

## EN CLAVE DE INNOVACIÓN EDUCATIVA. CONSTRUYENDO EL NUEVO ECOSISTEMA DE APRENDIZAJE

**Francisco José García-Peñalvo**

GRupo de investigación en InterAcción y eLearning (GRIAL)

Instituto de Ciencias de la Educación

Departamento de Informática y Automática

Universidad de Salamanca, España

[fgarcia@usal.es](mailto:fgarcia@usal.es)

<http://grial.usal.es>

<http://twitter.com/frangp>

### **Resumen**

Una innovación educativa es una suma sinérgica entre crear algo nuevo, el proceso en el que se aplica y la aportación de una mejora como resultado del proceso, y todo ello con una dependencia del contexto en el que se desarrolla y aplica la supuesta innovación. Las innovaciones educativas se pueden clasificar en cuatro categorías no disjuntas. Una de estas categorías hace referencia a la perspectiva institucional que contiene las tendencias más relacionadas con la toma de decisiones, planificación estratégica, gestión de la tecnología y gestión de la propia innovación. En esta categoría se puede destacar como tendencia en la gestión de la tecnología, y también del conocimiento, el concepto de ecosistema tecnológico. Este artículo profundiza en este concepto como soporte a un enfoque de innovación educativo alineado con la estrategia y el gobierno de la universidad, presentando la propuesta DEFINES como un *framework* para el desarrollo de ecosistemas digitales.

### **Palabras clave**

Innovación Educativa; Ecosistemas Tecnológicos; Gobierno TI; Gestión del Conocimiento

## 1. Introducción

La innovación educativa se puede entender como el proceso que permite realizar cambios en el aprendizaje/formación que produzcan mejoras en los resultados de aprendizaje. Sin embargo, para que se considere innovación educativa el proceso debe responder a unas necesidades, debe ser eficaz y eficiente, además de sostenible en el tiempo y con resultados transferibles más allá del contexto particular donde surgieron [124].

Una innovación educativa es una suma sinérgica entre crear algo nuevo, el proceso en el que se aplica y la aportación de una mejora como resultado del proceso, y todo ello con una dependencia del contexto en el que se desarrolla y aplica la supuesta innovación.

Existe una gran confusión y falta de consenso sobre lo qué es y lo qué no es innovación educativa. Los repositorios institucionales [35; 76; 98; 106; 107] contienen la radiografía de los tópicos que se están considerando actualmente en los proyectos de innovación educativa. Sin embargo, en estos repositorios los datos sobre innovación educativa no suelen ser fácil de localizar por compartir espacio con otra mucha información institucional. No obstante, existen, aunque no abundan, repositorios centrados en los resultados de innovación educativa derivados del repositorio de buenas prácticas de innovación docente financiado por el Ministerio de Educación del Gobierno de España [36]. Así se pueden citar como ejemplos los repositorios de la Universidad de Salamanca [78] y de la Universidad de Zaragoza [1], ambos basados en el buscador BRACO [40].

Existen también numerosos trabajos que proponen la definición de indicadores que faciliten la clasificación y búsqueda de experiencias de innovación educativa [37-39; 41-43; 125; 126].

De forma más concreta y reciente se ha propuesto una ontología de indicadores para la innovación docente [78]. De sus diferentes dimensiones nos interesa centrarnos en el contexto del Aprendizaje que se organiza en cuatro características:

1. Actividad.
2. Tecnología.
3. Métodos y técnicas.
4. Resultados.

Con todo ello información se ha realizado una abstracción de las tendencias en Innovación Educativa en forma de mapa que se organiza en cuatro regiones no disjuntas y que se muestra en la Figura 1 [58; 62; 66].

1. Perspectiva institucional. Es la región del mapa que va a recoger las tendencias más relacionadas con la toma de decisiones [18; 57; 111], planificación estratégica [34], gestión de la tecnología [140] y gestión de la propia innovación [42; 43].
2. Perspectiva del profesorado. Es la región del mapa más cercana al contexto del profesor y su docencia, es decir, en la que se van a volcar todas aquellas innovaciones que tienen un carácter más ligado a la impartición de los contenidos curriculares. Se destacan aspectos como *mobile learning* [20; 122], *flip teaching* [67; 117], gamificación [95; 103; 121], enseñanza basada en retos [110], analítica del aprendizaje [33; 82], contenidos en abierto [68; 116], etc.
3. Desarrollo de competencias transversales. Es la región del mapa en la que se potencian las competencias transversales, muy ligadas a las denominadas habilidades blandas (*soft skills*) que tanta importancia tienen en el mercado laboral y en el desarrollo más humanista de los estudiantes, como el trabajo en grupo [28; 44], el pensamiento computacional [63; 127; 139] o el aprendizaje-servicio [75; 129] entre otras tendencias.
4. Perspectiva de extensión institucional. Es la región del mapa en la que se desarrollan los aspectos más novedosos que tienen que ver con la labor de extensión hacia la sociedad y la formación permanente, lo que normalmente se conoce como Tercera Misión de la Universidad [17; 59; 60], donde se pone el foco en las relaciones con la empresa, mediante prácticas [65; 71], estudios de empleabilidad [102], emprendimiento [56; 81] y transferencia de conocimiento, o en una labor social [109].

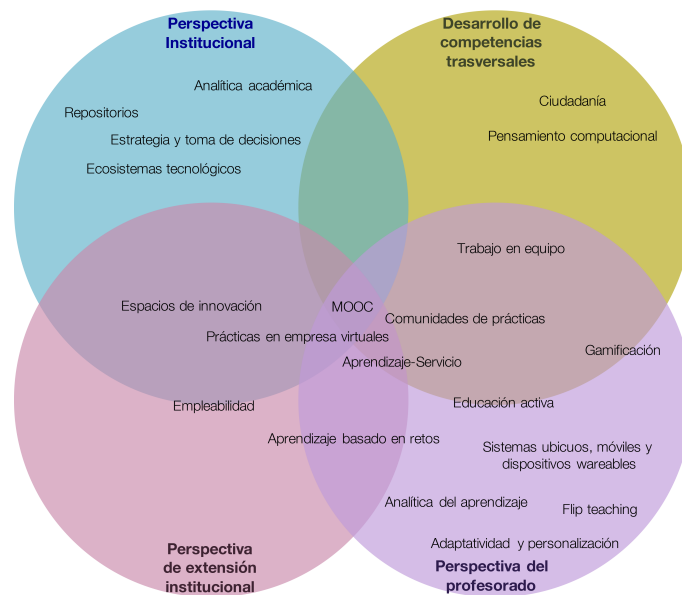


Figura 1. Mapa de tendencias en innovación educativa [58]

En la región de perspectiva institucional se puede destacar como tendencia en la gestión de la tecnología, y también del conocimiento, el concepto de ecosistema tecnológico [47-50] que se define como “comunidad, con métodos educativos, políticas, reglamentos, aplicaciones y equipos de trabajo, que puede coexistir de manera que sus procesos están interrelacionados y su aplicación se basa en los factores físicos del entorno tecnológico” [93]. Un ecosistema tecnológico viene a plantear una arquitectura flexible y adaptativa [73; 74] para soportar la evolución de los componentes y sus interconexiones para conseguir una interoperabilidad transparente entre ellos [6], de manera que se busca acabar con el reinado monolítico de las plataformas de aprendizaje o *Learning Management Systems* (LMS) [79], que pasan de ser sistemas aislados a ser un componente más dentro del ecosistema [26].

Se va a ahondar más en el concepto de ecosistema tecnológico como soporte a un enfoque de innovación educativo alineado con la estrategia y el gobierno de la universidad [10; 52; 53; 55; 77] y con la gestión del conocimiento y el gobierno de las tecnologías [54; 75; 94; 96].

## 2. Ecosistemas tecnológicos para el aprendizaje

Tras varios años de investigación en el campo de las tecnologías del aprendizaje, se tiene la certeza de que las tecnologías utilizadas cotidianamente en los contextos educativos no tienen el reflejo que debieran tener, dado su enorme potencial, ni en la mejora del aprendizaje de las personas, ni en los métodos educativos, ni en la respuesta que espera una Sociedad Digital que se quiere convertir en una Sociedad del Conocimiento.

Por otro lado, la influencia que tienen las tecnologías en el quehacer diario de todas las personas como individuos provoca una transferencia, consciente o no, hacia su contexto profesional y/o educativo. Esto acaba teniendo consecuencias, de menor o mayor calado, en el sistema de información y, sobre todo, en la forma cómo se gestiona el conocimiento, tanto a nivel individual como corporativo.

