino de aprendizaje.

Según Corcoran (1927), Washburne compartía el rechazo por un aprendizaje similar para todos los miembros de un grupo, pero introducía una matización sumamente realista: sólo la mitad de los alumnos de esa edad (sabiendo leer y escribir) son capaces de esa autoorganización del aprendizaje.

Desde aquellos años, las propuestas para tratar de atender las diferencias individuales han ocupado un papel fundamental en el diseño del currículum y la innovación docente metodológica.

## 2.2. Máquinas de enseñar y enseñanza programada

¿Enseñar es un arte o una tecnología que podemos construir a partir de conocimientos científicos? No es este el lugar para discutirlo. Durante muchos años, los psicólogos consideraron que enseñar era un arte y que poco podía aportar la psicología para mejorar la enseñanza (James, 1899). De ahí parte Skinner (1965) para comenzar a exponer cómo el Conductismo (Behaviorism) puede optimizar la enseñanza a través de dos de sus productos: la enseñanza programada y las máquinas de enseñar. Pero ambas deben entenderse desde los conceptos en que los plantea Skinner:

- Enseñar es modificar la conducta.
- Las razones últimas por las que una conducta se modifica pueden ser desconocidos, pero podemos observar cómo la conducta se construye sobre la base de acciones reflejas asociadas a estímulos. Y esa asociación se puede crear o potenciar.
- La clave en la creación de esas asociaciones es el *feed-back*, la corrección al sujeto indicándole si la conducta (o la respuesta) es correcta o no.

Pressey (1926) se basa en el concepto de “*feed-back*” o “retorno” para diseñar en 1920 las primeras máquinas de enseñar. Aunque eran máquinas concebidas para corregir exámenes, al proporcionar el *feed-back* al estudiante éste aprendía, como el mismo Pressey señaló. Las máquinas de Pressey planteaban preguntas y el estudiante respondía apretando botones, recibiendo inmediatamente información sobre su acierto o error.

Cuando Skinner (1979) recoge esta propuesta que tan poco éxito obtuvo en 40 años, incorpora algunas ideas clave:

- La conveniencia de que el sujeto “elabore la respuesta” mejor que no “escoja” la respuesta.

- El programa debe constar de pasos, de modo que “cada paso debe ser tan pequeño que siempre pueda darse sin mayor dificultad” (p. 24).

La introducción de elementos audiovisuales es fundamental para la riqueza del aprendizaje. Hay que pensar que en ese momento la reproducción de sonido se realiza mediante discos de bakelita o vinilo.

Es interesante constatar que, en esencia, los desarrollos posteriores, incluido el aprendizaje adaptativo, harían bien en leer atentamente las obras clásicas de Skinner pues descubrirían (habrían descubierto) que quizás están inventando la rueda.

La enseñanza programada repite el esquema tecnológico de las máquinas de enseñar, pero sobre cualquier soporte (Lumsdaine y Glaser, 1960; Fry, 1966). Frecuentemente la enseñanza programada, que florece en los años sesenta y setenta, se ha asimilado con los cursos en esta materia llevados a cabo sobre papel.

Un texto de enseñanza programa básicamente consta de ítems en los que se ofrece información y se plantea una pregunta que el sujeto debe responder. A partir de ahí comienzan las variantes, por ejemplo en función del sistema de corrección, que, en los textos, habitualmente se basa en la comparación, por parte del mismo estudiante, entre su respuesta y la respuesta correcta.

El elemento más importante que aporta la enseñanza programada es el mismo concepto de programa (Klotz, 1971). Los dos primeros programas que se proponen son:

- **Lineal:** existe un único camino que todos los sujetos seguirán, variando la velocidad con que lo hace cada uno.
- **Ramificado:** existen varios caminos que cada sujeto va siguiendo en función de sus respuestas.

Estos dos diseños han permanecido a lo largo de la historia, aunque han aparecido variantes interesantes, como la que propone crear un entorno de ítems y respuestas (Murray et al., 1990): este programa pretende corregir concepciones erróneas de Física a través de una red de situaciones.



Cada situación está conectada con otras en las que algunos aspectos han sido modificados de acuerdo con el tipo de error del sujeto.

El sujeto navega por las diferentes situaciones realizando sus interpretaciones. Cada situación incluye:

- Una descripción de la situación
- Una descripción más detallada
- Una pregunta con elección entre varias respuestas
- Una explicación de la respuesta correcta
- Una imagen

Los autores llaman a su diseño “tutorial inteligente”. En este programa el sujeto avanza analizando sus propios errores y profundizando en la comprensión de los conceptos.

### 2.3. La Enseñanza Individualizada y la Educación Personalizada

La psicología avanzó hacia nuevos derroteros en la segunda mitad del siglo XX. El Conductismo se mostraba insuficiente para explicar los aprendizajes, mientras que las máquinas de enseñar y la enseñanza programada no conseguían el éxito esperado.

El Cognitivismo surge primero como una visión más amplia y posteriormente como oposición al Conductismo, para pronto englobar concepciones notablemente diferentes (Zumalabe, 2012). Las “representaciones” mentales, inicialmente sugeridas por Tolman (1938), fueron posteriormente incorporadas en el Cognitivismo aplicado a la Inteligencia artificial (Winograd y Flores, 1986). Una idea clave es la reproducción de la realidad mediante la elaboración de representaciones. Podemos considerar que un programa instruccional considera esta teoría cuando potencia que el estudiante aprenda estrategia, reglas y modelos. Otro indicador podría ser potenciar que el estudiante acceda a la información.

El Constructivismo sostiene que es el niño el que construye el conocimiento mediante el descubrimiento (Piaget, 1956; Bruner, 1990). Ha evolucionado hacia un Constructivismo Social (Vygotsky, 1978). Se detecta por la importancia dada al descubrimiento y la resolución de pro-

blemas y por tener en cuenta la autorregulación del aprendizaje (Bartolomé y Steffens, 2015).

En este marco, la preocupación por atender las diferencias individuales se traduce en dos nuevas aproximaciones: la Enseñanza Individualizada y la Educación Personalizada.

La Enseñanza Individualizada aparece en los sesenta y en España se implementa a finales de los sesenta y comienzo de los setenta de la mano de la reforma educativa de Villar Palasí. En su imagen más difundida, la individualización se consigue mediante fichas con actividades (Dotrens, 1973; Ferrández, 1978) que guían el trabajo del alumno: en ese sentido no aparece una diversificación de itinerarios o actividades sino únicamente una atención al ritmo de cada uno. Sin embargo, esa diferencia en el ritmo genera desfases que llevan a la elaboración de fichas de ampliación para los que terminan antes, y fichas de recuperación para quienes no consigan superar los niveles exigidos. Ello conlleva una labor de tutoría, con lo que descubrimos que la Enseñanza Individualizada representa un importante avance en la personalización del currículum.

La Educación Personalizada que plantea García Hoz (1970) en España pretende recuperar para la individualización la dimensión social del aprendizaje. Hay que señalar que Enseñanza Individualizada no es sinónimo, contra lo que su nombre pueda indicar, de trabajo totalmente individual y que desde el comienzo se incluye el trabajo en grupo como parte esencial de la misma (Mory, 1964). No difiere esencialmente de la metodología que se propugna desde la Enseñanza Individualizada, aunque sí en la insistencia conceptual en una dimensión más amplia de la instrucción, hacia una concepción educativa más amplia.

La Enseñanza Individualizada y la Educación Personalizada se encuentran detrás de la reforma educativa del ministro Villar Palasí y marcaron toda una época de la EGB con sus fichas individuales. Pero también tuvieron una cierta influencia en el cambio metodológico en la universidad española, aunque más con carácter anecdótico que general (Bartolomé, 1973; Ferrández, 1978). La acción tutorial es considerada un elemento clave.

En este sentido, Lemke (1998) plantea la necesidad de superar el paradigma del aprendizaje curricular (en que alguien decide qué hay que aprender y cuándo), hacia un paradigma del aprendizaje interactivo donde cada estudiante debe establecer sus propios objetivos e intereses de aprendizaje, plantearse preguntas de investigación y planes, acciones y estrategias para alcanzarlos.

#### 2.4. Enseñanza asistida por ordenador

En paralelo, la enseñanza programada encontraba su vía natural de desarrollo en los ordenadores (Coulson y Mullin, 1963). Estamos hablando de grandes equipos a los que se conectaban un elevado número de terminales.

Uno de los programas más analizados fue PLATO (*Programmed Logic for Automated Teaching Operations*), una plataforma desarrollada por la Universidad de Illinois, que se mantuvo activa más de una década, siendo utilizada en numerosos cursos de ésta y otras instituciones (Paden, Dalgaard y Barr, 1977). Las terminales incluían una pantalla como la de los televisores y un teclado: a través de esos dispositivos presentaba material a los estudiantes, le hacía preguntas, juzgaba sus respuestas, respondía a sus errores y les permitía seguir adelante o volver a revisar lo estudiado. Frente a los materiales impresos, PLATO ofrecía imágenes animadas (hasta cierto punto) e incluso un cierto control sobre los gráficos. Es interesante constatar que el programa permitía a los estudiantes acceder a un índice, es decir, permitía elegir en parte su propio camino. Y al tiempo registraba el proceso seguido.

Otro conocido sistema fue TIPS (*Teaching Information Processing System*) desarrollado en la Universidad de Wisconsin (Kelley, 1968; 1973). El programa se plantea el problema de la poca precisión en la información sobre el progreso de cada estudiante, la falta de personalización de la enseñanza y la falta de información en el momento preciso. Y propone que la solución la proporcionará TIPS. Sin embargo, también hay que resaltar que se señala la necesidad del profesor para superar las propias limitaciones del programa. Todo ello llevó a una guerra de siglas (Tabla 2) que trataban de reflejar mejor la función que estos programas debían tener en la enseñanza:

CBI	<i>Computer Based Instruction</i>	EBO	Enseñanza basada en el ordenador	El ordenador es el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje.
CBL	<i>Computer Based Learning</i>	ABO	Aprendizaje basado en el ordenador	El centro se desplaza del programa al aprendizaje del sujeto.
CAI	<i>Computer Assisted Instruction</i>	EAO	Enseñanza Asistida por Ordenador	El ordenador y su programa pasan a tener un papel auxiliar en el proceso de enseñanza.
CAL	<i>Computer Assisted Learning</i>	AAO	Aprendizaje asistido por Ordenador	El centro pasa al proceso de aprendizaje del alumno, en el que el ordenador juega un papel auxiliar.

Tabla 2. Tipos de programas para la educación. Fuente: Elaboración propia.

Las siglas más utilizadas fueron, en inglés, CBL y CAI. En español fue EAO.

A mediados de los sesenta aparecieron los primeros “Ordenadores Personales”: en 1965 Olivetti comienza la comercialización en Estados Unidos de su modelo Programma 101 por un precio superior a los 3.000 dólares (Wall Street Journal, 1965). Con ellos, la EAO recibiría un nuevo impulso en forma de difusión de programas de bajo costo y, reconociéndolo, dudosa eficacia.

Los ordenadores personales permitieron la producción por parte de los propios profesores de pequeñas aplicaciones que, recogiendo los principios de la enseñanza programada, permitían guiar el aprendizaje del alumno. Entre los programas más conocidos destacamos HyperCard, un generador de hipertextos que incorporaban todos los Macintosh, y que se convirtió en el más utilizado por los profesores de Norteamérica (Bartolomé, 1995). En los años siguientes se comercializarían otros, como Linkway, ToolBook, AuthorWare, etc.

Con la llegada de la Web, muchos de estos programas desaparecieron y algunos se transformaron. Ya en el siglo XXI ha vuelto a producirse un interés por este tipo de *software* con programas como exeLearning, GloMaker, Squeak, Easygenerator, Courselab, SmartBuilder o Articulate. Este programario ha permitido a los profesores generar programas de

ejercitación, tutoriales, programas de PBL, simulaciones, y otros tipos de documentos (Bartolomé, 2002) que incorporan a sus programaciones docentes.

Actualmente estos programas se caracterizan por ser multimedia, integrando tanto la interacción con el usuario como la multiplicidad de representaciones mediadas. En su momento el soporte necesario para el vídeo fue el videodisco (Bartolomé, 1990) pasando posteriormente a diferentes formatos de discos compactos digitales (CD-i, CD-ROM...) para terminar convertidos en multimedia distribuido sobre redes (Bartolomé, 2002).

## 2.5. Los sistemas inteligentes

Cuanto más leemos sobre cómo el siglo XX ha enfocado la individualización de los aprendizajes con ayuda de máquinas, una y otra vez volvemos al tema del control. Sería equivocado pensar que los programas de CBL, a pesar de centrarse en el control total del proceso por el ordenador, no han tenido en cuenta el papel del profesor o del propio estudiante en la gestión de ese control (Merrill, 1980).

La única forma en la que parecía posible que el ordenador pudiera guiar el aprendizaje era dotándole de una cierta inteligencia. Y éste fue un objetivo temprano (Millward et al, 1978). Los sistemas ICAI (*Intelligent Computer Assisted Instruction*) adoptaron de la Inteligencia Artificial la toma de decisiones mediante un motor de inferencia a partir de una base de datos que se enriquecía. Los equipos debían aprender. Aparecían los primeros sistemas de tutoría artificial (Larkin y Chabay, 1992). Estos sistemas se basaron en estudios sobre el conocimiento del experto, la transferencia de significados y la secuenciación del contenido. Estos sistemas poseían cuatro componentes principales: una base de conocimientos, un modelo de estudiante, un módulo pedagógico y una interface para la comunicación persona-máquina. Las estrategias pedagógicas eran muy variadas e incluían la presentación de problemas o conceptos cada vez más complejos, simulación de fenómenos, tutoría socrática con corrección de errores, y modelaje de la resolución experta de problemas (Dede, 1986).

Todo ello nos lleva a reconocer que el esfuerzo que se hizo fue inmenso. Pero, así y todo, los resultados siguieron siendo negativos,

en el sentido de que no fue posible llegar a sistemas operativos y generalizables. Por ello a mediados de los noventa la aplicación de la AI (Inteligencia artificial) a los programas CAI se orientó hacia el diseño de los programas más que a una implementación en su mismo funcionamiento.

Sin embargo, pronto aparecería una nueva aplicación de esta idea. En 1994 comenzaba la difusión mundial del World Wide Web, a partir del lenguaje HTML desarrollado por Tim Berners-Lee, y del navegador Mosaic desarrollado en el NCSA (National Center for Supercomputing Applications, de Estados Unidos). En ese marco crecieron los agentes inteligentes, pequeños programas destinados a realizar tareas rutinarias pero capaces de aprender. Los agentes más conocidos fueron los buscadores de información, pero en nuestro caso merece la pena referirnos a los agentes tutores inteligentes (Villareal, 2003; Chou, Chan y Lin, 2003). Estos agentes actuaban como tutores, buscando información al estudiante y proporcionándole un *feed-back* que le permitía mejorar sus aprendizajes. Su difusión fue escasa y de nuevo falló la diseminación del recurso o, simplemente, la prueba de su utilidad.

Con la segunda década del siglo la individualización de los aprendizajes soportada por máquinas ha encontrado un nuevo camino: El aprendizaje adaptativo.