Sin embargo, esta permeabilidad se ve afectada tanto por el carácter cerrado de los sistemas de información como por el carácter volátil de muchas de las soluciones tecnológicas que se manejan. De hecho, son muy pocas las innovaciones tecnológicas que logran la madurez adecuada para que puedan considerarse tecnologías consolidadas en el tejido productivo, pasando en su ciclo de vida por una serie de estadios que en muchos casos acaban provocando su desaparición más o menos temprana. También es cierto que algunas de estas tecnologías entran en escena rodeadas de un halo de fascinación que provoca la creación de diferentes prácticas, definidas normalmente ad-hoc, y con carencia de sistematización y sin visos de perdurar en el

tiempo, por lo que suelen acabar en expectativas no cumplidas con su consiguiente en su caída del olimpo de la novedad y, en muchas ocasiones, en su completa desaparición.

Las tecnologías educativas, con sus ventajas y problemas, trascienden desde el contexto meramente académico y se integran en cualquier tipo de institución para convertirse en herramientas de gestión del conocimiento digital y del capital humano de la misma. Todo ello pone de manifiesto que las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) están provocando una ruptura de las fronteras clásicas entre distintos tipos de aprendizaje como el formal, no formal e informal [70; 83; 84], sin perder por ello el factor clave de que el aprendizaje es una actividad vital del individuo e imprescindible para la evolución de la sociedad y de sus instituciones.

El avance tecnológico ha propiciado la aparición de un mundo digital, en el que se dispone de herramientas que conectan y favorecen la colaboración, facilitan el trabajo en grupos menos jerarquizados y permiten la creación de redes sociales. En nuestro día a día cualquier persona está acostumbrada a recibir información de varias fuentes, en distintos formatos y soportes y con acceso prácticamente instantáneo. El contexto educativo, en concreto la universidad, la empresa y la sociedad actual, no pueden permanecer al margen de la constante evolución tecnológica [51], y en especial, esta evolución tiene que verse reflejada muy directamente en todo el proceso de gestión del conocimiento [42].

La creciente complejidad de las TIC y su alta penetración en todos los ámbitos hacen necesario que estas se aborden desde una perspectiva integral, comprendiendo los problemas, desafíos e importancia cada vez mayor en el desarrollo, ejecución y gestión de estrategias, con el objetivo de mejorar el rendimiento global y la rentabilidad de la organización en la que se implantan. El paso al mundo digital demanda una reingeniería de todos los procesos e incluso un replanteamiento de los objetivos. Rogers [118] analizó por qué ciertas ideas y productos se convierten en tendencias mientras que otras pasan rápidamente de moda, planteando el modelo de difusión de la innovación, en el que se establecen distintas categorías de usuarios (innovadores, primeros usuarios, mayoría precoz, mayoría tardía y escépticos) distribuidos según una curva normal. Según Moore [104] una innovación prospera cuando es capaz de cruzar el abismo y llegar a las mayorías (en un principio a la precoz y posteriormente a la tardía). Otra característica de las innovaciones tecnológicas es que los primeros usuarios abandonan los nuevos productos tan pronto como las masas lo aceptan y aparece la siguiente novedad. El *ciclo de sobre expectativa (Hype Cycle de Gartner)* [80] proporciona una representación gráfica de la madurez y la adopción de tecnologías, la forma en que son potencialmente relevantes para la resolución de problemas reales del negocio y la posibilidad de explotar nuevas oportunidades. Pronosticar la divulgación de una tecnología implica prever un elevado grado de modas pasajeras y de contagio social, que incluso se sitúan fuera de la utilidad objetiva de la propia tecnología (*information cascades*) [45]. Las prácticas que se apoyan en las TIC y que se dan en un mundo globalizado, conectado, complejo y cada vez más recursivo, suelen caracterizarse por un comportamiento tipo *Cisne Negro* [132] (por su rareza, impacto extremo y predictibilidad retrospectiva), no por el comportamiento de distribución normal.

Pero los cambios en el mundo educativo y en la gestión del conocimiento no pueden estar supeditados ni a modas ni a continuos cambios, ya que sus efectos únicamente son evaluables a largo plazo. Por tanto, son necesarios trabajos de investigación sobre los usos de las distintas tecnologías emergentes en el ámbito educativo y sobre el comportamiento de las mismas, aunando la investigación en tecnologías informáticas aplicadas en los procesos de enseñanza+aprendizaje y la gestión del conocimiento, la investigación propia de las ciencias sociales y la innovación tecnológica.

Por otra parte, la existencia de un número creciente de proyectos de recursos educativos abiertos y la fuerza creciente del movimiento *open* [68], hace que cada vez sea más fácil la creación de sistemas abiertos y participativos. Los campus virtuales y los LMS (*Learning Management System*) son muy populares tanto en el ámbito académico [2; 7; 16] como en contextos empresariales [137] y proporcionan herramientas que extienden y dan soporte al concepto tradicional de clase. Los LMS se centran básicamente en ayudar a los profesores, poniendo un

especial énfasis en facilitar las tareas administrativas y de gestión relativas al aprendizaje [9]. Para los estudiantes los LMS son espacios concretos donde poder llevar a cabo sus actividades lectivas o con los que se complementan sus clases. En resumen, los LMS aun siendo bastante completos y útiles en la relación entre profesores y estudiantes, por su concepción inicial, están básicamente dirigidos a la gestión docente y son demasiado rígidos, con flujos de comunicación preestablecidos y limitando mucho las posibilidades de interacción.

Ante las carencias de los LMS, profesores y estudiantes tratan de complementarlos con otras herramientas y servicios, ya sean proporcionados por la institución o libremente accesibles en la Red, gracias a la oferta tecnológica al alcance de cualquier persona.

Cuando desde una perspectiva no institucional, como iniciativa personal del que aprende o del que enseña, se busca cierto grado de integración de estas herramientas y servicios educativos, surge el concepto de *Personal Learning Environment* (PLE) [138] que es más metafórico que tecnológico. Estos PLE buscan facilitar el aprendizaje al usuario, al permitir que el usuario utilice aquellas herramientas que considere oportunas para aprender (normalmente con las que están familiarizados), sin estar vinculadas a un entorno institucional concreto o a un período de tiempo específico [3]. Con los PLE el discente pasa a ser el responsable de su propio aprendizaje, ya que puede gestionarlo, elige las herramientas a utilizar, pasa de consumidor a proveedor de aprendizaje y aprende a relacionarse con otros, todo siempre según sus necesidades [123].

No obstante, cuando esta colección de posibles herramientas y servicios está soportada por una institución, surgen problemas en dos aspectos fundamentales: 1) la interoperabilidad de estos servicios y herramientas; y 2) su evolución. Como respuesta aparece el nuevo concepto de *ecosistema tecnológico* [61], que trasciende de la mera acumulación de tecnologías de moda [90; 91].

Los ecosistemas tecnológicos suponen la evolución directa de los sistemas de información tradicionales encargados de dar soporte a la gestión de la información y del conocimiento en contextos heterogéneos [72-74].

Recientemente se viene constatando un cambio fundamental de enfoque, en los debates sobre la innovación de los sistemas de ámbito académico o político, hacia la ecología y los ecosistemas [4; 5; 8; 12; 14; 27; 130; 133; 136; 143]. Un ecosistema es una comunidad de seres vivos cuyos procesos vitales están interrelacionados y cuyo desarrollo se basa en los factores físicos del medio ambiente. La definición de ecosistema tecnológico varía de unos autores a otros, pero todos están de acuerdo en un punto fundamental: hay una clara relación entre las características de un ecosistema natural y un ecosistema tecnológico en cualquiera de sus variantes [22]. Por analogía con esta definición, se propone un ecosistema tecnológico donde una comunidad, con métodos educativos, políticas, reglamentos, aplicaciones y equipos de trabajo, pueden coexistir de manera que sus procesos están interrelacionados y su aplicación se basa en los factores físicos del entorno tecnológico [93].

La Comisión Europea ha comenzado a utilizar estos dos conceptos como herramientas de política de innovación regional orientados a la consecución de los objetivos de la declaración de Lisboa [30; 108]. Desde la Unión Europea se considera a los ecosistemas digitales como la clara evolución de las herramientas de *e-business* y los entornos de colaboración para redes de organización. Dentro del proyecto *Digital Ecosystems*, promovido por el *Directorate General Information Society and Media* de la Comisión Europea, un ecosistema digital posee una arquitectura basada en componentes *software Open Source* [69] que se combinan para permitir la evolución gradual del sistema mediante la aportación de ideas y nuevos componentes por parte de la comunidad [32].