### 3. Aprendizaje adaptativo

El aprendizaje adaptativo es la versión actual con más éxito del TEALE (*Technology Enhanced Adaptive Learning Environments*) o Entornos de aprendizaje adaptativo potenciados por la tecnología, que comienza con la Enseñanza programada y las máquinas de enseñar (Klotz, 1971). En general el concepto de adaptativo hace referencia a cómo se adapta el contenido y el itinerario a las características personales del sujeto (Karampiperis y Sampson, 2005).

Notar que mientras la noción de “Entorno personal de aprendizaje” (Adell y Castañeda, 2013) potencia la autonomía del sujeto en diseñar su espacio para aprender, el aprendizaje adaptativo asigna dicha responsabilidad a la máquina.

Lo que hacen los TEALE es apoyar esa adaptación al sujeto con tecnología, pero, en muchos casos, eso se hace a través de una centralización de la toma de decisiones en la tecnología, incurriendo en numerosos problemas que luego citaremos. Algunas investigaciones muestran que, al menos algunos modelos de aprendizaje adaptativo, mejoran los resultados de aprendizaje y la eficiencia de algunos alumnos (Tseng, Chu et al., 2008). En concreto alumnos que aprenden utilizando sistemas que ajustan el contenido a su estilo de aprendizaje muestran mejores resultados (Hwang et al., 2013). Algunos desarrollos han tratado de encontrar patrones grupales para realizar ese ajuste y adaptación de la enseñanza (Wang, Wang y Huang, 2008).

Inicialmente la investigación sobre aprendizaje adaptativo se centró en fuentes aisladas de información como el estilo de aprendizaje (Wang, Wang y Huang, 2008; Hwang et al., 2013), el estilo cognitivo (Limongelli et al., 2009) o los logros personales, pero rápidamente se utilizaron varias de estas fuentes (Yang, Hwang y Yang, 2013), por ejemplo, la conducta de aprendizaje y el estilo de aprendizaje (Tseng, Chu et al., 2008). De ese modo se creaban “modelos de estudiante” a los que ajustar los posibles itinerarios (Vandewaetere, Desmet y Clarebout, 2011).

Si bien esto recoge la esencia de los TEALE, no han faltado iniciativas creativas que se han orientado hacia planteamientos diferentes, como por ejemplo sistemas adaptativos basados en dispositivos móviles (Martin y Carro, 2009). También se han hecho esfuerzos por tratar de dotar de itinerarios adaptativos a herramientas tradicionales de la Web 2.0 como los blogs y las wikis (Huang y Yang, 2009).

### 3.1. ¿Máquinas de enseñar evolucionadas?

Vale la pena leer con atención los siguientes párrafos, cualquiera de ellos inmediatamente identificables como referidos al aprendizaje adaptativo, extraídos de folletos de promoción de la plataforma Newton:

“Los modelos tradicionales de enseñanza, proponen seguir una ruta lineal de aprendizaje, donde a través de una única secuencia de clases y actividades todos los alumnos van adquiriendo diversos conocimientos. Sin embargo, cada alumno aprende a un ritmo y forma diferente... creando un camino de enseñanza personalizado, diferenciado y adaptativo único para cada estudiante”

“Los alumnos difieren en la cantidad de tiempo y práctica que requieren para el dominio de determinados objetivos educativos, por lo que se requiere organizar las condiciones para atender a las diferencias individuales”

“El alumno adquiere (autónoma e individualmente) conocimientos y habilidades (establecidos previamente) (...) dirigir el aprendizaje humano bajo condiciones controladas”

“La enseñanza tradicional obligaba a todos los estudiantes a seguir un mismo y único proceso”

“(...) ajustar la enseñanza a las potencialidades y a las debilidades de los estudiantes”

Lo realmente interesante es que, mientras el primer párrafo corresponde exactamente al aprendizaje adaptativo, el segundo corresponde a la enseñanza programada ya comentada y el tercero a un programa de ICAI (Programa Inteligente de Enseñanza Asistido por Ordenador). Leer textos de aprendizaje adaptativo a veces se convierte en un viaje en el tiempo al siglo pasado.

El resurgir actual de este tema hay que entenderlo a partir del aluvión de datos que la red nos proporciona.

### 3.2. *Big data*

Con el siglo XXI ha aparecido el interés por el *Big Data*, y en particular por las posibilidades que ofrece de ayudarnos a entender este mundo, a pesar de las perversiones de una privacidad invadida (Manyika, 2011). Cada día dejamos una cantidad inimaginable de información en los ordenadores de la red, información que habla de nuestros gustos, nuestras intenciones, nuestras habilidades, etc. Relacionando estos datos y analizándolos, las empresas han descubierto que pueden “ayudarnos” ofreciendo respuestas a preguntas que ni siquiera hemos planteado. La minería de datos es la tarea de explorar esa información hasta extraer el “mineral puro” es decir aquella información que puede resultar útil a una empresa, un usuario, un gobierno...

La reacción a la minería de datos suele ser de cerrarse frente a la invasión de la privacidad. El problema es que, incluso contando con el de-



sarrollo de una legislación y una normativa más restrictiva, siempre quedarán ámbitos en los que la información que de nosotros queda después de nuestro paso por la red puede ser aprovechada. Parte de esa información es depositada directamente por el usuario: cuando visita una página de un banco utiliza más frecuentemente ciertos servicios y esto llevará a la entidad a enriquecer su oferta en esa línea o a facilitar el acceso a los mismos.

Podemos encontrar ejemplos de cuya inocuidad podemos dudar: una entidad bancaria afirmó poder identificar el sexo del usuario que entraba en su página por el modo de desplazar el puntero. ¿Cierto o leyenda?

Los ejemplos de un uso socialmente aceptable y beneficioso para los individuos son suficientemente numerosos como para que resulte discutible una descalificación global del fenómeno: un análisis de las llamadas de auxilio por accidentes permite identificar dónde colocar sistemas de comunicación o de ayuda. Las compras que se realizan permiten predecir tendencias y mantener las existencias evitando esperas. Estamos tan acostumbrados a estos beneficios que si de pronto dejase de utilizarse esa información seguramente protestaríamos ante la pérdida de calidad en el sistema de salud o en la administración pública, en los comercios o en la localización de personas. Por ejemplo, cuando Google Maps nos envía por la ruta más rápida y predice con razonable precisión el tiempo que emplearemos está utilizando los datos de ubicación y desplazamiento de miles de teléfonos móviles que están cediendo esos datos. O un banco puede detectar un posible uso fraudulento de una tarjeta y avisarnos inmediatamente gracias al contraste de la información de localización de la operación con las rutinas archivadas que tienen del uso que hacemos de los instrumentos de pago.

Tomar decisiones en función de esos datos se denomina “*data-driven decision making*”.

### 3.3. Analíticas de aprendizaje

El uso cada vez más generalizado de dispositivos electrónicos en los procesos de enseñanza/aprendizaje, bien sea en modalidad en línea o mezclada (*eLearning* o *Blended Learning*) ha comenzado a generar también

un volumen de datos que, potencialmente, podrían ayudar en esos procesos de aprendizaje. El número de accesos al entorno virtual, el tiempo empleado en realizar ejercicios, el tipo de soluciones exploradas, la participación en los foros, etc. nos pueden llegar a proporcionar información sobre alumnos en riesgo de abandonar los aprendizajes o sobre la adecuación de ciertas actividades a los estudiantes.

El tema ha sido tratado en los últimos años con más esperanzas que resultados concretos (Siemens y Long, 2011; Siemens y Baker, 2012). En estas aproximaciones en general se mantiene que la decisión última corresponde a profesores y estudiantes, pero no debe extrañar que el aprendizaje adaptativo y en general los TEALE hayan encontrado en este campo una auténtica mina de oro, y nunca mejor utilizada la expresión “mina”.

Mientras todos los intentos anteriores de TEALE han fracasado en tanto en cuanto han buscado soluciones “automáticas” o “inteligentes”, la minería de datos parece ofrecer hoy la solución perfecta. El argumento es: si se analiza cómo miles, millones de niños aprenden la aplicación del teorema de Pitágoras al cálculo de distancias, no resultará difícil poder predecir ante un niño nuevo cuál es el camino que se ha mostrado más exitoso con aquellos otros que eran o actuaban como él.

Newton es la gran empresa que se arroga el privilegio de ofrecer la mejor solución adaptativa. La descripción que ella misma hace del proceso no puede ser más explícita:

“Un modo de enseñar basado en la idea de que el currículum debe adaptarse a cada usuario”

Newton utiliza miles de datos y sofisticados algoritmos para construir el contenido perfecto para cada estudiante. Utiliza términos técnicos para describir ideas ya conocidas: el “*Item Response Theory* (IRT)” no es sino valorar diferentemente los errores en función de la dificultad de la pregunta, y el “*Probabilistic Graphical Models* (PGMs)” significa que conocer la probabilidad de que el alumno domine las fracciones puede ayudar a conocer su probabilidad de dominar también los decimales.

En ocasiones los mecanismos que utiliza son discutibles. El “*Hierarchical Agglomerative Clustering*” ayuda a agrupar a los alumnos que estudian lo mismo por su dominio de la materia, estrategia muy cuestionada por la investigación educativa desde hace más de treinta años (González et al., 2002).

### 3.4. La gamificación

En otro lugar se ha hecho referencia a la gamificación. La idea de aprender deleitando o la introducción de las mecánicas del juego en la enseñanza no son algo nuevo. Lo que aparece como novedoso es la multiplicidad de posibilidades que se ofrecen al generar de modo automático índices que estimulan la competición (entre compañeros o consigo mismo).

La gamificación es una estrategia propia de la civilización de lo ligero o de la ligereza hipermoderna (Lipovetsky, 2016) en que los contenidos, la acción docente y la evaluación tienden a ser leves (que no vacuos) y abiertos en su aspecto formal.

Según Lee, Ceyhan, Jordan-Cooley y Sung (2013) la gamificación puede acabar siendo un sistema práctico que proporcione soluciones rápidas con las que el usuario aprenda constantemente a través de una experiencia gratificante. Además, como sistema educativo, resulta atractivo teniendo en cuenta que la gamificación puede ser una estrategia de gran alcance que promueva la educación entre las personas y un cambio de comportamiento, por lo tanto, la gamificación en el ámbito académico puede crear incluso un estado de dependencia sano.

Más allá de esto, es sorprendente ver aparecer de nuevo viejos conceptos como si fueran novedades y, en especial, cuando estos conceptos son discutibles, al menos para fundamentar en ellos todo el mecanismo de motivación e incentivación de los estudiantes.

### 3.5. Una visión crítica

En los textos anteriores se han deslizados algunos elementos sobre el endeble soporte científico del aprendizaje adaptativo tal y como se propone. Aquí añadiremos tres argumentos que ponen en cuestión la propia esencia del uso de las analíticas de aprendizaje como eje principal para la toma de decisiones docentes.

### 3.5.1. Tratamiento matemático de una realidad no matemática

En realidad, éste es un problema similar al que se produce cuando utilizamos escalas numéricas racionales para expresar el resultado de evaluación de un proceso complejo de aprendizaje: se asigna un 8 o un 4 pero en realidad no podemos afirmar que el 8 represente el doble de aprendizaje que el 4. Ni siquiera podemos afirmar que la diferencia en los aprendizajes entre dos alumnos que obtienen un 8,1 y un 8,2 sea similar a la que se produce entre dos alumnos que obtienen un 8,2 y un 8,3.

Estos valores racionales pueden ser adecuados para expresar el resultado de una medida determinada, por ejemplo, en un test. Pero, aunque nos resulte confortable, lamentablemente no son adecuadas para muchas de las variables que se producen en un entorno de aprendizaje. Por citar sólo algunas, el interés, el entusiasmo, la motivación, el conocimiento o la creatividad son variables que no pueden expresarse mediante números. Como mucho podemos aspirar a escalas ordinales o categóricas.

### 3.5.2. Variables insuficientemente definidas

Pero el problema se agudiza porque se trata de variables insuficientemente definidas. En muchas ocasiones hemos recurrido al concepto de “constructo” ante la indefinición de estas variables. Definimos “motivación” como un estado de ánimo que lleva al alumno a asumir las tareas con más interés. Cualquier otra definición que encontremos veremos que permitiría a diferentes observadores extraer diferentes conclusiones. La conducta que en una cultura puede reflejar una elevada motivación, en otra no la refleja. En definitiva, nos vemos obligados a buscar “indicadores” o “evidencias”.

### 3.5.3. Irrelevante vs. medible

Y con eso llegamos al núcleo de la cuestión: en Educación debemos aceptar que las variables (¿constructos?) que son relevantes no son medibles y difícilmente son observables. Y viceversa, si algo es medible y observable como para ser representado matemáticamente, raramente suele ser relevante.

Por ejemplo, cuando en Newton dicen que, a partir de un ejercicio mal

resuelto de un estudiante, analizan miles de datos y deciden cuál debe ser el siguiente paso, me pregunto: ¿Saben en Newton si su gatito se murió el día anterior?, ¿si su madre le riñó o se peleó con sus amigos?, ¿si su equipo de fútbol ganó o perdió?... ¿Sabe algo de todas las cosas que realmente le afectan y afectan al modo como resuelve ese ejercicio?

¿Cómo es posible que triunfen planteamientos que no soportarían un mínimo contraste con los resultados obtenidos por la investigación en Educación en el siglo XX?

Pero eso no quiere decir que no sea posible aprovechar elementos de las analíticas de aprendizaje, utilizar en ocasiones recursos de gamificación, e integrar paquetes de aprendizaje adaptativo en un diseño enriquecedor.

#### **4. Otros elementos a considerar en el proyecto**

##### **4.1. La toma de decisiones por el estudiante. Aprendizaje autorregulado**

Hablar de toma de decisiones por el estudiante se relaciona con la autorregulación del aprendizaje. La importancia otorgada hoy al aprendizaje autorregulado (SRL, “*self-regulated learning*”) viene tanto por los mejores resultados de aprendizaje que obtienen los estudiantes que “mejor regulan sus aprendizajes” (Zimmerman y Schunk, 2008) como por la necesidad de esta competencia en ambientes informales de aprendizaje (Hofer et al., 1998).

El interés por el SRL se reflejó en trabajos de Psicología Social ya en los ochenta, en tanto que diez años más tarde llegó al campo educativo siendo cada vez más difícil distinguir entre conceptos como autorregulación, autogestión, metacognición, etc. (Zeidner et al., 2000).

El SRL hace referencia al ajuste de objetivos, el seguimiento del proceso y elección de estrategias y la autoevaluación. Aquí estamos especialmente interesados en el segundo punto: cómo el estudiante escoge las estrategias más adecuadas, aunque no necesariamente en relación a los aprendizajes sino a sus propios objetivos. Este aspecto no está claramente demostrado y algunas investigaciones han mostrado que los estudiantes no siempre escogen las actividades de aprendizaje que

mejor se adaptan a su forma de conocer o su estilo de aprendizaje, sino que lo hacen basados en su intuición y sus preferencias (Hwang et al., 2013).

El aspecto más interesante es que, aceptando que el SRL es hoy una competencia deseable, lo cierto es que los sistemas en los que la elección del camino y las estrategias las determinan elementos externos al sujeto, sea el profesor, sea una máquina, no es la mejor forma de desarrollar esa competencia. El problema radica frecuentemente en la necesidad del desarrollo de nuevas competencias en el profesorado.

#### 4.2. Microlearning

Una propuesta con fuerza hoy para la formación ocupacional, a medio camino de la Educación informal y la no formal, es el *microlearning*. Básicamente se trata de organizar el contenido en pequeñas unidades de corta duración, quizás un par de minutos, que pueden ser realizadas a demanda del usuario y en el orden que desea (Hug, Lindner y Bruck, 2005).

El microlearning lleva al extremo la tendencia a la fragmentación y miniaturización de los contenidos de aprendizaje que apareció con los objetos de aprendizaje (Wiley, 2002).

Los objetos de aprendizaje han evolucionado de sus primitivas descripciones de objetos encapsulados hacia cualquier tipo de recurso de aprendizaje disponible en la red. Y eso nos lleva a una aproximación al aprendizaje adaptativo realmente sugerente. Frente a los macrosistemas que gestionan algunas grandes empresas como Newton y que han provocado una visión recelosa por parte de educadores temerosos de la “comercialización” y la “centralización globalizada” de la enseñanza, otros han tratado de desarrollar algoritmos que permitan “adaptar” la búsqueda de esos objetos, por ejemplo, proponiendo un algoritmo para encontrar el objeto de aprendizaje que mejor se ajusta a las características de un sujeto. (Yang y Wu, 2009; Yaghmaie y Bahreininejad, 2011).

Se trata de un desafío que, de resolverse, planteará un escenario nuevo y revolucionario en este tema (Tseng, Su et al., 2008). No es un desafío sencillo pues, como señalan Aroyo et al. (2006) el sistema debe inter-

actuar con los contenidos semánticos en la Web, y esto es algo que todavía no ha sido suficientemente desarrollado (Web 3.0).

### 4.3. Mastery learning

Detrás de varios de los conceptos explicados se encuentra la idea del “*Mastery learning*”, es decir, del aprendizaje en el que el sujeto avanza de acuerdo con su nivel de dominio (Block y Burns, 1976), el “*Learning for Mastery*” que propuso Bloom (1968), y que Kulik et al. (1990), tan críticos en otros metaanálisis en relación al uso de los medios, encontraron que mejoraba los resultados especialmente de los estudiantes más débiles.

Pero hoy *Mastery learning* también se identifica con la capacidad del sujeto de guiar su aprendizaje (Khan, 2016). Y esta es una idea que justifica introducir aquí esta referencia.

Creemos que el actual interés despertado hoy por el aprendizaje basado en competencias (*Competency Based Learning*) proviene del *Mastery learning* aunque también ha desatado una extraña guerra en la que los conceptos se confunden (¿quizás una lectura apresurada de las siglas CBL?): ver el blog de Diane Ravitch (2018).

### 4.4. Los contratos de aprendizaje

El uso de contratos de aprendizaje, es decir, la formalización del programa a aprender y las actividades a realizar para ello mediante un contrato por el alumno es una vieja idea, sustentada en Dewey, que encajaba muy bien con los planteamientos de educación de adultos (Knowles, 1973) que sigue teniendo hoy un gran atractivo (Fernández y González, 2009; González et al., 2002).

Los contratos se han utilizado para potenciar las destrezas metacognitivas (Chiang, 1988). Ese es el punto de unión entre esta estrategia de implicación del estudiante y el proyecto.

El proyecto aquí descrito pretende utilizar recursos propios del aprendizaje adaptativo como soporte a la toma de decisiones conjunta de profesor y estudiante, que se concreta en un itinerario formado por pequeñas unidades, y que se formaliza mediante contratos inteligentes (que se generan automáticamente).

#### 4.5. La dimensión social del aprendizaje

No vamos a extendernos aquí en la dimensión social del aprendizaje. El tema ha sido ampliamente tratado por numerosos teóricos (Vygotsky, 1978) y educadores prácticos y hoy es algo ampliamente aceptado que el aprendizaje se produce en el seno del grupo y que el grupo es un poderoso elemento que influye en las dinámicas de los aprendizajes. Varias de las metodologías y tecnologías señaladas plantean un aprendizaje individual. De hecho, el planteamiento de itinerarios diferentes adaptados a cada sujeto parecería que implica una individualización de la enseñanza.

El prototipo que se desarrolla no funciona así. Como luego se describe, los bloques pueden suponer actividades individuales o en grupo. Sin embargo, los grupos no deben interpretarse desde la perspectiva de grupos estables sino como redes personales que desarrollan los propios estudiantes.

En este sentido, este proyecto se sitúa en la línea del Conectivismo y plantea un aprendizaje en red, en el que el estudiante aprende a través de sus redes y, como resultado de ese aprendizaje, crea sus propias redes (Salinas, Pérez y de Bento, 2008). Podríamos visualizar los itinerarios de aprendizaje como una multitud de caminos que se entrecruzan, en ocasiones avanzan juntos y en ocasiones se separan. Más correctamente podríamos pensar en itinerarios (que reconocemos por las huellas que dejan) que se juntan, mezclan y separan.

### 5. El proyecto

El proyecto ha pasado por varias fases de definición. Después de 8 meses de actividades previas, finalmente se ha organizado de la siguiente manera.

#### 5.1. Un camino personal

La web nos ofrece miles de vídeos, textos, simulaciones, presentaciones multimedia y otros tipos de recursos que permiten aprender. Con ellos prepararemos unos "objetos de aprendizaje": que son de todo tipo (vídeos, textos, simulaciones, foros, *master-class*, *webinar*...) que permitirán realizar aprendizajes específicos.



Cada uno de estos objetos de aprendizaje (OA) requiere unos conocimientos o habilidades previas para poder realizarlo, y los alumnos que los utilicen deberían terminar con otros conocimientos o habilidades. Los primeros servirán para construir una "prueba inicial" que permitirá al alumno y al profesor pactar qué OA realizar, es decir, qué camino seguir. El logro de los segundos se traducirá en una calificación, la suma de las cuales dará lugar a la evaluación.

La calificación obtenida puede interpretarse desde dos perspectivas: en sí misma es una puntuación que nos habla del logro del alumno. Pero puesto que cada OA tiene un nivel diferente de dificultad, requiere un nivel diferente de esfuerzo, y tiene una importancia diferente, alumnos que siguen itinerarios diferentes, trabajando con diferentes OA, también obtendrán una puntuación relativa al grupo, es decir, relativa a las puntuaciones que han obtenido sus compañeros, teniendo en cuenta la dificultad, el tiempo requerido y la importancia.

La evaluación final tendrá en cuenta ambas perspectivas.

En ese camino definido entre profesor y alumno es posible que en un momento determinado sea necesario realizar cambios. Quizás introducir nuevos OA. O quizás introducir alguno que no estaba previsto. La Web es rica en esta oferta.

Algunos alumnos trabajarán con cinco OA mientras otros puede que se atrevan con quince. Estos OA tendrán diferentes niveles de dificultad, pues también los estudiantes tendrán diferentes competencias previas. Los intereses de los estudiantes harán que dediquen más o menos tiempo a la materia, respetando los mínimos que marca el plan de estudios.

## 5.2. Diagrama general

Un repositorio o biblioteca contiene todos los OA (actividades) que se ofrecen.

En el espacio personal del alumno (PLE), que organiza a su modo y manera, se encuentran aquellos OA que configuran su itinerario personal (Figura 1).

En ese mismo PLE, el estudiante puede añadir otros recursos de la Web. El profesor evalúa un OA cuando el alumno lo ha completado, a partir de los resultados de medida o valoración que proporciona el sistema: pueden venir del propio estudiante, de sus compañeros, de un test corregido por el ordenador o de una prueba corregida por el profesor.

Los resultados de esta evaluación se guardan como registros de eventos en una "cadena de bloques" (*blockchain*). En esta tecnología, la información no puede ser alterada, extraviada ni añadida. Pero es transparente y pública, aunque los datos personales no aparecen. En cualquier momento es posible ver qué resultados están obteniendo todos los estudiantes en los diferentes OA, aunque no es posible conocer los resultados de uno específicamente.

Esa información personal sólo es accesible para el propio estudiante y para el profesor. Ambos acceden desde sus respectivos espacios de trabajo mediante unos "gestores" o programas. El del estudiante le permite ver sus resultados y los resultados (anonimizados) de sus compañeros, conociendo en todo momento su situación personal y en relación al grupo. El del profesor le permite introducir sus evaluaciones y conocer la situación de cada estudiante, individualmente y en el marco del grupo.

En su conjunto el sistema permite a cada alumno seguir su propio camino de acuerdo con sus propias necesidades, intereses y habilidades. Al tiempo ofrece un sistema de evaluación transparente, fiable, seguro y que combina el reconocimiento al esfuerzo personal del estudiante con el reconocimiento al esfuerzo que han hecho sus compañeros.

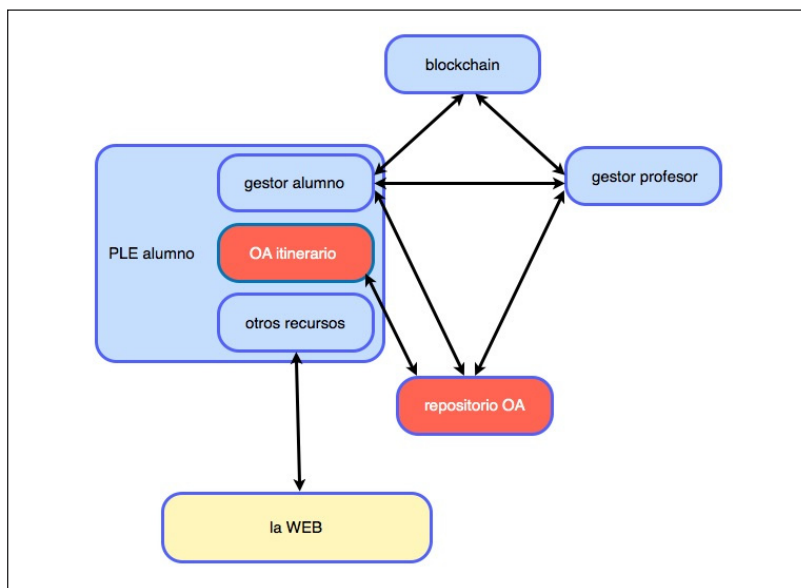


Figura 1. Organización del Espacio Personal del Alumno en relación con los objetos de aprendizaje. Fuente: Elaboración propia.

### 5.2.1. Actividades

Las unidades, actividades o bloques se denominan Objetos de Aprendizaje (OA), aunque obviamente no con el sentido preciso con el que se utilizó en el pasado este término. Los OA se distribuyen sobre una plataforma basada en *Learning Toolbox*.

### 5.2.2. Gestores

Los interfaces de gestión de alumnos y profesores se desarrollan sobre una plataforma propia que permite acceder tanto a la información contenida en *Blockchain* como a los *stacks* (o bloques) de *Learning Toolbox*.

### 5.2.3. Blockchain

Se utiliza la plataforma Ethereum. Los costos directos derivados del uso se estiman en 0,15€ por estudiante y 0,25€ por cada registro (cada actividad hecha por cada estudiante). El desarrollo del proyecto, así como las APIs que relacionen las diferentes bases de datos tienen un costo propio.

Las variables presentes en las diferentes bases de datos se relacionan así con los registros de *Blockchain*:

Variable en <i>Blockchain</i>	Variable en repositorio OA	Variable en BD de alumnos
id_alumno		numero
id_oa	refe	refe_OA
complejidad_oa	complejidad	
esfuerzo_oa	esfuerzo	
peso_oa	peso	
puntos		puntos_OA
puntos_pond		ponderados_OA

Tabla 3. Variables y su registro. Fuente: Elaboración propia.

### 5.3. Los Objetos de Aprendizaje

Cada Objeto de Aprendizaje (OA) define qué objetivo de aprendizaje pretende ayudar a conseguir, qué actividades hay que realizar, cómo (y por quién) se evaluarán, qué nivel de dificultad plantean y qué esfuerzo en tiempo pueden requerir. También qué importancia tienen en el peso de la materia. Hay varios tipos de OA.

#### 5.3.1. Master class

Son clases presenciales, impartidas por un experto, generalmente con una exposición, pero incluyendo también la participación del estudiante. Éste participará posiblemente con alguna lectura previa y en algún tipo de discusión, habiendo tomado notas. Muchas veces la evaluación consistirá en un pequeño trabajo o una prueba que pueden ser valorados por sus propios compañeros y evaluados por el profesor. Naturalmente, estos OA tienen lugar un día y a una hora determinada.

#### 5.3.2. Estudio de caso

Se trata de estudiar un caso real: esto implica unas lecturas y participar en actividades en grupo. Se trata de un OA que exige trabajar de modo colaborativo con un grupo pequeño de compañeros, analizando un uso

determinado de las TIC en Educación Social. Puede ser valorado por el profesor mediante un pequeño trabajo de 3 páginas.

### **5.3.3. Herramientas estándar, herramientas básicas, herramientas avanzadas**

Se trata de desarrollar suficiente competencia en el uso de determinadas herramientas o recursos digitales. Algunas son recursos estándar, mientras que puede que estudiantes con menos habilidades en este campo decidan trabajar previamente herramientas básicas. Los más avanzados también encontrarán OA a su medida. Se suelen trabajar individualmente aunque el trabajo en grupo puede ayudar a conseguir las destrezas que se buscan. La valoración la darán en muchos casos los ordenadores que reflejarán el uso que el estudiante está haciendo de la tecnología.

### **5.3.4. Desafíos educativos**

Son, como su nombre indica, desafíos en los que los estudiantes, bien individualmente, bien en grupo, deben diseñar e implementar aplicaciones de las TIC en situaciones educativas. Son complejas y las valora el profesor.

### **5.3.5. Retos para un investigador**

Los estudiantes con inquietudes investigadoras podrán comenzar a trabajar en el marco de la investigación educativa. Son actividades en grupo o individuales. Proyectos capaces de entusiasmar.

### **5.3.6. Dialogar y construir**

A lo largo del curso los estudiantes deberán reflexionar a través de espacios de diálogo. También pueden convertirse ellos mismos en creadores: crear objetos educativos, para ellos mismos o para su actividad como educadores. En este tipo de OA la creatividad y la iniciativa tienen un peso importante.

Cada alumno pactará con el profesor su propio itinerario de aprendizaje, los OA que realizará. Para ello tendrán en cuenta la información que proporcione la prueba inicial, los intereses del estudiante y sus capacidades. Pero hay algunas exigencias mínimas: en cualquier caso, todos los estudiantes deben incluir en su itinerario al menos un OA de

cada tipo, excepto en el caso de los "Retos para un investigador". El índice de OA proporciona una imagen bastante clarificadora.

#### 5.4. Planificación temporal

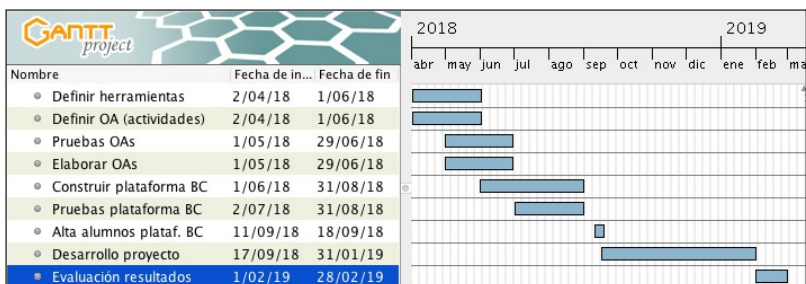


Figura 2. Planificación temporal del proyecto (muestra). Fuente: elaboración propia.