La metáfora del ecosistema tecnológico proviene del área de la Biología y se transfiere al área social para capturar mejor la naturaleza evolutiva de las relaciones entre las personas, sus actividades de innovación y sus entornos [112], al área de servicios como una conceptualización más genérica de actores económicos y sociales que crean valor en sistemas complejos [46; 135] y al área tecnológica, inspirados en los conceptos de Moore [105] e Iansiti [87] de negocios y ecosistemas biológicos, para definir los ecosistemas *software* o SECO (*Software ECOSystems*) [141]. Estos últimos pueden referirse al conjunto de negocios y sus interrelaciones con respecto a

un producto *software* común o mercado de servicios [88], o bien, desde un punto de vista más arquitectónico, a la estructura o estructuras en términos de elementos, a las propiedades de estos elementos, y a las relaciones entre dichos elementos, esto es, sistemas, componentes de un sistema y actores [99].

Messerschmitt and Szyperski [100] son los primeros en hablar sobre ecosistemas software para referirse a una colección de productos *software* que tienen algún grado de relaciones simbióticas. Según Dhungana et al. [29] un ecosistema software se puede comparar a un ecosistema biológico, desde la perspectiva de la gestión de recursos y la biodiversidad, haciendo especial hincapié en la importancia de la diversidad y en el apoyo a la interacción social. Esta relación entre lo natural y lo tecnológico se repite en otros autores que utilizan la definición de ecosistema natural para sustentar su propia definición de ecosistema tecnológico [21; 23; 89; 114]. Existen diversas definiciones de ecosistema natural o biológico pero hay tres elementos que están presentes en todas las definiciones [11]: los organismos, el medio físico en el que llevan a cabo sus funciones básicas y el conjunto de relaciones entre los organismos y el medio. De esta forma, el ecosistema tecnológico se puede definir como un conjunto de componentes *software* que se relacionan entre sí mediante flujos de información, en un medio físico que proporciona el soporte para dichos flujos [47].

La metáfora de los ecosistemas ofrece la capacidad de reconocer una red compleja de interrelaciones independientes entre los componentes que conforman su arquitectura. Al mismo tiempo ofrecen un marco analítico para comprender los patrones específicos de la evolución en el tiempo de su infraestructura tecnológica, tomando en consideración que los componentes que lo conforman se deben poder adaptar a los cambios que sufra el ecosistema y no colapsarse ante ellos si no pueden asumir las nuevas condiciones [115]. Por otra parte, entre los componentes de un ecosistema tecnológico se encuentran sus propios usuarios porque estos son repositorios y generadores del nuevo conocimiento de la institución, lo que influye decisivamente en la complejidad del artefacto que se maneja [101].

Desde la perspectiva de las tecnologías educativas y de los sistemas de gestión del conocimiento, el pasado se ha caracterizado por la automatización, que condujo a desarrollar plataformas para la formación [79; 85]. El presente está protagonizado por la integración y la interoperabilidad [6]. El reto está en conectar y relacionar las distintas herramientas y servicios que van surgiendo y que sirven para la gestión del conocimiento corporativo. Esto supone construir ecosistemas tecnológicos cada vez más complejos internamente, desde la interoperabilidad semántica de sus componentes, para ofrecer, de forma transparente, más funcionalidad y más sencillez a sus usuarios. El análisis del comportamiento de las innovaciones tecnológicas y los avances en las ciencias cognitivas y de la educación, indican que el futuro (cercano) del uso de las tecnologías de la información en el aprendizaje y la gestión del conocimiento estará caracterizado por la personalización y la adaptabilidad [92].

### **3. DEFINES. Una propuesta de *framework* de ecosistema digital**

DEFINES (*A Digital Ecosystem Framework for an Interoperable NEtwork-based Society*) busca generalizar y extender el concepto de ecosistema tecnológico que se ha venido definiendo en contextos educativos [49], hacia diferentes ámbitos, considerados en algunas experiencias incipientes [50], que cumplen los siguientes requisitos: 1) necesidad real de gestionar un conocimiento complejo; 2) existencia de flujos de información heterogéneos; 3) diversidad de usuarios involucrados; 4) necesidad de soporte a la toma de decisiones; y 5) existencia de un conjunto de soluciones tecnológicas diversas y mayormente *open software*.

Para ello, y con el énfasis puesto en la plataforma tecnológica, se propone evolucionar el concepto de ecosistema tecnológico distinguiendo un contenedor, el *framework* arquitectónico del ecosistema, y sus componentes, para que se pueda aplicar a diferentes dominios de aplicación de la manera más eficiente y con la mayor aceptación de sus usuarios. Para ello se ha configurado un equipo multidisciplinar compuesto por: 1) ingenieros de *software*, encargados de la parte arquitectónica del ecosistema; 2) metodólogos que se centrarán en el análisis de la percepción de la utilidad y de la aceptación de las plataformas; y 3) expertos en cada uno de los dominios

elegidos. En concreto se consideran tres dominios: atención a personas con deterioros tanto cognitivos como físicos, un observatorio de empleabilidad y empleo universitario y plataformas de eCiencia.

A la hora de definir un *framework* para ecosistemas tecnológicos es necesario contemplar la integración, interoperabilidad y evolución de sus componentes, así como una correcta definición de la arquitectura que lo soporta [13; 15; 64; 86]. El estado actual y la evolución técnica y tecnológica de los ecosistemas digitales tiene un paralelismo muy acentuado con toda la tecnología que se desarrolla en torno a Internet y los servicios de tipo *cloud*. Más concretamente, la evolución en la recogida de datos, procedimientos de análisis y toma de decisiones, beben de la fuente de ciertos tipos de tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (*Internet of Things*) [31], los procesos que extraen conceptos de *Business Intelligence* [33; 97], o los procesos de minería de datos aplicados a la gestión del conocimiento [119; 120; 142].

En los entornos de computación actuales, principalmente en los basados en computación y servicios *cloud*, se utilizan componentes intercambiables, arquitecturas que unen distintos sistemas a través de servicios y utilizan protocolos y estándares para comunicarse. En los sistemas de gestión del conocimiento se emplean cada vez más las arquitecturas orientadas a los servicios. Estos no se reducen actualmente a un solo sistema o plataforma monolítica, sino que cada vez se usan más servicios y herramientas [113], formando los actuales ecosistemas heterogéneos dentro de la esfera de gestión del conocimiento a través de medios digitales e Internet. Para conseguir esta interconexión de plataformas es común el uso de protocolos de comunicación, interfaces y estándares de descripción de recursos y datos. El propósito es ayuden a incorporar y transmitir información con una calidad asegurada y, al mismo tiempo, permitan preservar invariable el sentido, significado y contexto de los datos que se transmiten. Estos protocolos de interconexión de datos y de recogida de información relacionada con el conocimiento, basan su especificación en el ámbito de la interoperabilidad entre plataformas, la posibilidad de uso por parte de sensores y colectores de evidencias, los datos abiertos estandarizados, con contenido semántico, y estandarizados o incluso la descripción de entornos y evidencias relacionadas con los procesos de adquisición de conocimiento. Este área de investigación es clave dentro del proceso, debido al contexto de aplicación, al estado actual de desarrollo de los ecosistemas tecnológicos y a su expansión. Además, dicha área se justifica ya que los datos son la materia prima [128; 134] para: el diseño del ciclo de aprendizaje (*data-driven design*), la evaluación de las actividades de aprendizaje (*learning analytics*), su inclusión en el proceso de aprendizaje como medio para la retroalimentación en tiempo real (*data-driven feedback*), y el diseño de la estrategia de gestión de conocimiento, así como de la personalización del mismo.

Ante la cantidad de datos que se generan en un ecosistema para la gestión del conocimiento, especialmente si este integra una plataforma virtual de aprendizaje, surge la necesidad de sobrepasar las limitaciones inherentes a los sistemas, con el fin de aplicar a este ámbito técnicas equivalentes a la contrastada “inteligencia de negocio”. Esta técnica es una concepción ampliada del concepto de la analítica de datos de aprendizaje (*Learning Analytics*), que se define como “la medida, recolección, análisis e informe de datos acerca de los estudiantes y sus contextos, con el propósito de comprender y optimizar el aprendizaje y los entornos en que este ocurre” [97].

En los últimos dos años, y gracias al empuje de una creciente comunidad investigadora, la analítica de datos de aprendizaje ha experimentado un gran crecimiento impulsada por la creación de redes de trabajo como SOLAR (<http://solaresearch.org>, en el ámbito internacional) o a nivel nacional SNOLA – Red temática española de analítica de aprendizaje (<http://snola.es>, TIN2015-71669-REDT). Asimismo existen grupos de trabajo con un propósito específico en los proyectos ROLE (<http://www.role-project.eu>) y LACE (<http://www.laceproject.eu>), marcos de trabajo (IMS Caliper Analytics, xAPI), tecnologías (Pentaho Data Integration) y métodos de análisis de minería de datos (asociación basada en reglas, factorización matricial) aplicables al análisis de datos educativos procedentes de diversas fuentes.