#### 5.5. Un proyecto abierto

A partir de la experiencia del curso 2018-2019 el proyecto se abre a otros profesores interesados. En un primer momento se trabaja sobre contenidos de materias relacionadas con el uso de las TIC en Educación. Pero nuevas materias pueden incorporarse en el futuro.

#### 5.6. Un aspecto transversal: la alfabetización digital

El proyecto contribuye de forma transversal a formar estudiantes que puedan convertirse en residentes digitales (White y Le Cornu, 2011), que sean hábiles en la construcción de su identidad analógica y digital. Las competencias adquiridas y la corresponsabilidad en la adecuación y consecución del itinerario formativo, los acerca al ideal de formación de personas libres, críticas y aptas para la realización personal, así como para la intervención en su entorno social. A esto contribuye las habilidades y conocimientos adquiridos (a través de las acciones y contenidos de los OA), así como el empoderamiento que supone la alfabetización digital (Grizzle et al., 2011) apropiada en el tránsito formativo descrito.

### 6. Algunas consideraciones finales

En el presente capítulo hemos realizado un esbozo de la presentación y próxima ejecución del proyecto *Edu-blockchain*, una propuesta de individualización de los aprendizajes mediante la generación de itine-

rios personalizados para cada estudiante, gestionados mediante cadenas de bloque, que se llevará a cabo en los estudios de grado de Educación Social de la Universidad de Barcelona. Al respecto, si bien siempre es difícil anticiparse a lo que sucederá, creemos que el proyecto ofrece respuestas a un conjunto de desafíos educativos relevantes del presente y del futuro, entre los que destacan los siguientes:

- Primero, tal como hemos analizado, el estudiantado cuenta con una actitud que favorece la autonomía en sus procesos de aprendizaje.
- Segundo, el resultado de múltiples transformaciones educativas en las últimas décadas nos ha dejado en evidencia que el estudiantado actual presenta actitudes y habilidades diferentes entre ellos, lo que, por un lado, denota que existen necesidades de aprendizaje distintas, y por otro, nos obliga a pensar en nuevas estrategias de enseñanza.
- En tercer lugar, nos situamos en un contexto donde la universidad y en general, la educación formal, tienden a ser replanteadas y pensadas. Por lo que proyectos como *Edu-blockchain* reflejan el interés que existe desde la propia institución educativa por construir procesos de enseñanza y aprendizaje acordes con las actuales demandas de la sociedad.

## Referencias

Adell, J., y Castañeda, L. (2013). El ecosistema pedagógico de los PLEs. Entornos Personales de Aprendizaje: *Claves para el ecosistema educativo en red*, 29-51.

Aroyo, L., Dolog, P., Houben, G., Kravcik, M., Naeve, A., Nilsson, M. y Wild, F. (2006). Interoperability in personalized adaptive learning. *Educational technology & society*, 9 (2), 4-18.

Babin, P. y Kouloumdjian, M.F. (1983). *Les nouveaux modes de comprendre. La génération de l'Audiovisuel et de l'Ordinateur*. Lyon: Éditions du Centurion.

Bartolomé, A. (1990). *Vídeo Interactivo. Educación y Empresa*. Barcelona: Edic. REDE. [http://www.lmi.ub.edu/personal/bartolome/libros/1990\\_Bartolome\\_VI.pdf](http://www.lmi.ub.edu/personal/bartolome/libros/1990_Bartolome_VI.pdf)

Bartolomé, A. (1995). Sistemas Multimedia para la Enseñanza. En J. Ballesta (1995). *Enseñar con los medios de comunicación*. Barcelona: PPU, pp. 187-204.

Bartolomé, A. (1997). Preparando para un nuevo modo de conocer. En M. Rosa Gorreta (Coord.). *Desenvolupament de capacitats: Noves Estratègies*. Hospitalet de Llobregat: Centre cultural Pineda. pp. 69-86. [http://www.lmi.ub.es/personal/bartolome/articuloshtml/bartolom\\_pineda\\_96/](http://www.lmi.ub.es/personal/bartolome/articuloshtml/bartolom_pineda_96/)

Bartolomé, A. (2002). *Multimedia para Educar*. Barcelona: Edebé.

Bartolomé, A. y Steffens, K. (2015). Are MOOC Promising Learning Environments?. *Comunicar*, 44, 91-99. doi:10.3916/C44-2015-10

Bartolomé, M. (1973). La función orientadora de las técnicas de trabajo individualizado en la Universidad. *Revista Española de Pedagogía*, 31 (121), 21-33. <http://www.jstor.org/stable/23763111>



Bauman, Z. (2008). *Los restos de la educación en la Modernidad Líquida*. Barcelona: Gedisa.

Block, J. H. y Burns, R. B. (1976). 1: Mastery learning. *Review of research in education*, 4(1), 3-49. [http://edt530fall09.pbworks.com/f/block\\_burns\\_1976.pdf](http://edt530fall09.pbworks.com/f/block_burns_1976.pdf)

Bloom, B.S. (1968). Learning for Mastery. *Evaluation Comment*, 1 (2), 1–12.

Bruner, J. (1990). *Acts of meaning*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Cobo, C. (2016). *La Innovación Pendiente: Reflexiones (y Provocaciones) sobre educación, tecnología y conocimiento*. Nueva York: Penguin Random House.

Corcoran, T. (1927). The Winnetka school plan. *The Irish Monthly*, 55(644), 63-67. <http://www.jstor.org/stable/20518062>

Coulson, J. E. y Mullin, A. A. (1963). Programmed learning and computer-based instruction. *American Journal of Physics*, 31(2), 147-148. doi:10.1119/1.1969325

Chiang, L. H. (1998). Enhancing metacognitive skills through learning contracts. Paper presentado en *Annual Meeting of the Mid-Western Educational Research Association*, Chicago, IL.

Chou C., Chan T. y Lin C. (2003). Redefining the learning companion: the past, present, and future of educational agents. *Computers and Education*, 40, 255-269. doi:10.1016/S0360-1315(02)00130-6

Day, C. (2002). *Developing teachers: The challenges of lifelong learning*. London: Routledge.

Dede, C. (1986). A review and synthesis of recent research in intelligent computer-assisted instruction. *International Journal of Man-Machine Studies*, 24 (4), 329-353

- Dewey, J. (1938). *Experience & Education*. New York, NY: Kappa Delta Pi.
- Dottrens, R. (1973). *La enseñanza individualizada*. Buenos Aires: Editorial Kapelusz.
- Duran, D. (2004). Tutoría entre iguales. *Innovación Educativa*, 75, 63-68. <http://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1NSDF3XND-18KTC5L-16LY/04%20TUTORIA%20ENTRE%20IGUALES.pdf>
- Duran, D. (2007). ¿Solos ante el peligro? Las gafas que nos impiden ver la importancia de las interacciones entre los alumnos. En M. Castelló (coord.): *Enseñar a pensar. Sentando las bases para aprender a lo largo de la vida*. Madrid. Ministerio de Educación y Ciencia.
- Duran, D. y Giné, C. (2011). La formación del profesorado para la educación inclusiva: Un proceso de desarrollo profesional y de mejora de los centros para atender la diversidad. *Revista Latinoamericana de educación inclusiva*, 5(2), 153-170. [http://www.rinace.net/rlei/numeros/vol5-num2/art8\\_htm.html](http://www.rinace.net/rlei/numeros/vol5-num2/art8_htm.html)
- Fernández, M. D. y González, A. S. (2009). Estrategias didácticas creativas en entornos virtuales para el aprendizaje. *Revista Electrónica publicada por el Instituto de Investigación en Educación*. [http://bibliografia.eovirtual.com/DelgadoM\\_2009\\_Estrategias.pdf](http://bibliografia.eovirtual.com/DelgadoM_2009_Estrategias.pdf)
- Ferrández, A. (1978). *La enseñanza individualizada*. Barcelona: Ceac.
- Fry, E. B. (1963). *Teaching Machines and Programmed Instruction; an Introduction*. New York: McGraw-Hill. (versión en español de 1966 “Máquinas de enseñar y enseñanza programada”, publicada por Magisterio Español)
- García Hoz, V. (1970). *Educación personalizada*, Madrid: CSIC
- Garrison, D.R. y Anderson, T. (2003). *E-learning in the 21st century: A framework of research and practice*. Londres: Routledge Falmer.

Gisbert, M. (2000). El profesor del siglo XXI: de transmisor de conocimientos a guía del ciberespacio. En J. Cabero y otros (coord.). *Y continuamos avanzando. Las nuevas tecnologías para la mejora educativa*, 315-331. Sevilla: Kronos.

González, P., Delgado, B., Valenciaga, A. y Morgado, M. J. (2002). Contratos de aprendizaje (CP Ruperto Medina, Portugalete). *Cuadernos de Pedagogía*, 316, 54-56

Grizzle, A., Wilson, C., Tuazon, R., Akyempong, K. y Cheung, C.-K. (2011). *Alfabetización mediática e informacional. Curriculum para profesores*. París: UNESCO. <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002160/2160995.pdf>

Helsper, E. J. y Eynon, R. (2010). Digital natives: where is the evidence?. *British educational research journal*, 36(3), 503-520

Hofer, B., Yu, S.L. y Pintrich, P. (1998). Teaching college students to be self-regulated learners. Pp.57- 85. En D.H. Schunk y B.J. Zimmermann (Eds.). *Self-regulated learning. From teaching to self-reflective practice*. New York: The Guildford Press.

Huang, S. y Yang, C. (2009). Designing a semantic blink system to support different types of knowledge and adaptive learning. *Computers & Education*, 53 (3), 701-712. doi:10.1016/j.compedu.2009.04.011

Hug, T., Lindner, M. y Bruck, P. A. (2005). Microlearning: Emerging concepts, practices and technologies after e-learning. *Proceedings of Microlearning*, 5, 3

Hwang, G., Sung, H., Hung, C. y Huang, I. (2013). A Learning Style Perspective to Investigate the Necessity of Developing Adaptive Learning Systems. *Educational technology & society*, 16 (2), 188-197

James, W. (1899). *Talks to Teachers on Psychology and to Students on Some of Life's Ideals*. New York: Henry Holt and Company. <http://facstaff.bloomu.edu/triley/The%20Complete%20Collection/The%20Laws%20of%20Habit,%20The%20Gospel%20of%20Relaxation,%20from%20Talks%20to%20Teachers%20on%20Psychology.pdf>

Karampiperis, P. y Sampson, D. (2005). Adaptive learning resources sequencing in educational hypermedia systems. *Educational technology & society*, 8 (4), 128-147.

Kelley, A. C. (1968). An experiment with TIPS: A computer-aided instructional system for undergraduate education. *The American Economic Review*, 58(2), 446-457. <http://www.jstor.org/stable/1831829>

Kelley, A. C. (1973). Individualizing Education through the Use of Technology in Higher Education. *The Journal of Economic Education*, 4(2), 77-89. <http://www.jstor.org/stable/1182257>

Khan, S. (2016). When Teachers and Technology Let Students Be Masters of Their Own Learning. *EdSurge*, (28/12/2016). <https://www.edsurge.com/news/2016-12-28-when-teachers-and-technology-let-students-be-masters-of-their-own-learning>

Klotz, G. (1971). *La enseñanza programada*. Barcelona: Redondo

Knowles, M. (1973). *The Adult Learning: A neglected species*. Houston: Gulf Publishing Company. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED084368.pdf>

Kulik, C. L. C., Kulik, J. A. y Bangert-Drowns, R. L. (1990). Effectiveness of mastery learning programs: A meta-analysis. *Review of educational research*, 60(2), 265-299. <http://www.ic.unicamp.br/~wainer/cursos/2s2004/impactos2004/kulik90.pdf>

Larkin, J.H. y Chabay, R.W. (ed.) (1992). *Computer-Assisted Instruction and Intelligent Tutoring Systems: Shared Goals and Complementary Approaches*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers

Lee, J., Ceyhan, P., Jordan-Cooley, W. y Sung, W. (2013) GREENIFY: A Real-World Action Game for Climate Change Education. *Simulation & Gaming, Paper*. <http://tcgameslab.org/wp-content/uploads/2013/02/Lee-et-al.-Greenify-Simulationand-Gaming-2013.pdf> (25-12-12)

Lemke, J. L. (1998). Metamedia literacy: Transforming meanings and media. In D. Reinking, M. McKenna, L. Labbo y R. D. Kieffer (Eds.), *Handbook of literacy and technology: Transformations in a post-typographic world* (pp. 283-301). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates

- Limongelli, C., Sciarrone, F., Temperini, M. y Vaste, G. (2009). *Adaptive Learning with the LS-Plan System: A Field Evaluation*. IEEE transactions on learning technologies, 2 (3), 203-215. doi:10.1109/TLT.2009.25
- Lipovetsky, G. (2016). *De la ligereza. Hacia una civilización de lo ligero*. Barcelona: Anagrama
- Lipsky, D. y Gartner, A. (1997). *Inclusion and school reform: Transforming America's classrooms*, Baltimore: P. Brookes Publishing
- Lumsdaine, A.A. y Glaser, R. (Eds.) (1960). *Teaching machines and program-med learning: A source book*. Oxford: National Education Association
- Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. y Byers, A. H. (2011). *Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*. McKinsey Global Institute. <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/big-data-the-next-frontier-for-innovation>
- Martin, E. y Carro, R.M. (2009). *Supporting the Development of Mobile Adaptive Learning Environments: A Case Study*. IEEE transactions on learning technologies, 2(1), 23-36. doi:10.1109/TLT.2008.24
- Merrill, M.D. (1980). *Learner Control in Computer Based Learning. Computers and Education*, 4 (2), 77-95
- Millward, R., Mazzucchelli, L., Magoon, S. y Moore, R. (1978). Intelligent computer-assisted instruction. *Behavior Research Methods & Instrumentation*, 10 (2), 213-217
- Mory, F. (1964). *Enseñanza individualizada y trabajo por equipos*. Buenos Aires: Editorial Kapelusz
- Murray, T., Klaus, Sch., Brown, D. y Clement, J. (1990). An analogy-Based Computer Tutor for Remediating Physics Misconceptions. *Interactive Learning Environments*, 1 (2), 79-101. doi:10.1080/1049482900010201

Paden, D.W., Dalgaard, B.R. y Barr, M.D. (1977). A Decade of Computer-Assisted Instruction. *The Journal of Economic Education*, 9 (1), 14-20. <http://www.jstor.org/stable/1182209>

Parkhurst, H. (1922). *Education on the Dalton plan*. New York: E.P. Dutton. <https://archive.org/details/educationontheda028244mbp>

Pedraza-González, M.A. y López-Pastor, V.M. (2015) Investigación-acción, desarrollo profesional del profesorado de educación física y escuela rural / Action-Research, Professional Development of the Physical Education Teachers in Rural Schools. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 15 (57) 1-16. doi:10.15366/rimcafd2015.57.001

Piaget, J. (1956). *The Origin of Intelligence in the Child*. London: Routledge & Kegan Paul

Pressey, S.L. (1926). A simple device for Teaching, testing, and research in Learning. *School and Society*, 23, 373-376

Ravitch, D. (2018). Diane Ravitch's blog. *A site to discuss better education for all* [blog]. <https://dianeravitch.net/>

Rivera-Vargas, P., Sancho, J. M. y Sánchez, J. A. (2017). Los límites de la disrupción en el orden académico. La cultura DIY en la universidad. *Páginas de Educación*, 10(2), 127-142