Además, dado que los ecosistemas se caracterizan por las posibilidades de conexión entre sus componentes, se pueden dar los condicionantes por los que los ecosistemas tecnológicos debieran

ser descentralizados. La centralización - ya sea a través de un 'proveedor' del ecosistema, una institución, un sitio web, o una agencia gubernamental – a la vez que facilita la conexión dentro de su dominio, puede convertirse en una barrera para las conexiones exteriores a dicho dominio. Por otra parte, la centralización también otorga un gran poder a los administradores de un ecosistema, lo que suele llevar asociado un aumento de las suspicacias acerca de la vigilancia y la privacidad de sus usuarios. En este sentido se quiere explorar en esta propuesta, en aquellos casos donde sea pertinente, un sistema de registro distribuido de transacciones basado en la tecnología de *Blockchain* [131] ya que no pertenecen ni están controlados por nadie. Consecuentemente, los problemas derivados del control, privacidad e identidad se dejarían en manos de los propietarios de los datos, en el contexto de los *blockchain*, sin que ningún tercero sea capaz de supervisar las operaciones.

#### 4. Conclusiones

Los sistemas de información están presentes en empresas e instituciones como solución tecnológica para gestionar la información que se maneja dentro de las mismas, así como para dar soporte a los procesos que tienen lugar interna y externamente. La evolución de las necesidades de las entidades ha influido en la evolución de los sistemas de información a lo largo del tiempo, a fin de cubrir sus necesidades emergentes.

En la actualidad, los sistemas de información tienden a un planteamiento 2.0 orientado a servicios [19; 24; 25] debido al cambio de paradigma producido en el desarrollo de aplicaciones *software* y a la evolución de los dispositivos que permiten el uso de dichas aplicaciones. Unido a ello, la gestión del conocimiento está presente entre los objetivos principales de la mayoría de entidades por lo que los sistemas de información se han orientado a la gestión de dicho conocimiento. En este contexto, los ecosistemas tecnológicos suponen una mejora respecto a los sistemas de información tradicionales, ya que el abanico de posibilidades de los ecosistemas permite cubrir cualquier tipo de necesidad que surja en una entidad, gracias a su estructura modular, a la importancia que se le da a los flujos de información establecidos entre los módulos y a la base metodológica que debe sustentar todo ecosistema.

Más allá del concepto teórico o metafórico de ecosistema, se necesitan propuestas que avancen en la implementación e implantación de estos en contextos reales. En este sentido, se ha presentado la propuesta DEFINES que propone un *framework* para el desarrollo de ecosistemas digitales en contextos de educativos y en que ayude a gestionar el conocimiento que en ellos se produce.

#### 5. Agradecimientos

Este trabajo está parcialmente por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España a través del proyecto DEFINES (Ref. TIN2016-80172-R).

#### 6. Referencias

- [1] Abadía, A.R., Beltrán, F., Bueno, C., Fidalgo Blanco, Á., Julián, J.A., Lerís, D., Lidón, I., Rebollar, R., Rivero, P., and Sein-Echaluce Lacleta, M.L., 2015. Repositorio de Buenas Prácticas de Innovación Docente de la Universidad de Zaragoza. In *La Sociedad del Aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015 (14-16 de Octubre de 2015, Madrid, España)*, Á. Fidalgo Blanco, M.L. Sein-Echaluce Lacleta and F.J. García-Peñalvo Eds. Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Spain, 761-766.
- [2] Abdullateef, B.N., Elias, N.F., Mohamed, H., Zaidan, A.A., and Zaidan, B.B., 2016. An evaluation and selection problems of OSS-LMS packages 5, 248. DOI= <http://dx.doi.org/10.1186/s40064-016-1828-y>.
- [3] Adell, J. and Castañeda, L., 2010. Los Entornos Personales de Aprendizaje (PLEs): una nueva manera de entender el aprendizaje. In *Claves para la investigación en innovación y calidad educativas. La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y la Interculturalidad en las aulas. Stumenti di ricerca per l'innovazioni e la qualità in ambito educativo. La Technologie dell'informazione e della Comunicaciones e l'interculturalità nella*



- scuola., R. Roig Vila and M. Fiorucci Eds. Marfil – Roma TRE Universita degli studi, Alcoy, Spain.
- [4] Adkins, B.A., Foth, M., Summerville, J.A., and Higgs, P.L., 2007. Ecologies of Innovation: Symbolic Aspects of Cross-Organizational Linkages in the Design Sector in an Australian Inner-City Area. *American Behavioral Scientist* 50, 7, 922-934. DOI= <http://dx.doi.org/10.1177/0002764206298317>.
- [5] Adomavicius, G., Bockstedt, J., Gupta, A., and Kauffman, R.J., 2006. Understanding Patterns of Technology Evolution: An Ecosystem Perspective. In *Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference System Sciences, 2006. HICSS '06. Hawaii, 04-07 Jan. 2006* IEEE, USA, 189a. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/HICSS.2006.515>.
- [6] Alier Forment, M., Casany Guerrero, M.J., Conde González, M.Á., García-Peñalvo, F.J., and Severance, C., 2010. Interoperability for LMS: the missing piece to become the common place for e-learning innovation. *International Journal of Knowledge and Learning (IJKL)* 6, 2/3, 130-141. DOI= <http://dx.doi.org/10.1504/IJKL.2010.034749>.
- [7] Arroway, P., Davenport, E., Guangning, X., and Updegrove, D., 2010. *Educause Core Data Service Fiscal Year 2009 summary report*. EDUCAUSE.
- [8] Aubusson, P., 2002. An ecology of science education. *International Journal of Science Education* 24, 1, 27-46. DOI= <http://dx.doi.org/10.1080/09500690110066511>.
- [9] Avgeriou, P., Papasalouros, A., Retalis, S., and Skordalakis, M., 2003. Towards a Pattern Language for Learning Management Systems. *Educational Technology & Society* 6, 2, 11-24.
- [10] Berlanga, A.J., García-Peñalvo, F.J., and Sloep, P.B., 2010. Towards eLearning 2.0 University. *Interactive Learning Environments* 18, 3, 199-201. DOI= <http://dx.doi.org/10.1080/10494820.2010.500498>.
- [11] Berthelemy, M., 2013. Title. In *Learning Conversations*, <http://www.learningconversations.co.uk/main/index.php/2010/01/10/the-characteristics-of-a-learning-ecosystem?blog=5>.
- [12] Birrer, A.J.F., 2006. Science-trained professionals for the innovation ecosystem: Looking back and looking ahead. *Industry and Higher Education* 20, 4, 273-277. DOI= <http://dx.doi.org/10.5367/000000006778175865>.
- [13] Bo, D., Qinghua, Z., Jie, Y., Haifei, L., and Mu, Q., 2009. An E-learning Ecosystem Based on Cloud Computing Infrastructure. In *Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2009. ICALT 2009. Riga, Latvia, 15-17 July 2009* IEEE, USA, 125-127. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/icalt.2009.21>.
- [14] Bollier, D., 2000. *Ecologies of Innovation: The Role of Information and Communication Technologies*. The Aspen Institute, Washington, DC.
- [15] Bosch, J., 2010. Architecture challenges for software ecosystems. In *ECSA'10 Proceedings of the Fourth European Conference on Software Architecture: Companion Volume* ACM, New York, NY, USA, 93-95. DOI= <http://dx.doi.org/10.1145/1842752.1842776>.
- [16] Browne, T., Hewitt, R., Jenkins, M., Voce, J., Walker, R., and Yip, H., 2010. *Survey of Technology Enhanced Learning for higher education in the UK*. UCISA - Universities and Colleges Information System Association.
- [17] Bueno Campos, E. and Casani, F., 2007. La tercera misión de la Universidad. Enfoques e indicadores básicos para su evaluación. *Economía Industrial* 366, 43-59.
- [18] Campbell, J.P., Deblois, P.B., and Oblinger, D.G., 2007. Academic Analytics. A new tool for a new era. *EDUCAUSE Review* 42, 4, 40-42,44,46,48,50,52,54,56-57.
- [19] Casany, M.J., Alier, M., Conde, M.Á., and García-Peñalvo, F.J., 2009. SOA initiatives for eLearning. A Moodle case. In *23rd International Conference on Advanced Information Networking and Applications, AINA 2009, Workshops Proceedings. The International Symposium on Mining and Web (MAW 2009)* IEEE Computer Society, Los Alamitos, California, USA, 750-755. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/waina.2009.196>.
- [20] Casany, M.J., Alier, M., Mayol, E., Piguillem, J., Galanis, N., García-Peñalvo, F.J., and Conde, M.Á., 2012. Moodbile: A Framework to Integrate m-Learning Applications with the LMS. *Journal of Research and Practice in Information Technology (JRPIT)* 44, 2, 129-149.
- [21] Chang, E. and West, M., 2006. Digital Ecosystems A Next Generation of the Collaborative Environment. In *Eight International Conference on Information Integration and Web-based Application & Services*, Yogyakarta Indonesia, 3-23.
- [22] Chang, E. and West, M., 2006. Digital Ecosystems A Next Generation of the Collaborative Environment. In *Proceedings of iiWAS'2006 - The Eighth International Conference on Information*