Salinas, J., Pérez, A. y de Bento, B. (2008). *Metodologías centradas en el alumno para el aprendizaje en red*. Síntesis: Madrid

Selwyn, N. (2017). Digital inclusion: Can we transform education through technology? En P. Rivera-Vargas, E. Sánchez y R. Morales (coords), *Conocimiento para la equidad social: pensando Chile globalmente* (pp. 103-108). Santiago de Chile: Colección Políticas Públicas – USACH

Siemens, G. y Baker, R.S.J.d. (2012). Learning analytics and educational data mining: towards communication and collaboration. En *Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge* (pp. 252-254). ACM

Siemens, G. y Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE review*, 46(5), 30. <http://www.educause.edu>

Skinner, B.F. (1965). Review Lecture: The Technology of Teaching. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences*, 162 (989), 427-443. <http://www.jstor.org/stable/75554>

Skinner, B.F. (1979). *Tecnología de la enseñanza*. Barcelona: Labor. (Original en Inglés de 1970). [http://www.conductitlan.net/b\\_f\\_skinner/b\\_f\\_skinner\\_tecnologia\\_de\\_la\\_ensenanza.pdf](http://www.conductitlan.net/b_f_skinner/b_f_skinner_tecnologia_de_la_ensenanza.pdf)

Tolman, E.C. (1938). The determinants of behavior at a choice point. *Psychological Review*, 45,1-41. doi:10.1037/h0062733

Tseng, J.C.R., Chu, H., Hwang, G. y Tsai, C. (2008). Development of an adaptive learning system with two sources of personalization information. *Computers & education*, 51 (2), 776-786. doi:10.1016/j.compedu.2007.08.002

Tseng, S., Su, J., Hwang, G., Hwang, G., Tsai, C. y Tsai, C. (2008). An object-oriented course framework for developing adaptive learning systems. *Educational technology & society*, 11 (2), 171-191

Vandewaetere, M., Desmet, P. y Clarebout, G. (2011). The contribution of learner characteristics in the development of computer-based adaptive learning environments. *Computers in human behavior*, 27 (1), 118-130. doi:10.1016/j.chb.2010.07.038

Villareal, G. (2003). Agentes inteligentes en Educación. *EduTec. Revista electrónica de Tecnología Educativa*, 16. <http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec16/villarreal.htm>

Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press

Wall Street Journal (1965). Desk-Top Size Computer Is Being Sold by Olivetti For First Time in U.S. *The Wall Street Journal* (15/10/1965). <http://pqasb.pqarchiver.com/wsj/doc/133000216.html>

Wang, T., Wang, K. y Huang, Y. (2008). Using a style-based ant colony system for adaptive learning. *Expert systems with applications*, 34 (4), 2449-2464. doi:10.1016/j.eswa.2007.04.014

White, D.S. y Le Cornu, A. (2011). *Visitors and Residents: A new typology for online engagement*. First Monday, 16, núm. 9. <http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/viewArticle/3171/3049>

Wiley, D. (2002). Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A Definition, a Metaphor, and a Taxonomy. En D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects*. Bloomington. En: Association for Educational Communications and Technology. <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>

Winograd, G. y Flores, F. (1986). *Understanding computers and cognition*. New York: Addison Wesley

Yaghmaie, M. y Bahreininejad, A. (2011). A context-aware adaptive learning system using agents. *Expert systems with applications*, 38 (4), 3280-3286. doi:10.1016/j.eswa.2010.08.113

Yang, T., Hwang, G. y Yang, S.J. (2013). Development of an Adaptive Learning System with Multiple Perspectives based on Students' Learning Styles and Cognitive Styles. *Educational technology & society*, 16 (4), 185-200

Yang, Y.J. y Wu, C. (2009). An attribute-based ant colony system for adaptive learning object recommendation. *Expert systems with applications*, 36 (2), 3034-3047. doi:10.1016/j.eswa.2008.01.066

Zeidner, M., Boekaerts, M. y Pintrich, P. (2000). Self-regulation. Directions and challenges for future research. En M. Boekaerts, P. Pintrich & M. Zeidner (Eds.). *Handbook of Self-regulation*, pp. 749-768. New York: Academic Press



Zimmerman, B.J. y Schunk, D. (2008). Motivation. En D.H. Schunk y B.J. Zimmerman, (Eds.): Motivation and self-regulated learning. *Theory, research and application*, pp. 1-30. New York: Lawrence Earlbaum Associates

Zumalabe, J.M. (2012). The transition of the Behaviorism to the cognitivism. *eduPsykhé*, 11 (1), 89-111.

# Capítulo 10

## **La ideología tras las cadenas de bloques (en educación)<sup>1</sup>**

Audrey Watters

(Traducción: A. Cerdan)

<sup>1</sup> Publicado originalmente como: Watters, A. (2016). The Ideology of the Blockchain (for Education). (Abril, 14th. 2016). <http://hackededucation.com/2016/04/14/blockchain-ideology>

## Resumen

Como cualquier otra tecnología, la tecnología aplicada a la educación no está exenta de ideología o de valores. Toda tecnología lleva implícita una ideología y toda tecnología que se utiliza en educación conlleva una ideología. Al utilizarla, ¿aceptamos implícitamente los valores que conlleva? La descentralización (concepto muy utilizado en el entorno de las cadenas de bloques) no tiene por qué implicar una democratización de la sociedad que las utiliza (y menos teniendo en cuenta que sólo un 1% de la comunidad Bitcoin, por ejemplo, controla el 99% de la riqueza expresada en esa criptomoneda). La retórica neoliberal, libertaria y centrada en el capitalismo global puede estar presente en la propia programación de las *blockchain*: ¿nos atrevemos a reflexionar sobre ello antes de aplicarlas al entorno de la gestión educativa?

### 1. **Toda tecnología digital lleva implícita una ideología. Toda tecnología que se utiliza en educación conlleva una ideología**

Repito esto a menudo porque muchas veces se habla de la tecnología (y especialmente de la tecnología dedicada a la educación) como si estuviese «libre de ideología». Se presenta a ella misma como neutral y necesaria a la vez, como si evolucionase libre de valores. Eso equivale a decir que si la tecnología contiene algo de ideología de hecho sólo podríamos definirla como la «necesaria evolución», el «camino hacia el progreso» que supone por ella misma: una evolución que «está bien», dado que la tecnología sirve para construir un mundo mejor. Este tipo de enfoque, esta «ideología post-ideológica» que está presente (convenientemente) en el mismo tejido de la tecnología enmarca los retos, las críticas y los cuestionamientos que se pueden hacer a esa misma ideología (entendiendo aquí «ideología» como un aspecto político, polémico, sesgado, malo).

Pero eso no es lo que quiero decir cuando afirmo que toda tecnología digital lleva implícita una ideología o que toda tecnología usada en educación conlleva una ideología. Con esta frase no sólo quiero decir que las tecnologías están confabuladas con cierto tipo de políticas o que representan posibilidades con las que personalmente no estoy de acuerdo. Más que eso: «ideología» tal y como yo uso esa palabra se refiere a las ideas, valores y prácticas (de articulación del discurso y de

uso del poder) basado en las fuerzas de producción (o, lo que es lo mismo, el capitalismo global) y en las instituciones que endorsan esas ideas, valores y prácticas. «Ideología» es una forma de ser conscientes del cómo conceptualizamos los problemas sociales, especialmente cuando varios grupos intentan legitimar sus propios intereses simultáneamente y lo hacen de tal manera que sus propias ideas, valores y prácticas se ven como «los naturales» en la sociedad.

Las tecnologías, especialmente las tecnologías de la información y la comunicación desde el siglo XX hasta ahora, ayudan a reafirmar la ideología imperante de una forma muy potente, pero es que, además, esas tecnologías tienen por sí mismas ciertos componentes ideológicos que sirven para justificar y reforzar los cambios culturales y económicos que se están produciendo en nuestras sociedades. Fijense en el «consumo colaborativo» (*sharing economy*), por ejemplo. Esto es lo que (al menos en parte) Neil Postman ya describió hace unos veinte años como el crecimiento de la omnipresencia de “Tecnópolis”:

“Tecnópolis elimina las alternativas a sí misma de la misma manera que avanzó Aldous Huxley en “Un mundo feliz”. No las hace ilegales; tampoco las hace inmorales; ni siquiera las hace impopulares. Las convierte en invisibles y por ende en irrelevantes. Y lo hace a través de redefinir qué entendemos por religión, por arte, por familia, por política, por historia, por verdad, por privacidad, por inteligencia, de forma que nuestras definiciones encajen con sus nuevos requerimientos técnicos. Tecnópolis, dicho de otra forma, es una tecnocracia totalitaria”

En su libro *Distrusting Educational Technology* [*Desconfiando de la tecnología educativa*], Neil Selwyn identifica tres ideologías contemporáneas vinculadas estrechamente con las tecnologías digitales (suelo usar la etiqueta “Narrativa de Silicon Valley” para referirme al conjunto de las tres): libertarismo, neoliberalismo y «la ideología de la nueva economía». Selwyn nos recuerda que esas tres ideologías también están firmemente interrelacionadas con la tecnología educativa, aunque en la superficie nos pueda parecer que se reduce todo a un mero conflicto entre los intereses «comerciales» y los «contraculturales» que se introdujeron al principio de la aparición de la tecnología aplicada a la educación.

Selwyn escribe que:

“(…) aunque la tecnología al servicio de la educación parezca dirigida por un conjunto de valores centrados en la mejora de la educación, esto no nos debe desviar la mirada del hecho de que también está al servicio de prolongar y legitimar otros intereses dominantes. De hecho, si dedicamos un poco de tiempo a deconstruir la ortodoxia general sobre el impacto positivo que sobre la educación tiene la tecnología centrada en ella, veremos cómo aparecen un cierto número de grupos sociales con diferentes intereses, valores y agendas (...) Así, aun bajo la apariencia de mejorar ciertos aspectos de la educación, se puede decir que todos esos diferentes intereses secundan (o, al menos, se oponen de una forma muy mínima a) las nociones del libertarismo, del neoliberalismo y de las nuevas formas de capitalismo. Por lo tanto, sí se puede afirmar que las tecnologías aplicadas a la educación tienen un componente ideológico, aunque el transmitir ese componente ideológico no siempre sea la primera intención de quienes fomentan su uso”

Por consiguiente, hay una mayor carga ideológica tras el *blockchain* y sus potenciales usos para la educación debido a su conexión con criptomonedas como el Bitcoin. Muchas de las personas que quieren implementar su uso insisten en que el registro de transacciones se puede separar de las Bitcoins, pero no estoy segura de que esto sea posible (ni tecnológicamente, ni ideológicamente).

El profesor David Columbia, de la Virginia Commonwealth University, ha escrito abundantemente sobre la política tras el Bitcoin, que él describe (tanto en un artículo de 2015 como en un libro que está a punto de ver la luz) como un «extremismo de derechas» que se hace evidente tanto en la retórica sobre las criptomonedas como en el diseño y funcionalidad del *software* que las sostiene. Columbia conecta algunas de las ideas bajo las Bitcoins con el «ciberlibertarismo» (la creencia de que los gobiernos no deben regular Internet y que la «libertad» es algo creado y compartido a través de las tecnologías digitales). El ciberlibertarismo, como su propio nombre indica, está además estrechamente ligado con las creencias liberales sobre la libertad y el papel de los estados en la limitación sobre ella: se trata del concepto de «libertad» tal y como se usa para definir al «libremercado»<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> La autora vincula la frase “Free as in free markets” con el artículo de Leonard, A. (2014, 6 de junio) *Tech's toxic political culture: The stealth libertarianism of Silicon Valley bigwigs*. Recuperado de: [https://www.salon.com/2014/06/06/techs\\_toxic\\_political\\_culture\\_the\\_stealth\\_libertarianism\\_of\\_silicon\\_valley\\_bigwigs/](https://www.salon.com/2014/06/06/techs_toxic_political_culture_the_stealth_libertarianism_of_silicon_valley_bigwigs/) (n. del t.)

Golumbia rastrea el origen de y el interés por las Bitcoins hasta ciertas creencias de derechas sobre la forma en como opera el sistema monetario mundial, las cuales incluyen el rechazo por los bancos centrales a los que identifica como una conspiración de la élite (judía) mundial. Tal y como dijo en 2009 Satoshi Nakamoto, el pseudónimo del creador del sistema de Bitcoin,

“la raíz del problema con las monedas convencionales es toda la confianza que se requiere para que funcione el sistema. Se debe confiar en que el banco central no devaluará la moneda, pero la historia de las monedas fiduciarias presenta una gran cantidad de violaciones a esa confianza. Se debe confiar en que los bancos van a guardar nuestro dinero y en que lo van a transferir electrónicamente, pero lo cierto es que lo dejan en oleadas de burbujas de crédito manteniendo en depósitos sólo una pequeña fracción del total, en forma de reservas”

Reconozco de antemano que los debates sobre el papel que debe jugar la Reserva Federal y la política monetaria en la inflación van más allá de mi conocimiento (que está centrado en la tecnología educativa). Pero algunos puntos de la ideología tras las Bitcoins (tanto si uno está de acuerdo o no con los planteamientos provocativos de Golumbia al tildarlos de extremismo de derechas) son de crucial importancia para aquellos que quieren lidiar con la tecnología educativa, especialmente si se están planteando adoptar o no la tecnología de las cadenas de bloques. Sugerir que *blockchain* está libre de ideología es, sencillamente, iluso. Y, repito, a pesar de la insistencia en explicar que Bitcoins y *blockchain* no son lo mismo, mantengo que existe un encabalgamiento claro entre ambos, no sólo en el *software* sino también en el discurso sobre a qué objetivos servirá dicha tecnología.

Hay como mínimo tres elementos de ese discurso que son importantes en la discusión sobre «el futuro de la educación» (es decir: hay tres elementos que definen con precisión la ideología en que se sustenta ese posible futuro): el giro hacia lo no institucional que defiende el *blockchain*; su creencia en la descentralización (como tecnología y como metáfora), y su apelación a la confianza (y a la desconfianza) como eje central en el comportamiento social basado en la tecnología.

En un artículo y vídeo explicando qué es Bitcoin y qué son las cadenas de bloques del portal Spectrum del Institute of Electrical and Electronics

Engineers<sup>3</sup>, este tema de la confianza se presenta como una de las mayores innovaciones de las criptomonedas. Gracias principalmente a las cadenas de bloques, el vídeo explica que «por primera vez, no necesitas confiar en nadie para compartir o subir a la red tus transacciones digitales». En vez de confiar en extraños que, de acuerdo al artículo, es como funcionan actualmente los sistemas legales y financieros, esta nueva tecnología nos permite simplemente «confiar en el código». Bitcoin «presupone que todo el mundo es un ladrón», dice el artículo del IEEE, y «utiliza el interés personal y la avaricia para dar seguridad a tus Bitcoins» (añade la locución del vídeo).

¿Qué le parece lo de llevar esas ideas a la educación (reconociendo, por supuesto, que algunas de ellas están de acuerdo y algunas se oponen frontalmente a creencias ya preexistentes)? ¿Qué significa, por ejemplo, «presuponer que todo el mundo es un ladrón»? Muchas prácticas y políticas existentes hoy en día en educación presuponen, de hecho, que cualquier estudiante es una o un ladrón o que, como mínimo, va a intentar «hacer trampas». Las nuevas tecnologías se presentan tanto como una causa de esos intentos de hacer trampas (o al menos como un acelerante de las mismas) como de ser la solución al problema. Un reciente titular en la revista *Bright* se titula «*De cómo el consumo colaborativo está creando un mercado para la estafa*»<sup>4</sup>. Y el blog de una empresa promotora tiene una entrada que se titula «*El uso de las cámaras en las tablets disminuye el copiar en los exámenes*»<sup>5</sup>.

No sorprende, pues, que bastantes de los argumentos a favor de incorporar algo como las *blockchain* tanto en la educación como en las prácticas de selección de personal descansan en premisas como las mencionadas sobre el comportamiento del alumnado o del que fue estudiante (y que ahora será *solicitante de empleo*). «Un impresionante número de personas mienten en sus currículums para conseguir una

---

<sup>3</sup> Peck, M.E. (2015, 1 de julio) *The Future of the Web Looks a Lot Like the Bitcoin Blockchain*. Recuperado de: <https://spectrum.ieee.org/computing/networks/the-future-of-the-web-looks-a-lot-like-bitcoin>

<sup>4</sup> Bierend, D. (2016, 25 de febrero). *Disrupting the Classroom. How the sharing economy is creating a marketplace for cheating*. Recuperado de: <https://brightthemag.com/the-cheating-economy-37edcee29ee>

<sup>5</sup> Murphy, M. (2015, 15 de abril). *Cheating in Exams Mitigated with Use of Tablet Cameras* [Entrada blog]. Recuperado de: <http://proctorfree.com/blog/cheating-in-exams-mitigated-with-use-of-tablet-cameras>

posible vacante», afirma taxativamente la Holberton School en su justificación para usar las cadenas de bloques en sus titulaciones<sup>6</sup>. El pasar a usar las *blockchain* para emitir sus certificados (sean títulos oficiales o insignias digitales sobre ciertas competencias) implica que lo que dicen los estudiantes sobre sus propios estudios no puede ser creído y que debe ser autenticado y asegurado (especialmente por vía tecnológica).

Por eso cabe preguntarse de qué estudiantes se va a desconfiar cuando afirman que tienen estos o aquellos estudios completados. Y, más aún, nos podemos preguntar qué titulaciones o certificados «verificados» a través de las cadenas de bloques podrían encontrar una nueva validez a través de ese sistema. Esto último no se puede contestar sin pensar más a fondo sobre los retos y las críticas a las que el actual sistema de acreditaciones se está enfrentando<sup>7</sup>. Tampoco se puede contestar sin considerar lo que ya he comentado más arriba del fuerte componente anti-institucional que se está añadiendo al *software* y en la ideología de las cadenas de bloques (y, por lo que parece, también en las líneas políticas que exponen muchos de los inversores en Bitcoins y en *blockchains*, tal y como expuse en mi último artículo<sup>8</sup>).

Según avanza el cuestionamiento sobre el sistema de acreditaciones en los Estados Unidos (en la última semana, por ejemplo, 13 fiscales generales de 13 estados distintos pidieron al Departamento de Educación que revocase el poder de la ACICS, la agencia que supervisa el sistema de titulaciones de muchas de las universidades privadas del país, incluyendo los ahora inexistentes Corinthian Colleges) debemos estar vigilantes sobre qué forma toma cualquier propuesta de reforma. Hay diferentes ideologías compitiendo por ello y aquellas conectadas con la narrativa de Silicon Valley (libertarismo, neoliberalismo y el capita-

---

<sup>6</sup> Mok, K. (2015, 6 de noviembre) *How One School is Using Bitcoin Blockchain to Authenticate Degrees*. Recuperado de: <https://thenewstack.io/one-school-using-bitcoin-blockchain-authenticate-degrees/>

<sup>7</sup> Esto es algo que ya he tratado en artículos de mi serie "Top Ed-Tech Trends" de 2013 (What Counts "For Credit", disponible en: <http://2013trends.hackededucation.com/credit.html>), de 2014 (Competencies and Certificates, disponible en: <http://2014trends.hackededucation.com/competency.html>) y de 2015 (Credits and Credentialing, disponible en: <http://hackededucation.com/2015/12/09/trends-credentials>).

<sup>8</sup> Watters, A. (2016, 7 de abril) *The Blockchain for Education: An Introduction*. Recuperado de: <http://hackededucation.com/2016/04/07/blockchain-education-guide>



lismo global) tienen entre sí mucha más afinidad con desmantelar sistemas de regulación que con la expansión de una presunta vigilancia pública o más democrática del sistema de certificaciones.

Aquí es donde (tal vez) la palabra descentralización se sitúa en el culmen de la tensión, porque se invoca con cierta frecuencia a la vez como característica tecnológica y como política, como si la primera implicase a la segunda o como si la segunda fuese necesariamente más liberatoria o democrática ahora que antes de tener ciertas tecnologías disponibles. La descentralización se aplica a una variedad de tecnologías (de hecho, a la propia Internet) y conecta con prácticas sociales que supuestamente ella habilita (de entre las cuales, en el campo de la educación, podemos destacar las «redes de aprendizaje profesional» o el «aprendizaje conectado»).

A menudo, a esas redes se las presenta como si evaporasen el poder o, como mínimo, como si desinstitucionalizasen (como si le quitasen la jerarquía) a las comunicaciones que ocurren en su interior. Y, sin embargo, la historia de las redes de transporte, de las empresas radiofónicas<sup>9</sup> o de las cadenas de televisión<sup>10</sup> nos sugiere algo diferente: la consolidación del poder. Cuando se menciona la descentralización en las tecnologías digitales se suele presentar como algo que no conlleva ningún gran poder en su interior, que no existen grandes intereses tras lo descentralizado que intenten tomar el control de las nuevas tecnologías de la comunicación (aunque nos consta que las mismas compañías que dominan la radio, la televisión y la telefonía andan detrás de ello).

Esta fusión entre la tecnología descentralizadora y la política que la soporta es evidente tras la retórica del *blockchain*. «Las cadenas de bloques son bases de datos distribuidas». De acuerdo. Por lo tanto, «las *blockchain* están descentralizadas». Tal vez. Pero sería un error confundir un protocolo tecnológico con una política democrática o con una distribución equitativa del dinero o del poder.

<sup>9</sup> Watters, A. (2015, 10 de junio) Learning Networks, Not Teaching Machines. Recuperado de: <http://hackededucation.com/2015/06/10/eden2015>

<sup>10</sup> Watters, A. (2015, 30 de mayo) What Happened to Educational Television: The Story of 'The Learning Channel'. Recuperado de: <http://hackededucation.com/2015/05/30/the-learning-channel>

Para empezar, el 1% de la comunidad Bitcoin tiene el 99% de la riqueza expresada en esa moneda<sup>11</sup>. Las cadenas de bloques no rompen o desmantelan el actual sistema financiero (de hecho, están financiándolo<sup>12</sup>) algo que cuadra con el discurso de la “narrativa de Silicon Valley”. Si existe alguna redistribución del poder a través de las *blockchain*, ya se está recentralizando de nuevo por y para la industria de la tecnología, para ella y para la élite que la controla.

En tecnología, la palabra «descentralización» se utiliza a menudo como sinónimo de «democratización», pero eso me parece un juego de manos retórico utilizado para alejar las ideas de acumulación de riqueza y de poder privado y para desmantelar al sector público, coreado todo ello por aquellos que se doblan a las políticas neoliberales y libertarias de Silicon Valley. Y hay mucho de juego de manos en la introducción de las cadenas de bloques en la educación, empezando por querer alejar los fantasmas relacionados con lo complicado que sería su implementación técnica. Sin embargo, para ser honrada, lo que puede o no puede hacer la *blockchain* es probablemente la menos importante de las cosas que se pueden decir sobre ella (y lo digo yo, que llevo ya unas 4.500 palabras escritas sobre el tema).

No obstante, mantengo que el debate sobre las cadenas de bloques es importante y muy revelador debido a las dimensiones ideológicas que existen tras la tecnología. ¿Para qué intereses trabajan las *blockchain*? ¿A qué valores legitima su uso y a qué valores deja de lado? Reconocemos, por supuesto, que pueden existir intereses en juego que compiten entre ellos o incluso intereses incompatibles entre ellos. Pero con las *blockchain*, como con todo el resto de las tecnologías aplicadas a la educación, necesitamos llevar a cabo una reflexión profunda al preguntarnos qué ideologías se esconden tras ellas. ¿Se les añaden las ideologías dominantes asociadas a la “narrativa de Silicon Valley” (neoliberalismo, libertarismo y el capitalismo global) tal vez codificadas en su seno, incluso a expensas de otras?

---

<sup>11</sup> Smart, E. (2015, 18 de mayo). 1% of the Bitcoin Community Controls 99% of Bitcoin Wealth. Recuperado de: <https://www.ccn.com/1-bitcoin-community-controls-99-bitcoin-wealth/>

<sup>12</sup> CBInsights (2016, 8 de abril). Corporates Increasingly Involved In The Largest Bitcoin And Blockchain Deals. Recuperado de: <https://www.cbinsights.com/research/largest-blockchain-deals-strategic/>

# Capítulo 11

## ***Blockchain* en la educación superior: una visión crítica**

Jordi Adell y Carles Bellver  
Universitat Jaume I

## Resumen

Analizar cómo se materializará el potencial disruptivo de las cadenas de bloques (*blockchain*) en la educación superior es una tarea compleja. Sobre todo, porque la educación superior es un entorno complejo y contradictorio en el que coexisten visiones contrapuestas sobre su misión, organización y gobierno. La sobreexpectación creada alrededor de *blockchain* se traduce en promesas exageradas y cierto determinismo tecnológico generalizado. En este capítulo se pretende, por una parte, ofrecer razones para moderar el entusiasmo y, por otra, ayudar a discernir los supuestos ideológicos y la visión de la educación superior que subyacen a las propuestas de desagregación de la educación superior y creación de “nuevos ecosistemas educativos” basada en el uso de la tecnología digital en general y *blockchain* en particular. La desagregación suele formar parte de procesos complejos de privatización de servicios públicos y de creación de nuevos mercados.

*Blockchain* ha sido saludado desde ciertos sectores ideológicos y económicos con intereses bien definidos en el nuevo mercado de la educación superior como una innovación disruptiva, con incontables ventajas. Pero los problemas políticos no suelen tener soluciones tecnológicas.

### 1. Introducción

Las tecnologías educativas solo ganan definición, funcionalidad y valor en el marco de los modelos pedagógicos que ejemplifican, las formas de relación social que construyen y las metas educativas a las que se aplican (Hamilton y Feenberg, 2005). La tecnología de bases de datos de cadenas de bloques (*blockchain* en lo sucesivo) no fue diseñada para la educación, sino como parte de un proyecto sumamente ambicioso: crear una moneda digital descentralizada y un sistema global de pago que no requiera el respaldo, y por tanto que no esté bajo la autoridad y el control, de un banco central. El enorme eco que las subidas y bajadas de la cotización del bitcoin (y otras criptomonedas) han tenido en la prensa ha atraído mucha atención sobre una tecnología que permitía “desintermediar” algo tan sensible e importante como la moneda y prescindir de instituciones centralizadas. Las propuestas de uso de la tecnología *blockchain*, como epítome de bitcoin, en múltiples ámbitos de la actividad humana han proliferado como setas en otoño, al igual

que las *startups*, las ICO (*Initial Coin Offer* o oferta inicial de criptomonedas), los proyectos piloto y los informes, iniciativas y declaraciones institucionales. En resumen, se ha creado una expectación hiperbólica que no facilita distinguir entre realidad y fantasía.

A la educación superior también ha llegado la ola *blockchain*, aunque no en la misma medida que en otros sectores. Quizá porque se trata de una tecnología que tiene poco que ver con la enseñanza y el aprendizaje o la gestión de cursos (aunque existe algunas propuestas relacionadas) y mucho con la gestión en las instituciones educativas. En las páginas que siguen describiremos brevemente sus características básicas dado que, sin una comprensión, aunque sea somera, de cómo funciona y qué puede hacerse con ella es imposible entender su posible impacto en la educación superior. Sin embargo, analizar y valorar los posibles usos de *blockchain* en el sector educativo es complicado. En su infancia y con apenas implementaciones reales solo podemos “interrogar” a la propia tecnología (si es capaz de, y adecuada para, hacer lo que se dice que sería bueno que hiciera) algo no tan simple como parece dada la variabilidad con la que se emplea el término) y analizar los discursos sobre sus usos posibles y deseables y los supuestos previos, la visión de la educación superior, desde los que se propone. Como en todo *hype* tecnológico es muy probable que encontremos exageración y determinismo tecnológico.

## 2. **Blockchain: qué es y cómo funciona**

A la tecnología *blockchain* se le atribuye la “magia” que hay detrás de bitcoin y las criptomonedas. Esta asunción forma parte del relato popular al respecto. Es sencillo atribuir a una sola idea o desarrollo tecnológico todos los efectos de un fenómeno. Sin embargo, la realidad dista mucho de ser tan simple. Narayanan y Clark (2017) han rastreado en la literatura académica de los últimos veinte años el origen de las ideas que subyacen a bitcoin (Nakamoto, 2008), es decir, la idea de dinero digital, de registros verificables enlazados con la fecha y la hora inscritas, de pruebas de trabajo, de la clave pública criptográfica como identidad, de la tolerancia bizantina a fallos y de los contratos inteligentes, para concluir que “el genio de Nakamoto... no fue ninguno de los componentes individuales de bitcoin, sino más bien la intrincada forma en la que los unió para dar vida al sistema” (p. 17). Y, sorpresa,

en el documento fundacional que describe la arquitectura de bitcoin (Nakamoto, 2008) no se menciona el término *blockchain* en ninguna parte. “De hecho –concluyen Narayanan y Clark–, el término *blockchain* no tiene una definición técnica estándar, sino que es un vago término paraguas usado por varias partes para referirse a sistemas que guardan diversos niveles de semejanza con bitcoin y su libro mayor” (p. 20). Aunque, como referencia, usemos el concepto de *blockchain* de bitcoin, muchas de sus posibles aplicaciones a la educación superior no precisan de las características de la *blockchain* de bitcoin.

En bitcoin, se utiliza una base de datos de cadena de bloques o *blockchain* para crear y mantener un libro mayor (*ledger*) descentralizado y distribuido en una serie de nodos de una red entre iguales en la que se mantiene el registro de todas las transacciones digitales entre usuarios anónimos.

La criptografía de clave pública juega un papel esencial ya que la identidad de los usuarios no figura en lugar alguno: cada usuario posee una clave pública que lo identifica y una privada con la que opera. Cuando tiene lugar una transacción entre dos usuarios ésta se comunica a todos los nodos de la red. Los nodos verifican las transacciones y las organizan en bloques que identifican con un *hash*, un valor único calculado criptográficamente a partir del contenido del bloque (el llamado “minado” de bloques), e incluyen una referencia al hash del bloque anterior formando de este modo una “cadena de bloques”. Dicha cadena de bloques forma el libro mayor, esto es, el registro público de todas las transacciones realizadas, ordenadas cronológicamente y enlazadas, un registro replicado en cada nodo de la red.

Esta arquitectura permite que todos los nodos comprueben que las claves utilizadas son correctas y que quien transfiere bitcoins los posee realmente fruto de transacciones anteriores. Para añadir un nuevo bloque a la cadena es necesario “minarlo”, es decir, calcular su *hash*, lo cual implica resolver un problema matemático único cuya dificultad va creciendo periódicamente, reajustándose a la capacidad de cálculo de la red.