- Integration and Web-based Applications Services, 4-6 December 2006, Yogyakarta, Indonesia*, G. Kotsis, D. Taniar, E. Pardede and I.K. Ibrahim Eds. Austrian Computer Society, 3-24.
- [23] Chen, W. and Chang, E., 2007. Exploring a Digital Ecosystem Conceptual Model and Its Simulation Prototype. In *Industrial Electronics, 2007. ISIE 2007. IEEE International Symposium on*, 2933-2938. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/ISIE.2007.4375080>.
- [24] Conde González, M.Á., García-Peñalvo, F.J., Casany Guerrero, M.J., and Alier Forment, M., 2009. Back and Forth: From the LMS to the Mobile Device. A SOA Approach. In *Proceedings of the IADIS International Conference Mobile Learning 2009 (Barcelona, Spain, February 26-28, 2009)*, I. Arnedillo Sánchez and P. Isaías Eds. IADIS Press, Portugal, 114-120.
- [25] Conde, M.Á., García-Peñalvo, F.J., Casany, M.J., and Alier, M., 2009. Adapting LMS architecture to the SOA: an Architectural Approach. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Internet and Web Applications and Services – ICIW 2009 (Venice/Mestre, Italy, 24-28 May 2009)*, H. Sasaki, G.O. Bellot, M. Ehmann and O. Dini Eds. IEEE Computer Society, Los Alamitos, California, USA, 322-327. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/iciw.2009.54>.
- [26] Conde, M.Á., García-Peñalvo, F.J., Rodríguez-Conde, M.J., Alier, M., Casany, M.J., and Piguillem, J., 2014. An evolving Learning Management System for new educational environments using 2.0 tools. *Interactive Learning Environments* 22, 2, 188-204. DOI= <http://dx.doi.org/10.1080/10494820.2012.745433>.
- [27] Crouzier, T., 2015. *Science Ecosystem 2.0: how will change occur?* Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- [28] De-Los-Ríos-Carmenado, I., Figueroa-Rodríguez, B., and Gómez-Gajardo, F., 2012. Methodological Proposal for Teamwork Evaluation in the Field of Project Management Training. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 46(2012/01/01), 1664-1672. DOI= <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.358>.
- [29] Dhungana, D., Groher, I., Schludermann, E., and Biffi, S., 2010. Software ecosystems vs. natural ecosystems: learning from the ingenious mind of nature. In *Proceedings of the Fourth European Conference on Software Architecture: Companion Volume ACM*, 96-102.
- [30] Dini, P., Darking, M., Rathbone, N., Vidal, M., Hernández, P., Ferronato, P., Briscoe, G., and Hendryx, S., 2005. *The digital ecosystems research vision: 2010 and beyond*. European Commission.
- [31] Domingo, M.G. and Forner, J.a.M., 2010. Expanding the Learning Environment: Combining Physicality and Virtuality-The Internet of Things for eLearning. In *Proceedings of 2010 IEEE 10th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Sousse, Tunisia, 5-7 July 2010* IEEE, USA, 730-731. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/ICALT.2010.211>.
- [32] European Commission, 2006. Digital Ecosystems: The New Global Commons for SMEs and local growth.
- [33] Ferguson, R., 2012. Learning analytics: Drivers, developments and challenges. *International Journal of Technology Enhanced Learning* 4, 5/6, 304–317. DOI= <http://dx.doi.org/10.1504/IJTEL.2012.051816>.
- [34] Fernández Martínez, A., 2012. Modelo de Gobierno de las TI para Universidades (GTI4U). In *Gobierno de las TI para universidades*, A. Fernández Martínez and F. Llorens-Largo Eds. Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE), Madrid, Spain, 145-159.
- [35] Fernández-Pampillón Cesteros, A.M., Domínguez Romero, E., and Armas Ranero, I., 2013. Análisis de la evolución de los Repositorios Institucionales de material educativo digital de las universidades españolas. *RELATEC. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa* 12, 2, 11-25.
- [36] Fidalgo-Blanco, Á., 2012. *Desarrollo de un sistema de gestión de conocimiento para facilitar la aplicación, en contextos formativos, de las mejores prácticas de innovación docente*.
- [37] Fidalgo-Blanco, Á., Balbín, A., Lerís, D., and Sein-Echaluce, M.L., 2011. Repository of good practices applied to higher education in engineering. In *Proceedings of Promotion and Innovation with New Technologies in Engineering Education (FINTDI), 5-6 May 2011, Teruel, Spain* IEEE, EEUU, 1-7. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/FINTDI.2011.5945969>.
- [38] Fidalgo-Blanco, Á., Lerís, D., Sein-Echaluce, M.L., and García-Peñalvo, F.J., 2013. Indicadores para el seguimiento y evaluación de la competencia de trabajo en equipo a través del método CTMTC. In *Actas del II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2013*, Á. Fidalgo Blanco and M.L. Sein-Echaluce Lacleta Eds. Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, 280-285.

- [39] Fidalgo-Blanco, Á. and Ponce, J., 2011. Método CSORA: La búsqueda de conocimiento. *Arbor: Ciencia, pensamiento y cultura* 187, No Extra\_3, 51-66. DOI= <http://dx.doi.org/doi:10.3989/arbtor.2011.Extra-3n3128>.
- [40] Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce Lacleta, M.L., García-Peñalvo, F.J., and Pinilla-Martínez, J., 2015. BRACO: Buscador de Recursos Académicos Colaborativos. In *La Sociedad del Aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015 (14-16 de Octubre de 2015, Madrid, España)*, Á. Fidalgo Blanco, M.L. Sein-Echaluce Lacleta and F.J. García-Peñalvo Eds. Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Spain, 469-474.
- [41] Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce Lacleta, M.L., Leris, D., and García-Peñalvo, F.J., 2013. Sistema de Gestión de Conocimiento para la aplicación de experiencias de innovación educativa en la formación. In *Actas del II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2013* Á. Fidalgo Blanco and M.L. Sein-Echaluce Lacleta Eds. Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Spain, 750-755.
- [42] Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M.L., and García-Peñalvo, F.J., 2014. Knowledge Spirals in Higher Education Teaching Innovation. *International Journal of Knowledge Management* 10, 4, 16-37. DOI= <http://dx.doi.org/10.4018/ijkm.2014100102>.
- [43] Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M.L., and García-Peñalvo, F.J., 2015. Epistemological and ontological spirals: From individual experience in educational innovation to the organisational knowledge in the university sector. *Program: Electronic library and information systems* 49, 3, 266-288. DOI= <http://dx.doi.org/10.1108/PROG-06-2014-0033>.
- [44] Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M.L., García-Peñalvo, F.J., and Conde, M.Á., 2015. Using Learning Analytics to improve teamwork assessment. *Computers in Human Behavior* 47, 149-156. DOI= <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2014.11.050>.
- [45] Friedkin, N.E. and Johnsen, E.C., 2011. *Social Influence Network Theory: A Sociological Examination of Small Group Dynamics*. Cambridge University Press.
- [46] Frow, P., Mccoll-Kennedy, J.R., Hilton, T., Davidson, A., Payne, A., and Brozovic, D., 2014. Value propositions: A service ecosystems perspective. *Marketing Theory* 14, 3, 327-351. DOI= <http://dx.doi.org/10.1177/1470593114534346>.
- [47] García-Holgado, A. and García-Peñalvo, F.J., 2013. The evolution of the technological ecosystems: An architectural proposal to enhancing learning processes. In *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13) (Salamanca, Spain, November 14-15, 2013)*, F.J. García-Peñalvo Ed. ACM, New York, NY, USA, 565-571. DOI= <http://dx.doi.org/10.1145/2536536.2536623>.
- [48] García-Holgado, A. and García-Peñalvo, F.J., 2014. Architectural pattern for the definition of eLearning ecosystems based on Open Source developments. In *Proceedings of 2014 International Symposium on Computers in Education (SIIE), Logrono, La Rioja, Spain, 12-14 Nov. 2014*, J.L. Sierra-Rodríguez, J.M. Doderó-Beardo and D. Burgos Eds. Institute of Electrical and Electronics Engineers, USA, 93-98. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/SIIE.2014.7017711>.
- [49] García-Holgado, A. and García-Peñalvo, F.J., 2016. Architectural pattern to improve the definition and implementation of eLearning ecosystems. *Science of Computer Programming* 129, 20-34. DOI= <http://dx.doi.org/10.1016/j.scico.2016.03.010>.
- [50] García-Holgado, A., García-Peñalvo, F.J., Hernández-García, Á., and Llorens-Largo, F., 2015. Analysis and Improvement of Knowledge Management Processes in Organizations Using the Business Process Model Notation. In *New Information and Communication Technologies for Knowledge Management in Organizations. 5th Global Innovation and Knowledge Academy Conference, GIKA 2015, Valencia, Spain, July 14-16, 2015, Proceedings*, D. Palacios-Marqués, D. Ribeiro Soriano and K.H. Huarng Eds. Springer International Publishing, Switzerland, 93-101. DOI= [http://dx.doi.org/10.1007/9783-319-22204-2\\_9](http://dx.doi.org/10.1007/9783-319-22204-2_9).
- [51] García-Peñalvo, F.J., 2008. *Advances in E-Learning: Experiences and Methodologies* Information Science Reference (formerly Idea Group Reference), Hershey, PA, USA.
- [52] García-Peñalvo, F.J., 2008. Docencia. In *Libro Blanco de la Universidad Digital 2010*, J. Laviña Orueta and L. Mengual Pavón Eds. Ariel, Barcelona, España, 29-61.
- [53] García-Peñalvo, F.J., 2008. Un nuevo paradigma de universidad: La universidad digital. In *Proceedings of the III Congreso Internacional, Software libre y Web 2.0 Educación y Formación* (Universidad del País Vasco, Campus de Leioa (Vizcaya),2008).
- [54] García-Peñalvo, F.J., 2010. Gestión del Conocimiento en la Era Digital. Universidad de Salamanca, <http://repositorio.grial.eu/handle/123456789/46>.

- [55] García-Peñalvo, F.J., 2011. La Universidad de la próxima década: La Universidad Digital. In *Universidad y Desarrollo Social de la Web*, C. Suárez-Guerrero and F.J. García-Peñalvo Eds. Editandum, Washington DC, USA, 181-197.
- [56] García-Peñalvo, F.J., 2015. Entrepreneurial and problem solving skills in software engineers. *Journal of Information Technology Research* 8, 3, iv-vi.
- [57] García-Peñalvo, F.J., 2015. Inteligencia Institucional para la Mejora de los Procesos de Enseñanza-Aprendizaje. GRIAL Research Group, <http://repositorio.grial.eu/handle/grial/406>.
- [58] García-Peñalvo, F.J., 2015. Mapa de tendencias en Innovación Educativa. *Education in the Knowledge Society (EKS)* 16, 4, 6-23. DOI= <http://dx.doi.org/10.14201/eks2015164623>.
- [59] García-Peñalvo, F.J., 2016. La tercera misión. *Education in the Knowledge Society* 17, 1, 7-18. DOI= <http://dx.doi.org/10.14201/eks2016171718>.
- [60] García-Peñalvo, F.J., 2016. Oportunidades y barreras para el desarrollo de la tercera misión en la sociedad digital. Grupo GRIAL, <http://repositorio.grial.eu/handle/grial/680>.
- [61] García-Peñalvo, F.J., 2016. Technological Ecosystems. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje* 11, 1, 31-32. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/RITA.2016.2518458>.
- [62] García-Peñalvo, F.J., 2016. Un mapa sobre las tendencias en Innovación Educativa. GRIAL Research group, <http://repositorio.grial.eu/handle/grial/532>.
- [63] García-Peñalvo, F.J., 2016. What Computational Thinking Is. *Journal of Information Technology Research* 9, 3, v-viii.
- [64] García-Peñalvo, F.J., Conde, M.A., Alier, M., and Casany, M.J., 2011. Opening Learning Management Systems to Personal Learning Environments. *Journal of Universal Computer Science* 17, 9, 1222-1240. DOI= <http://dx.doi.org/10.3217/jucs-017-09-1222>.
- [65] García-Peñalvo, F.J., Cruz-Benito, J., Griffiths, D., and Achilleos, A.P., 2016. Virtual placements management process supported by technology: Proposal and firsts results of the Semester of Code. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje (IEEE RITA)* 11, 1, 47-54. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/RITA.2016.2518461>.
- [66] García-Peñalvo, F.J., Fidalgo Blanco, Á., and Sein-Echaluce Lacleta, M.L., 2015. Tendencias en Innovación Educativa. In *Proceedings of the III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2015)* (Madrid, España2015).
- [67] García-Peñalvo, F.J., Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce Lacleta, M., and Conde-González, M.Á., 2016. Cooperative Micro Flip Teaching. In *Learning and Collaboration Technologies. Third International Conference, LCT 2016, Held as Part of HCI International 2016, Toronto, ON, Canada, July 17-22, 2016, Proceedings*, P. Zaphiris and I. Ioannou Eds. Springer International Publishing, Switzerland, 14-24. DOI= [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-39483-1\\_2](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-39483-1_2).
- [68] García-Peñalvo, F.J., García De Figuerola, C., and Merlo-Vega, J.A., 2010. Open knowledge: Challenges and facts. *Online Information Review* 34, 4, 520-539. DOI= <http://dx.doi.org/10.1108/14684521011072963>.
- [69] García-Peñalvo, F.J. and García-Holgado, A., 2017. Open Source Solutions for Knowledge Management and Technological Ecosystems. In *Advances in Knowledge Acquisition, Transfer, and Management (AKATM)* IGI Global, Hershey PA, USA. DOI= <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-5225-0905-9>.
- [70] García-Peñalvo, F.J. and Griffiths, D., 2014. Transferring knowledge and experiences from informal to formal learning contexts. In *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'14)*, F.J. García-Peñalvo Ed. ACM, New York, USA, 569-572. DOI= <http://dx.doi.org/10.1145/2669711.2669957>.
- [71] García-Peñalvo, F.J., Griffiths, D., Cruz-Benito, J., Veenendaal, E., Achilleos, A.P., Wilson, S., and Kapitsaki, G., 2016. Understanding the barriers to virtual student placements in the Semester of Code. *Education in the Knowledge Society* 17, 1, 147-173. DOI= <http://dx.doi.org/10.14201/eks2016171147173>.
- [72] García-Peñalvo, F.J., Hernández-García, Á., Conde, M.Á., Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M.L., Alier-Forment, M., Llorens-Largo, F., and Iglesias-Pradas, S., 2017. Enhancing Education for the Knowledge Society Era with Learning Ecosystems. In *Open Source Solutions for Knowledge Management and Technological Ecosystems*, F.J. García-Peñalvo and A. García-Holgado Eds. IGI Global, Hershey PA, USA, 1-24. DOI= <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-5225-0905-9.ch001>.
- [73] García-Peñalvo, F.J., Hernández-García, Á., Conde-González, M.Á., Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce Lacleta, M.L., Alier-Forment, M., Llorens-Largo, F., and Iglesias-Pradas, S., 2015. Learning services-based technological ecosystems. In *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15)* (Porto,