Si se intentara alterar el contenido de alguno de los bloques de la cadena en uno o varios nodos, es decir, cambiar alguna transacción, el *hash* del bloque se modificaría, con lo cual se rompería su enlace con el bloque siguiente. El resto de nodos detectarían el cambio ya que poseen una copia de la cadena original, lo cual hace que las transacciones almacenadas en los bloques sean prácticamente inalterables.

Las posibles aplicaciones de *blockchain* son numerosas: toda aquella actividad que requiera un registro permanente e inmutable de transacciones, es decir, desde la banca y las finanzas, los títulos de propiedad, todo tipo de certificación de autenticidad, incluida la identidad, actos legales, etc. puede beneficiarse de las funcionalidades de las *blockchain*. Los “contratos inteligentes”, código informático que se ejecuta automáticamente cuando se cumplen las condiciones especificadas y consensuadas entre las partes, abren la puerta a un sinfín de aplicaciones. Y si la unimos al concepto de la “Internet de las cosas” y los “objetos inteligentes” se multiplican las posibilidades, algunas quizá cuestionables en situaciones de desequilibrio de poder entre las partes (Bartolomé, Bellver, Castañeda y Adell, 2017).

Las posibles aplicaciones de *blockchain* han dado lugar a una creciente literatura que no se priva del uso de subtítulos grandiosos (“revolución industrial en Internet”, “disrupción”, “mapa para la nueva economía”, “transformando el mundo”, etc.). No hay sector en el que no se hayan imaginado aplicaciones “revolucionarias” que lo cambiarán todo: automoción, banca y servicios financieros, ONGs, almacenamiento en la nube, gestión de flotas de vehículos comerciales, historia de crédito, ciberseguridad, donaciones, educación, energía, predicción, gobierno y elecciones, seguridad, recursos humanos, seguros, Internet de las cosas, defensa de la ley, legalidad, márketing, media, sanidad, transporte público, bienes inmuebles, viajes, últimas voluntades, etc<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Lista extraída de la entrada “Blockchain for 2018 and Beyond: A (growing) list of blockchain use cases”, 14/172018, del blog de la empresa Flureedb. (Accesible en <https://medium.com/fluree/blockchain-for-2018-and-beyond-a-growing-list-of-blockchain-use-cases-37db7c19fb99>).

### 3. *Blockchain* en educación

En educación quizá haya menos expectación sobre *blockchain* que en otros sectores, especialmente en la academia (Cao, Cao, Wang y Lu, 2017). El *Joint Research Committee* de la Unión Europea ha publicado un completo y ponderado informe (Grech y Camilleri, 2017) en el que se analizan los proyectos piloto más conocidos y se señalan posibles y probables aplicaciones de las *blockchain* en educación: “acelerar el fin de los sistemas de certificación basados en el papel”, “automatizar el reconocimiento y la transferencia de créditos”, almacenar y verificar el registro completo de logros de aprendizaje formales e informales a lo largo de la vida de una persona, que podrá verificar automáticamente la validez de los certificados que se le hayan otorgado sin necesidad de contactar con la organización que los expidió, hacer el seguimiento de los usos de materiales bajo propiedad intelectual, reducir los costes de la gestión de datos de las organizaciones educativas, agilizar los pagos a algunas instituciones con criptomoneda *ad hoc*, cheques escolares o becas (Grech y Camilleri, 2017, p. 9).

Pero en las conclusiones de este informe se subraya, entre otros aspectos, que se trata de una tecnología en su infancia y que existe una gran brecha entre las afirmaciones sobre sus posibles aplicaciones y su despliegue real. El exceso de cobertura en los medios, sin duda causado por el experimento bitcoin, está provocando que “...un número creciente de organizaciones esté ‘mirando el otro lado del telescopio’ en la tecnología *blockchain*: en lugar de poner sus problemas sobre la mesa y evaluar si la tecnología *blockchain* podría proporcionar soluciones, están llevando la tecnología *blockchain* a la mesa y buscando problemas a los cuales se podría aplicar la tecnología.” (Grech y Camilleri, 2017, p. 101).

El resultado es que las propuestas de uso de las *blockchain* en educación, y algunos proyectos-piloto, se pueden clasificar en alguna de las siguientes categorías:

1. Aquellas que, en escenarios de educación superior convencionales (más abajo se comprenderá esta característica), no requieren realmente el uso de las funcionalidades de una *blockchain* y sería suficiente con una base de datos relacional, una tecnología



convencional, sobradamente probada y estable, para su implementación. Es más que probable que muchas de estas propuestas respondan a una moda (“Todo es mejor con *blockchain*”) o a un intento de conseguir fondos de investigación de instituciones públicas<sup>2</sup> y privadas.

En esta línea, toda aplicación educativa de *blockchain* coherente debería necesitar un conjunto muy determinado de funcionalidades (Grech y Camilleri, 2017, p. 94; Greenspan, 2015):

- Una base de datos que funcione como el libro mayor en contabilidad (*ledger*) para almacenar las transacciones de activos, contratos inteligentes, firmas digitales o certificados en las que cada una incluya una marca de tiempo, qué se transacciona, su origen y su destino.
- Múltiples entidades o personas, habitualmente en localizaciones diferentes, que tienen necesidad de “escribir” registros en la base de datos.
- Ausencia de confianza entre las partes que les impide delegar en otras partes la edición de sus registros.
- Ausencia de confianza de las partes en un tercero, un intermediario, por ejemplo, una autoridad centralizada, que administre la base de datos y que edite los registros.
- Cierta nivel de interdependencia entre transacciones, es decir, que el sistema sea capaz de verificar que se cumplen ciertas condiciones y de ejecutar lo acordado entre las partes (contratos inteligentes).

---

<sup>2</sup> La Comisión Europea, con el apoyo del Parlamento Europeo, lanzó el 1 de febrero de 2018 el “Observatorio y Fórum *Blockchain* de la UE” (<https://www.eublockchainforum.eu>), con el objetivo de “resaltar los desarrollos clave de la tecnología *blockchain*, promover a los actores europeos y reforzar el compromiso europeo con múltiples partes interesadas involucradas en las actividades de *blockchain*.” (Nota de prensa de la Comisión Europea accesible en [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-18-521\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-521_en.htm)).

El 10 de abril de 2018, veintidós países europeos firmaron una Declaración sobre la creación de una asociación europea *Blockchain* como “vehículo de cooperación entre los Estados miembros para intercambiar experiencias y conocimientos en los ámbitos técnico y regulatorio y prepararse para el lanzamiento de aplicaciones *blockchain* en toda la UE en el mercado único digital en beneficio de los sectores público y privado... [la UE] ya ha invertido más de 80 millones de euros en proyectos que apoyan el uso de *blockchain* en áreas técnicas y sociales. Alrededor de 300 millones más se destinarán a *blockchain* hasta 2020.” (<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-countries-join-blockchain-partnership>).

- Un conjunto claro de reglas para todos los participantes que puedan verificarse de forma independiente y automática.
- Los registros de una *blockchain*, además, deben representar activos que tengan valor en el mundo real.

En ausencia de algunos de estos requerimientos, es dudoso que una *blockchain* aporte valor. En educación superior, por ejemplo, la ausencia de confianza entre las partes (estudiantes, instituciones, autoridades de acreditación, empleadores) abre escenarios cuando menos curiosos: ¿la falta de confianza se extiende también a las enseñanzas y los aprendizajes realizados por el o la estudiante o solo al acto administrativo de la certificación de conocimientos y competencias por parte de la institución? La actualidad política reciente de nuestro país ha puesto sobre la mesa este tema. Pero si las universidades públicas no son fiables y se pliegan ante el poder de algunos cargos públicos, el problema no se soluciona con una *blockchain*: les bastaría hacer las trampas a tiempo.

2. Aquellas que realmente se beneficiarían de las funcionalidades de las *blockchain*, aunque tengan que afrontar la complejidad y relativa inmadurez actual de la tecnología.
3. Un tercer grupo de propuestas que, explícita o implícitamente, dibujen un nuevo escenario en educación superior con el que se pretende solucionar, con tecnología, lo que, a nuestro juicio, son eminentemente problemas políticos de la educación superior en ciertos países (EE.UU., Canadá y Reino Unido, por ejemplo): un mercado libre en el que el alto coste de los estudios superiores y el decreciente “retorno de la inversión” ha creado una inmensa burbuja de deuda<sup>3</sup> que hace inaccesibles los estudios superiores a gran parte de la población y condiciona gravemente los proyectos de vida de muchos jóvenes. Para ello se propone que la tecnología *blockchain* sirva de herramienta clave para la “desagregación” (*unbun-*

---

<sup>3</sup> Véase la magnitud del problema en “A Look at the Shocking Student Loan Debt Statistics for 2018” en el sitio web Student Loan Hero (<https://studentloanhero.com/student-loan-debt-statistics/>): una deuda global de 1.48 billones ( $1,48 \times 10^{12}$ ) de dólares, 44,2 millones de estadounidenses tienen actualmente deudas de estudios, de los cuales el 11,2% son morosos (retraso en los pagos superior a 90 días).

ding) de la universidad actual y su “re-agregación” en un “nuevo ecosistema de educación superior” (un claro ejemplo puede verse en Tapscott y Tapscott (2017)).

A este tercer tipo de propuestas “revolucionarias” dedicamos el resto del capítulo, a la ideología que subyace a la idea de que la tecnología *blockchain* puede solucionar el callejón sin salida de la educación superior en diversos países sumamente influyentes en el contexto internacional.

Algunos autores ya han señalado el *pedigree* ideológico de las *blockchain*. Así, Watters (2016) ha señalado que las propuestas de uso de las *blockchain* en educación se alinean con la “narrativa de Silicon Valley”, la mezcla de libertarismo, neoliberalismo y capitalismo global basado en la “nueva economía” que según Selwyn (2013) subyace a gran parte de la tecnología educativa actual y que, en relación a las criptomonedas, analiza Golumbia (2016) en un libro explícitamente titulado *The Politics of Bitcoin. Software as Right-Wing Extremism*.

Atzori (2015), en un análisis más amplio, ha afirmado que *blockchain* y las plataformas descentralizadas pueden ser consideradas una suerte de “herramientas hiper-políticas”, capaces de manejar las interacciones sociales a gran escala y reducir o eliminar el papel de las autoridades centrales tradicionales:

Muchos entusiastas simplemente promueven *blockchain* como un repositorio público más eficiente, descentralizado y basado en el consenso, que puede tener una serie de aplicaciones para hacer que los ciudadanos sean menos dependientes de los gobiernos, pero dentro de una sociedad que en última instancia se basa en la autoridad del Estado. Los tecno-libertarios y los criptoanarquistas sostienen en cambio una posición más extremista. Generalmente se inclinan a considerar al Estado como un depositario de poder ilegítimo, innecesario e irremediablemente obsoleto, y fomentan abiertamente el uso de la nueva tecnología de la información como una fuerza liberadora contra el concepto mismo de autoridad (Atzori, 2015, p. 4).

En un potencial futuro sin autoridades centrales, señala Atzori, existe un riesgo innegable de que ciertos poderes privados, en posición dominante en los ecosistemas distribuidos, puedan conducir a una pér-

dida de poder general de los ciudadanos y a la emergencia de una sociedad global sin Estado. Algo que no es difícil de imaginar en una Internet dominada por la oligarquía FAANG (Facebook, Amazon, Apple, Netflix y Google).

Pero no es nuestro objetivo analizar la ideología que está en el origen de *blockchain* (véanse las referencias anteriores), sino señalar su evidente presencia en el discurso sobre su potencial “disruptivo” en educación, explicar cómo las tecnologías digitales contribuyen a “cortar y pegar” la realidad (y nuestras ideas sobre ella) y su papel en los procesos de creación de nuevos mercados.

Ejemplos del discurso “disruptivo” sobre *blockchain* pueden verse en diversas publicaciones. Por ejemplo, en el informe del *Joint Research Committee* de la Comisión Europea, en la parte de las entrevistas a expertos, John Domingue, director del *Knowledge Media Institute* (KMI) de la *Open University*, afirma:

Estamos interesados en cualquier tecnología que pueda contribuir, particularmente en el contexto del Reino Unido, a hacer que la educación superior sea más rentable. El modelo centralizado de aprendizaje actual ya no es sostenible, de hecho, la tecnología *blockchain* permite una desintermediación y desagregación total de la educación superior (Grech y Camilleri, 2017, p. 66).

O en Tapscott y Tapscott (2017), que en un artículo publicado en EDUCAUSE, es decir, en el entorno de la educación superior estadounidense, sostienen:

Las *blockchain* permitirán que la institución de educación superior del siglo XXI se desagregue en una red y un ecosistema —no una torre [de marfil]. De hecho, los innovadores tienen una gran oportunidad de crear una experiencia educativa sin igual para los estudiantes de todo el mundo reuniendo los mejores materiales de aprendizaje del mundo en línea y permitiendo a los estudiantes personalizar su camino de aprendizaje con el apoyo de una red de instructores y facilitadores educativos, algunos de los cuales pueden ser locales y otros de cualquier lugar del mundo (Tapscott y Tapscott, 2017, p. 18).

La capacidad disruptiva y revolucionaria de *blockchain* parece ser su capacidad para desintermediar, desagregar o desensamblar la educación superior actual, y la institución universitaria, y crear un nuevo ecosistema educativo descentralizado entre particulares.

#### 4. **Blockchain: desensamblando la universidad**

El Diccionario Oxford define *unbundling* como “comercializar o cobrar por artículos o servicios por separado en lugar de como parte de un paquete” y “dividir una compañía o un conglomerado en sus negocios constituyentes, especialmente antes de venderlos.” («Unbundle», s. f.).

En la definición de la Wikipedia se relaciona el concepto directamente con la tecnología: la ubicuidad de dispositivos móviles, la conectividad de la Internet, las tecnologías web de consumo, los medios sociales y el acceso a la información en el siglo XXI. Dichos factores (al parecer sin intervención humana más allá de su “diseño y liberación”) “están afectando a las viejas instituciones (educación, periódicos, venta de juegos (sic), etc.) rompiendo los paquetes que alguna vez ofrecieron (posiblemente incluso gratis), proporcionando partes particulares de ellos a una escala y coste imbatibles para el viejo orden. Unbundling ha sido llamado ‘el gran disruptor’” («Unbundling», 2018).

Las ideas sobre “desensamblar” la institución universitaria no son nuevas (Wang, 1975). Pero en los últimas décadas, la tecnología digital se ha alimentado en una de las claves del proceso según sus partidarios (Craig, 2015; Craig y Williams, 2015) y, como denuncian algunos autores (McCowan, 2017), ya ha desagregado el trabajo de los docentes (Gehrke y Kezar, 2015), especialmente en las modalidades *online* (Tucker y Neely, 2010).

Una preocupante visión sobre qué pueden “desensamblarse” de la universidad actual es la que defiende Pearson, la mayor empresa privada de servicios educativos del mundo, en su informe *An avalanche is coming: Higher education and the revolution ahead* (Barber, Donnelly y Rizvi, 2013). Las razones que aconsejarían desmantelar la universidad docente e investigadora actual según Pearson son seis grandes tendencias mundiales: la globalización de mercados para profesores y estudiantes, la crisis que obliga a los gobiernos a reducir la financiación a las universidades y las becas a los estudiantes, la hiperinflación de las matrículas, el decreciente valor de mercado de los títulos (la caída del salario medio de los titulados), la ubicuidad de contenidos abiertos y la competición entre universidades.