- Portugal, October 7-9, 2015), G.R. Alves and M.C. Felgueiras Eds. ACM, New York, USA, 467-472.
- [74] García-Peñalvo, F.J., Hernández-García, Á., Conde-González, M.Á., Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce Lacleta, M.L., Alier-Forment, M., Llorens-Largo, F., and Iglesias-Pradas, S., 2015. Mirando hacia el futuro: Ecosistemas tecnológicos de aprendizaje basados en servicios. In *La Sociedad del Aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015 (14-16 de Octubre de 2015, Madrid, España)*, Á. Fidalgo Blanco, M.L. Sein-Echaluce Lacleta and F.J. García-Peñalvo Eds. Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Spain, 553-558.
- [75] García-Peñalvo, F.J. and Llorens-Largo, F., 2015. Design of an innovative approach based on Service Learning for Information Technology Governance Teaching. In *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)*, G.R. Alves and M.C. Felgueiras Eds. ACM, New York, USA, 159-164.
- [76] García-Peñalvo, F.J., Merlo-Vega, J.A., Ferreras-Fernández, T., Casaus-Peña, A., Albás-Aso, L., and Atienza-Díaz, M.L., 2010. Qualified Dublin Core Metadata Best Practices for GREDOS. *Journal of Library Metadata* 10, 1, 13-36. DOI= <http://dx.doi.org/10.1080/19386380903546976>.
- [77] García-Peñalvo, F.J. and Rivera, S., M., 2009. Digital University 2010. In *EUNIS 2009. IT: Key of the European Space of Knowledge. (Santiago de Compostela, Spain, June 23rd - 26th, 2009)*, J.R. Canay, J. Franco and P.J. Rey Eds. Universidade de Santiago de Compostela Publicacións, Santiago de Compostela, Spain, 32.
- [78] García-Peñalvo, F.J., Sein-Echaluce Lacleta, M.L., and Fidalgo-Blanco, Á., 2015. Educational Innovation Management. A Case Study at the University of Salamanca. In *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)*, G.R. Alves and M.C. Felgueiras Eds. ACM, New York, USA, 151-158. DOI= <http://dx.doi.org/10.1145/2808580.2808604>.
- [79] García-Peñalvo, F.J. and Seoane-Pardo, A.M., 2015. Una revisión actualizada del concepto de eLearning. Décimo Aniversario. *Education in the Knowledge Society* 16, 1, 119-144. DOI= <http://dx.doi.org/10.14201/eks2015161119144>.
- [80] Gartner, Inc., 2016. Gartner Hype Cycle. <http://www.gartner.com/technology/research/methodologies/hype-cycle.jsp>.
- [81] Gomes Pires, J.A., García-Peñalvo, F.J., Marinho Sampaio, J.H., and Martínez Vázquez, R.M., 2013. Framework Entrepreneurship Process. In *Academic Entrepreneurship and Technological Innovation: A Business Management Perspective*, A. Szopa, W. Karwowski and P. Ordóñez De Pablos Eds. Information Science Reference, Hershey, PA, USA, 228-254. DOI= <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-4666-2116-9.ch012>.
- [82] Gómez-Aguilar, D.A., García-Peñalvo, F.J., and Therón, R., 2014. Analítica Visual en eLearning. *El Profesional de la Información* 23, 3, 236-245. DOI= <http://dx.doi.org/10.3145/epi.2014.may.03>.
- [83] Griffiths, D., 2013. The educational consequences of Bateson's economy of flexibility. *Kybernetes* 42, 9/10, 1387-1395. DOI= <http://dx.doi.org/10.1108/K-10-2012-0075>.
- [84] Griffiths, D. and García-Peñalvo, F.J., 2016. Informal learning recognition and management. *Computers in Human Behavior* 55A, 501-503. DOI= <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2015.10.019>.
- [85] Gros, B. and García-Peñalvo, F.J., 2017. Future trends in the design strategies and technological affordances of e-learning. In *Learning, Design, and Technology. An International Compendium of Theory, Research, Practice, and Policy*, M. Spector, B.B. Lockee and M.D. Childress Eds. Springer International Publishing, Switzerland.
- [86] Gustavsson, R. and Fredriksson, M., 2003. Sustainable Information Ecosystems. In *Software Engineering for Large-Scale Multi-Agent Systems*, A. Garcia, C. Lucena, F. Zambonelli, A. Omicini and J. Castro Eds. Springer, Berlin, Heidelberg, 123-138. DOI= [http://dx.doi.org/10.1007/3-540-35828-5\\_8](http://dx.doi.org/10.1007/3-540-35828-5_8).
- [87] Iansiti, M. and Levien, R., 2004. Strategy as ecology. *Harvard Business Review* 82, 3, 68-78.
- [88] Jansen, S., Finkelstein, A., and Brinkkemper, S., 2009. A Sense of Community: A Research Agenda for Software Ecosystems. In *31st International Conference on Software Engineering - Companion Volume, 2009. ICSE-Companion 2009. Vancouver, BC, 16-24 May 2009* IEEE, USA, 187-190. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/ICSE-COMPANION.2009.5070978>.
- [89] Laanpere, M., 2012. Digital Learning ecosystems: rethinking virtual learning environments in the age of social media. In *Proceedings of the IFIP-OST'12: Open and Social Technologies for Networked Learning (Taillinn2012)*.

- [90] Llorens, F., 2009. La tecnología como motor de la innovación educativa. Estrategia y política institucional de la Universidad de Alicante. *Arbor 185*, Extra, 21-32.
- [91] Llorens, F., 2011. La biblioteca universitaria como difusor de la innovación educativa. Estrategia y política institucional de la Universidad de Alicante. *Arbor 187*, Extra\_3, 89-100.
- [92] Llorens, F., 2014. Campus virtuales: De gestores de contenidos a gestores de metodologías. *RED, Revista de Educación a distancia 42*, 1-12.
- [93] Llorens, F., Molina, R., Compañ, P., and Satorre, R., 2014. Technological Ecosystem for Open Education. In *Smart Digital Futures 2014*, R. Neves-Silva, G.A. Tsihrintzis, V. Uskov, R.J. Howlett and L.C. Jain Eds. IOS Press, 706-715.
- [94] Llorens-Largo, F., 2013. Dirección estratégica de (las tecnologías de la información) la asignatura. In *Actas del Simposio-Taller sobre estrategias y herramientas para el aprendizaje y la evaluación. XIX Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, (JENUI 2013)*, M. Marqués Andrés, J.M. Badía Contelles and S. Barrachina Mir Eds. Publicacions de la Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions, Castellón de la Plana, 87-92. DOI= <http://dx.doi.org/10.6035/e-TIIT.2013.14>.
- [95] Llorens-Largo, F., Gallego-Durán, F.J., Villagrà-Arnedo, C.J., Compañ-Rosique, P., Satorre-Cuerda, R., and Molina-Carmona, R., 2016. Gamificación del Proceso de Aprendizaje: Lecciones Aprendidas. *VAEP-RITA 4*, 1, 25-32.
- [96] Llorens-Largo, F., Molina-Carmona, R., Satorre-Cuerda, R., and Compañ-Rosique, P., 2015. Dirección estratégica de la asignatura Dirección Estratégica de las Tecnologías de la Información. In *Actas de las XXI Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI 2015)*, X. Canalet, A. Climent and L. Vicent Eds. Universitat Oberta La Salle, Andorra La Vella, 193-200.
- [97] Long, P.D. and Siemens, G., 2011. Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education. *EDUCAUSE Review 46*, 5, 30-32.
- [98] López, C., García-Peñalvo, F., and Pernías, P., 2005. Desarrollo de Repositorios de Objetos de Aprendizaje a través de la Reutilización de los Metadatos de una Colección Digital: De Dublin Core a IMS. *RED. Revista de Educación a Distancia IV*, Número monográfico II.
- [99] Manikas, K. and Hansen, K.M., 2013. Software ecosystems – A systematic literature review. *Journal of Systems and Software 86*, 5, 1294-1306. DOI= <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2012.12.026>.
- [100] Messerschmitt, D.G. and Szyperki, C., 2005. Software ecosystem: understanding an indispensable technology and industry. *MIT Press Books 1*.
- [101] Metcalfe, S. and Ramlogan, R., 2008. Innovation systems and the competitive process in developing economies. *The Quarterly Review of Economics and Finance 48*, 2, 433-446. DOI= <http://dx.doi.org/10.1016/j.qref.2006.12.021>.
- [102] Michavila, F., Martínez, J.M., Martín-González, M., García-Peñalvo, F.J., and Cruz-Benito, J., 2016. *Barómetro de Empleabilidad y Empleo de los Universitarios en España, 2015 (Primer informe de resultados)*. Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios, Madrid.
- [103] Minović, M., García-Peñalvo, F.J., and Kearney, N.A., 2016. Gamification in Engineering Education. *International Journal of Engineering Education (IJEE) 32*, 1B, 308-309.
- [104] Moore, G.A., 2014. *Crossing the Chasm, 3rd Edition*. HarperCollins.
- [105] Moore, J.F., 1993. Predators and prey: a new ecology of competition. *Harvard Business Review 71*, 3, 75-86.
- [106] Morales, E.M., Gil, A.B., and García-Peñalvo, F.J., 2007. Arquitectura para la Recuperación de Objetos de Aprendizaje de Calidad en Repositorios Distribuidos. In *Actas del 5º Taller en Sistemas Hipermedia Colaborativos y Adaptativos, SHCA 2007*, F. Gutiérrez Vela and P. Paderewski Rodríguez Eds., Zaragoza, España, 31-38.
- [107] Morales, E.M., Gómez-Aguilar, D., and García-Peñalvo, F.J., 2008. HEODAR: Herramienta para la Evaluación de Objetos Didácticos de Aprendizaje Reutilizables. In *Actas del X Simposio Internacional de Informática Educativa - SIIIE'08 J.A. Velázquez-Iturbide, F.J. García-Peñalvo and A.B. Gil Eds. Ediciones Universidad de Salamanca, Salamanca, España*.
- [108] Nachira, F., 2002. *Towards a network of digital business ecosystems fostering the local development*. European Commission.
- [109] No-Gutiérrez, P., Rodríguez Conde, M.J., Zangrando, V., Seoane-Pardo, A.M., and Luatti, L., 2014. Peer tutoring at school with migrant students: intercultural mentoring programme. In *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'14). Salamanca, Spain, October 1-3, 2014*, F.J. García-Peñalvo Ed. ACM, New York, NY, USA, 483-487. DOI= <http://dx.doi.org/10.1145/2669711.2669943>.

- [110] Observatorio De Innovación Tecnológica Del Tecnológico De Monterrey, 2015. *Aprendizaje basado en retos*. Tecnológico de Monterrey.
- [111] Oficina De Cooperación Universitaria, 2013. *Libro Blanco Inteligencia Institucional en Universidades*. OCU (Oficina de Cooperación Universitaria), Madrid, Spain.
- [112] Papaioannou, T., Wield, D., and Chataway, J., 2009. Knowledge ecologies and ecosystems? An empirically grounded reflection on recent developments in innovation systems theory. *Environment and Planning C: Government and Policy* 27, 2, 319-339. DOI= <http://dx.doi.org/10.1068/c0832>.
- [113] Pardo, A. and Delgado Kloos, C., 2011. Stepping out of the box: Towards analytics outside the learning management system. In *LAK '11 Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge* ACM, New York, NY, USA, 163-167. DOI= <http://dx.doi.org/10.1145/2090116.2090142>.
- [114] Pata, K., 2011. Meta-design framework for open learning ecosystems. In *Proceedings of the Mash-UP Personal Learning Environments (MUP/PLE 2011)* (Open University of London, 09/06/2011 2011).
- [115] Pickett, S.T.A. and Cadenasso, M.L., 2002. The Ecosystem as a Multidimensional Concept: Meaning, Model, and Metaphor. *Ecosystems* 5, 1, 1-10. DOI= <http://dx.doi.org/10.1007/s10021-001-0051-y>.
- [116] Ramírez Montoya, M.S. and García-Peñalvo, F.J., 2015. Movimiento Educativo Abierto. *Virtualis* 6, 12, 1-13.
- [117] Ramírez-Montoya, M.S. and Ramírez-Hernández, D.C., 2016. Inverted Learning Environments with Technology, Innovation and Flexibility: Student experiences and meanings. *Journal of Information Technology Research* 9, 1, 18-33. DOI= <http://dx.doi.org/10.4018/JITR.2016010102>.
- [118] Rogers, E.M., 2003. *Diffusion of Innovations, 5th Edition*. Free Press.
- [119] Romero, C. and Ventura, S., 2007. Educational data mining: A survey from 1995 to 2005. *Expert Systems with Applications* 33, 1 (7//), 135-146. DOI= <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2006.04.005>.
- [120] Romero, C. and Ventura, S., 2010. Educational Data Mining: A Review of the State of the Art. *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on* 40, 6, 601-618. DOI= <http://dx.doi.org/10.1109/TSMCC.2010.2053532>.
- [121] Sánchez I Peris, F.J., 2015. Gamificación. *Education in the Knowledge Society* 16, 2, 13-15.
- [122] Sánchez Prieto, J.C., Olmos Migueláñez, S., and García-Peñalvo, F.J., 2014. Understanding mobile learning: devices, pedagogical implications and research lines. *Education in the Knowledge Society* 15, 1, 20-42.
- [123] Schaffert, R. and Hilzensauer, W., 2008. On the way towards Personal Learning Environments: Seven crucial aspects. *eLearning Papers* 2, 9, 1-11.
- [124] Sein-Echaluce Laclleta, M.L., Fidalgo Blanco, Á., and García-Peñalvo, F.J., 2014. Buenas prácticas de Innovación Educativa: Artículos seleccionados del II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2013. *RED. Revista de Educación a Distancia* 44.
- [125] Sein-Echaluce Laclleta, M.L., Fidalgo-Blanco, Á., García-Peñalvo, F.J., and Conde-González, M.Á., 2015. A knowledge management system to classify social educational resources within a subject using teamwork techniques. In *Learning and Collaboration Technologies. Second International Conference, LCT 2015, Held as Part of HCI International 2015, Los Angeles, CA, USA, August 2-7, 2015, Proceedings*, P. Zaphiris and I. Ioannou Eds. Springer International Publishing, Switzerland, 510-519. DOI= [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-20609-7\\_48](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-20609-7_48).
- [126] Sein-Echaluce, M.L., Lerís, D., Fidalgo-Blanco, Á., and García-Peñalvo, F.J., 2013. Knowledge management system for applying educational innovative experiences. In *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13)* F.J. García-Peñalvo Ed. ACM, New York, USA, 405-410. DOI= <http://dx.doi.org/10.1145/2536536.2536598>.
- [127] Seoane-Pardo, A.M., 2016. Computational thinking beyond STEM: an introduction to “moral machines” and programming decision making in Ethics classroom. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016)*, F.J. García-Peñalvo Ed. ACM, New York, NY, USA.
- [128] Siemens, G., 2012. Learning analytics: envisioning a research discipline and a domain of practice. In *LAK '12 Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge* ACM, New York, NY, USA, 4-8. DOI= <http://dx.doi.org/10.1145/2330601.2330605>.
- [129] Sigmon, R.L., 1979. Service-learning: Three principles. *Synergist* 8, 9-11.
- [130] Smith, K.R., 2006. Building an innovation ecosystem: Process, culture and competencies. *Industry and Higher Education* 20, 4, 219-224. DOI= <http://dx.doi.org/10.5367/000000006778175801>.

- [131] Swan, M., 2015. *Blockchain: Blueprint for a New Economy*. O'Reilly, Sebastopol, CA, USA.
- [132] Taleb, N.N. and Mosquera, A.S., 2008. *El cisne negro: El impacto de lo altamente improbable*. Ediciones Paidós Ibérica, Barcelona.
- [133] Tatnall, A. and Davey, B., 2004. Improving the Chances of Getting your IT Curriculum Innovation Successfully Adopted by the Application of an Ecological Approach to Innovation. *Informing Science: International Journal of an Emerging Transdiscipline* 7, 87-103.
- [134] U.S. Department of Education - Office of Educational Technology, 2012. *Enhancing teaching and learning through educational data mining and learning analytics: An issue brief*. U.S. Department of Education Office of Educational Technology.
- [135] Vargo, S.L. and Lusch, R.F., 2011. It's all B2B...and beyond: Toward a systems perspective of the market. *Industrial Marketing Management* 40, 2, 181-187. DOI=<http://dx.doi.org/10.1016/j.indmarman.2010.06.026>.
- [136] Watanabe, C. and Fukuda, K., 2006. National innovation ecosystems: The similarity and disparity of Japan-US technology policy systems toward a service oriented economy. *Journal of Services Research* 6, 1, 159-186.
- [137] Wexler, S., Dublin, L., Grey, N., Jagannathan, S., Karrer, T., Martinez, M., Mosher, B., Oakes, K., and Van Barneveld, A., 2007. Learning management systems. The good, the bad, the ugly,... and the truth. In *Guild Research 360 Degree Report* The eLearning Guild, Santa Rosa, California, USA.
- [138] Wilson, S., Liber, O., Johnson, M., Beauvoir, P., Sharples, P., and Milligan, C., 2007. Personal Learning Environments: Challenging the dominant design of educational systems *Journal of e-Learning and Knowledge Society* 3, 3, 27-38.
- [139] Wing, J.M., 2006. Computational Thinking. *Communications of the ACM* 49, 3, 33-35. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/1118178.1118215>.
- [140] World Economic Forum, 2015. *New Vision for Education. Unlocking the Potential of Technology* World Economic Forum.
- [141] Yu, E. and Deng, S., 2011. Understanding Software Ecosystems: A Strategic Modeling Approach. In *IWSECO-2011 Software Ecosystems 2011. Proceedings of the Third International Workshop on Software Ecosystems. Brussels, Belgium, June 7th, 2011.*, S. Jansen, J. Bosch, P. Campbell and F. Ahmed Eds. CEUR Workshop Proceedings, Aachen, Germany, 65-76.
- [142] Yukselturk, E., Ozekes, S., and Türel, Y., 2014. Predicting Dropout Student: An Application of Data Mining Methods in an Online Education Program. *European Journal of Open, Distance and E-Learning* 17, 1.
- [143] Zacharakis, A.L., Shepherd, D.A., and Coombs, J.E., 2003. The development of venture-capital-backed Internet companies. An ecosystem perspective. *Journal of Business Venturing* 18, 2, 217-231. DOI=[http://dx.doi.org/10.1016/S0883-9026\(02\)00084-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0883-9026(02)00084-8).