Todos estos factores han creado el entorno adecuado, según los autores del informe, para que terceras partes desarrollen las funciones tradicionales de una universidad a una fracción de su coste actual. Dichas funciones son: (1) la investigación, (2) los grados, (3) el desarrollo económico del entorno, (4) el profesorado y otros profesionales, (5) los estudiantes, (6) la gobernanza y la administración (liderazgo, admisiones, matrícula y recaudación, servicios a exalumnos, mantenimiento e instalaciones), (7) currículum (contenidos de los cursos y planes de estudios, libros de texto y materiales de lectura), (8) enseñanza y aprendizaje (conferencias, tutoriales, seminarios), (9) evaluación (exámenes parciales y finales, trabajos fin de grado), y (10) “experiencia” (organizaciones estudiantiles, actividades co-curriculares, como debates, concursos, etc., y extra-curriculares, como teatro, deportes, etc. y experiencia laboral, prácticas y voluntariado) (Barber et al., 2013, pp. 32-48).

Pero, ¿cómo puede contribuir *blockchain* a “desensamblar” las instituciones actuales de educación superior?

#### 4.1. La revolución digital: cortar y pegar la realidad

Desde una perspectiva más amplia de la revolución tecnológica actual, Floridi (2017) ha sugerido que la tecnología digital está transformando profundamente el mundo porque “corta y pega” la realidad, esto es, “acopla, desacopla o reacopla características del mundo –y, por tanto, nuestras correspondientes asunciones sobre ella– que nunca pensamos que podrían ser otra cosa que indivisibles e inmutables. Separa y fusiona los “átomos” de nuestra experiencia y cultura, por así decirlo” (p. 123). Por ejemplo, sigue Floridi, acopla identidad y datos personales en la Internet, desacopla localización y presencia o ley y territorio y reacopla los roles de productor y consumidor en el prosumidor. La realidad virtual, por ejemplo, desacopla percepción y mundo físico, en cambio la realidad aumentada acopla representaciones digitales e información al mundo físico. Otros ejemplos que cita son propiedad y uso y salario y trabajo (el debate sobre la renta básica universal). Pero, ¿por qué puede “hacer” todo esto la tecnología digital?

Por una parte, porque lo digital es una tecnología de tercer orden, es decir, no media entre el ser humano y la naturaleza, como un hacha (el primer orden), o entre el ser humano y otra tecnología, como un motor

(el segundo orden), es más bien “una tecnología entre una tecnología y otra tecnología, como un sistema informático que controla un robot que construye un coche (tercer orden)”. Debido al poder de procesamiento autónomo de lo digital puede que el ser humano ni siquiera forme parte del ciclo (Floridi, 2017).

Por otro lado, la tecnología digital ha sido la clave de la creación de los nuevos entornos que habitamos y en los que interactuamos con nuevas formas de agencia. Floridi (2010) ha acuñado el término *re-ontologización* para designar una suerte de re-ingeniería que “no solo diseña, construye o estructura un sistema (por ejemplo, una empresa, una máquina o algún artefacto) de nuevo, sino que transforma fundamentalmente su naturaleza intrínseca, es decir, su ontología.” (Floridi, 2017, p. 125). La re-ontologización es un efecto de la digitalización de lo que antes era material y físico, con consecuencias en cómo el ser humano experimenta y “piensa” la realidad y a sí mismo, la experiencia humana se transforma radicalmente en dos de sus dimensiones fundamentales: el espacio y el tiempo. Lo digital crea, si se nos permite la metáfora, una suerte de “agujeros de gusano” en el espacio/tiempo de la experiencia humana.

#### 4.2. La creación de mercados en la educación superior

Los mercados o “el mercado” suele presentarse como una entidad misteriosa, omnisciente y todopoderosa cuyos designios gobiernan las acciones de gobernantes, instituciones y ciudadanos. La invocación a los mercados suele utilizarse habitualmente para justificar y legitimar medidas impopulares. Pero los mercados no aparecen de la nada: son el resultado de procesos sociales, políticos y económicos complejos a diversos niveles. En el caso de la educación superior, Robertson y Komljenovic (2016) han analizado diversos casos de desagregación de las prácticas de instituciones de educación superior del sector universitario no-mercantil. Y para ello han utilizado los cinco microprocesos que “enmarcan” los mercados descritos por Çalışkan y Callon (2009 y 2010): pacificar bienes, agencias mercantilizadoras, encuentros de mercado, fijación de precios y diseño y mantenimiento de mercado. Para nuestro objetivo, explicar el *hype* sobre las cadenas de bloques como parte del discurso de una visión concreta del futuro de la institución universitaria, solo atenderemos brevemente al primero de ellos, la “pacificación de

bienes”, dado que, en nuestra opinión, es en el que más puede contribuir la tecnología *blockchain*.

La “pacificación de bienes” es la dinámica mediante la cual las “cosas” (objetos materiales, servicios, seres humanos, relaciones y otros intangibles) son “desenredadas” (*disentangled*), convertidas en pasivas y estables y que posibilita comprarlas, venderlas e invertir en ellas. “Desenredar” o separar intangibles implica representar los objetos y servicios como “paquetes” descriptibles y predecibles. “Pasivas” significa hacerlas estables y poseedoras de cualidades fijas a las que se pueda vincular el valor y el precio. Aplicado a la educación superior implica convertir (o al menos presentar) la “cosa” como un objeto que se puede vender y comprar o en el que se pueda invertir. Por ejemplo, convertir el proceso de enseñanza/aprendizaje en la transmisión (*delivery*) de una serie de objetos y procesos estandarizados y de servicios separados: paquetes de contenidos “personalizados” por la tecnología (aprendizaje adaptativo), procesos didácticos de *engagement* (gamificación y retroalimentación inmediata), servicios de tutorización a la carta, sistemas de evaluación y certificación de competencias, etc.

### 4.3. *Blockchain* y la “Universidad de plataforma”

El modelo de negocio y de empresa del “capitalismo de plataforma”, que asociamos a compañías como Uber o Airbnb (Fitzgerald y Gunter, 2017), constituye también un modelo para una universidad digital “desagregada” (Adell, Castañeda y Esteve, 2018; Hall, 2016). Algunos autores (Fitzgerald y Gunter, 2017, por ejemplo) han detectado tendencias de la progresiva “uberificación” de la educación superior: separación de docencia e investigación, currículum por competencias, videoclases breves para consumir *just-in-time*, tutorización bajo demanda, aprendizaje adaptativo, evaluación automatizada, precarización del profesorado, contratado por horas, *outsourcing* de funciones anteriormente desarrolladas por personal propio, etc. La *Ubersidad* consiste, sobre todo, en una plataforma tecnológica (a la que se accede desde ordenadores y móviles) que conecta profesores y estudiantes y que mantiene un registro inalterable de las transacciones “de aprendizaje” que tienen lugar y que, mediante contratos inteligentes, “libra” y mantiene el registro de credenciales (niveles competenciales adquiridos) que puedan hacer valer ante futuros empleadores. Dicha plataforma



también gestiona los pagos de los estudiantes, quizá en una criptomoneda propia, las becas y ayudas de entidades públicas y privadas y los pagos a los docentes por los “servicios prestados” (creación de materiales de aprendizaje y servicios de tutoría a la carta). También sería posible establecer sobre dicha plataforma un sistema de incentivos de rendimiento tanto para docentes como para estudiantes. Es más, desde la visión neoliberal de la universidad, es decir, si se asume que el único objetivo de la educación superior es formar a los estudiantes para conseguir un trabajo bien pagado al terminar los estudios y proporcionar a las empresas el capital humano que necesitan, podría crearse un sistema de perfiles y micro credenciales (*badges*) de los estudiantes para que empresas y agencias de colocación pudieran ofrecerles puestos de trabajo específicos a los futuros graduados con el perfil adecuado. Y, dando un paso más, la plataforma podría priorizar directamente ciertas competencias sobre otras en su sistema de personalización y recomendación en función de las necesidades de las empresas, creando esa íntima conexión entre el sistema productivo y la universidad, tan deseado por nuestros reformadores universitarios. La arquitectura tecnológica que se trasluce de la anterior caracterización, en la que *blockchain* jugaría un papel destacado, permitiría desagregar/cortar la actual universidad en partes, apartar las menos rentables y reagregar/pegar partes en una empresa de educación completa (*full stack*), una mezcla de escuela, banco de préstamos para estudios y agencia de empleo, todo en uno. Al mismo tiempo podría ahorrar costes contratando los servicios que necesite en el mercado libre, incluyendo al personal y la mayor parte de las infraestructuras, del mismo modo que Uber no posee ni un solo vehículo y no tiene contratado ni un solo conductor. La calidad de los aprendizajes de los estudiantes, las condiciones laborales de los docentes, el futuro de la investigación y de la creación y difusión del conocimiento y la cultura de la “universidad plataforma” ya han sido descritas en otros sitios (Hall, 2016).

## 5. Final

El discurso sobre el potencial disruptivo de *blockchain* para crear “un nuevo ecosistema de educación superior” que sustituya al, supuestamente, insostenible sistema actual nace en un contexto determinado con graves problemas estructurales en la formación superior. Si dicha formación se concibe únicamente como una inversión personal o un

sistema de provisión de capital humano para la empresa, sin ninguna otra función social, es evidente que su situación en algunos países es insostenible. Sin embargo, el hecho de que otros países con potentes economías de mercado y gobiernos neoliberales (como Alemania, por ejemplo), posean un excelente sistema universitario público prácticamente gratuito arroja serias dudas de que la tecnología solucione problemas de prioridades políticas y justicia social.

La tecnología *blockchain* tiene el potencial de transformar en el futuro aspectos importantes de la educación superior, pero también es utilizada por algunos autores como un caballo de Troya para dismantelar la educación superior, especialmente la pública, y crear un nuevo mercado desregulado y con oportunidades de negocio para nuevos jugadores. Es más que dudoso que dicho ecosistema beneficiara en modo alguno a la ciudadanía.

## Referencias

Adell, J., Castañeda, L. y Esteve, F. (2018). ¿Hacia la Ubersidad? Conflictos y contradicciones de la universidad digital. RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(2), 51-68.

Atzori, M. (2015). Blockchain Technology and Decentralized Governance: Is the State Still Necessary? *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2709713>

Barber, M., Donnelly, K. y Rizvi, S. (2013). *An avalanche is coming: Higher education and the revolution ahead*. London: Institute for Public Policy Research. Recuperado de <https://www.ippr.org/research/publications/avalanche-is-coming-higher-education-and-the-revolution-ahead>

Bartolomé, A. R., Bellver, C., Castañeda, L. J. y Adell, J. (2017). Blockchain en Educación: introducción y crítica al estado de la cuestión. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 61, 1-14. <https://doi.org/10.21556/edutec.2017.61.915>

Çalışkan, K. y Callon, M. (2009). Economization, part 1: shifting attention from the economy towards processes of economization. *Economy and Society*, 38(3), 369-398. <https://doi.org/10.1080/03085140903020580>

Çalışkan, K. y Callon, M. (2010). Economization, part 2: a research programme for the study of markets. *Economy and Society*, 39(1), 1-32. <https://doi.org/10.1080/03085140903424519>

Cao, S., Cao, Y., Wang, X. y Lu, Y. (2017). A Review of Researches on Blockchain. Presentado en la Wuhan International Conference on e-Business. Recuperado de <http://aisel.aisnet.org/whiceb2017/57>

Craig, R. (2015). *College disrupted: The great unbundling of higher education*. St. Martin's Press.

Craig, R. y Williams, A. (2015). Data, technology, and the great unbundling of higher education. *EDUCAUSE Review*, 10-25. Recuperado de <https://er.educause.edu/articles/2015/8/data-technology-and-the-great-unbundling-of-higher-education>

Fitzgerald, T. y Gunter, H. M. (2017). Debating the agenda: the incremental uberisation of the field. *Journal of Educational Administration and History*, 49(4), 257-263. <https://doi.org/10.1080/00220620.2017.1342980>

Floridi, L. (2010). *Information. A very short introduction*. Oxford: Oxford University Press.

Floridi, L. (2017). Digital's Cleaving Power and Its Consequences. *Philosophy & Technology*, 30(2), 123-129. <https://doi.org/10.1007/s13347-017-0259-1>

Gehrke, S. y Kezar, A. (2015). Unbundling the Faculty Role in Higher Education: Utilizing Historical, Theoretical, and Empirical Frameworks to Inform Future Research. En M. B. Paulsen (Ed.), *Higher Education: Handbook of Theory and Research* (Vol. 30, pp. 93-150). Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-12835-1\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-12835-1_3)

Golumbia, D. (2016). *The Politics of Bitcoin: Software as Right-Wing Extremism*. Minneapolis: University of Minnesota Press.

Grech, A. y Camilleri, A. (2017). Blockchain in Education (JRC Science for Policy Report No. EUR 28778 EN). *Sevilla: Joint Research Centre*. Recuperado de <http://doi.org/10.2760/60649>

Greenspan, G. (2015, Noviembre 22). Avoiding the pointless blockchain project | MultiChain. Recuperado de <https://www.multichain.com/blog/2015/11/avoiding-pointless-blockchain-project/>

Hall, G. (2016). *The Uberfication of the University*. Minnesota, USA: University of Minnesota Press.

Hamilton, E. C. y Feenberg, A. (2005). The Technical Codes of Online Education. *Techné: Research in Philosophy and Technology*, 9(1), 97-123.

McCowan, T. (2017). Higher education, unbundling, and the end of the university as we know it. *Oxford Review of Education*, 43(6), 733-748. <https://doi.org/10.1080/03054985.2017.1343712>

Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*. Recuperado de <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

Narayanan, A. y Clark, J. (2017). Bitcoin's Academic Pedigree. *Queue*, 15(4), 20-49. <https://doi.org/10.1145/3134434.3136559>

Robertson, S. y Komljenovic, J. (2016). Unbundling the university and making higher education markets. En A. Verger, C. Lubienski y G. Steiner-Kamsi (Eds.), *World yearbook of education 2016: the global education industry* (pp. 211-227). London: Routledge.

Selwyn, N. (2013). *Distrusting Educational Technology Critical Questions for Changing Times*. Hoboken: Taylor and Francis.

Tapscott, D. y Tapscott, A. (2017). The Blockchain revolution and higher education. *Educause Review*, 52(2), 11-24.

Tucker, J. y Neely, P. (2010). Unbundling faculty roles in online distance education programs. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 11(2), 20-32.

Unbundle. (s. f.). *Oxford Dictionaries* | English. Recuperado de <https://en.oxforddictionaries.com/definition/unbundle>

Unbundling. (2018, Febrero 13). En *Wikipedia*. Recuperado de <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Unbundling&oldid=825510679>

Wang, W. K. (1975). The unbundling of higher education. *Duke Law Journal*, 1975, 53-90. Recuperado de [http://repository.uchastings.edu/faculty\\_scholarship/763](http://repository.uchastings.edu/faculty_scholarship/763)

Watters, A. (2016, Abril 14). The Ideology of the Blockchain (for Education). Recuperado de <http://hackededucation.com/2016/04/14/blockchain-ideology>