



La evolución de los sistemas software educativos: Los ecosistemas tecnológicos de aprendizaje

Dr. D. 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

fgarcia@usal.es

<http://grial.usal.es>

<http://twitter.com/frangp>



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Programa de Doctorado en Ingeniería Informática
Universidad Complutense de Madrid
28 de abril de 2017



Índice

1. Presentación del Grupo GRIAL
2. Introducción
3. Ecosistemas y ecologías
4. **DEFINES** (*A Digital Ecosystem Framework for an Interoperable NEtwork-based Society*)
5. Conclusiones
6. Referencias



1. Presentación del Grupo GRIAL



Grupo GRIAL

- GRupo de investigación en Interacción y eLearning (GRIAL)
- Grupo de Investigación Reconocido (GIR) de la Universidad de Salamanca desde 2006
- Grupo de Excelencia de la Junta de Castilla y León (GR47) desde 2007 a 2016
- Unidad de Investigación Consolidada de la Junta de Castilla y León (UIC081) desde julio de 2016



(García-Peñalvo et al., 2012; García-Peñalvo, 2016e)

Composición del grupo

- Grupo interdisciplinar
- Miembros provenientes de diferentes campos disciplinares
 - Ingeniería en Informática
 - Educación
 - Humanidades



<https://www.flickr.com/photos/umdnnews/7562831366/>

Líneas de investigación

- **Analítica visual**
- **Calidad y evaluación en educación**
- **Ciencias de la información**
- **Ecosistemas Tecnológicos**
- **Gestión estratégica de conocimiento y tecnología**
- **Humanidades Digitales**
- **Ingeniería web y arquitecturas software**
- **Metodologías eLearning**
- **Sistemas de aprendizaje interactivos**
- **Tecnologías para el aprendizaje**
- **TIC e innovación educativa**

Algunos proyectos



<http://www.taccle3.eu/>

(García-Peñalvo, 2016a; 2016f; García-Peñalvo et al., 2016b)



Virtual Alliances for Learning Society

<http://virtualalliances.eu/>

(García-Peñalvo et al., 2014a; 2014b; 2015a; 2015b; 2016a)



netWorked Youth
Research for
Empowerment in the
Digital society

<https://wyredproject.eu/>

(García-Peñalvo, 2016h; García-Peñalvo & Kearney, 2016)



<https://trailerproject.eu/>

(García-Peñalvo et al., 2013a; 2014c; García-Peñalvo & Conde, 2014)

Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad de Conocimiento



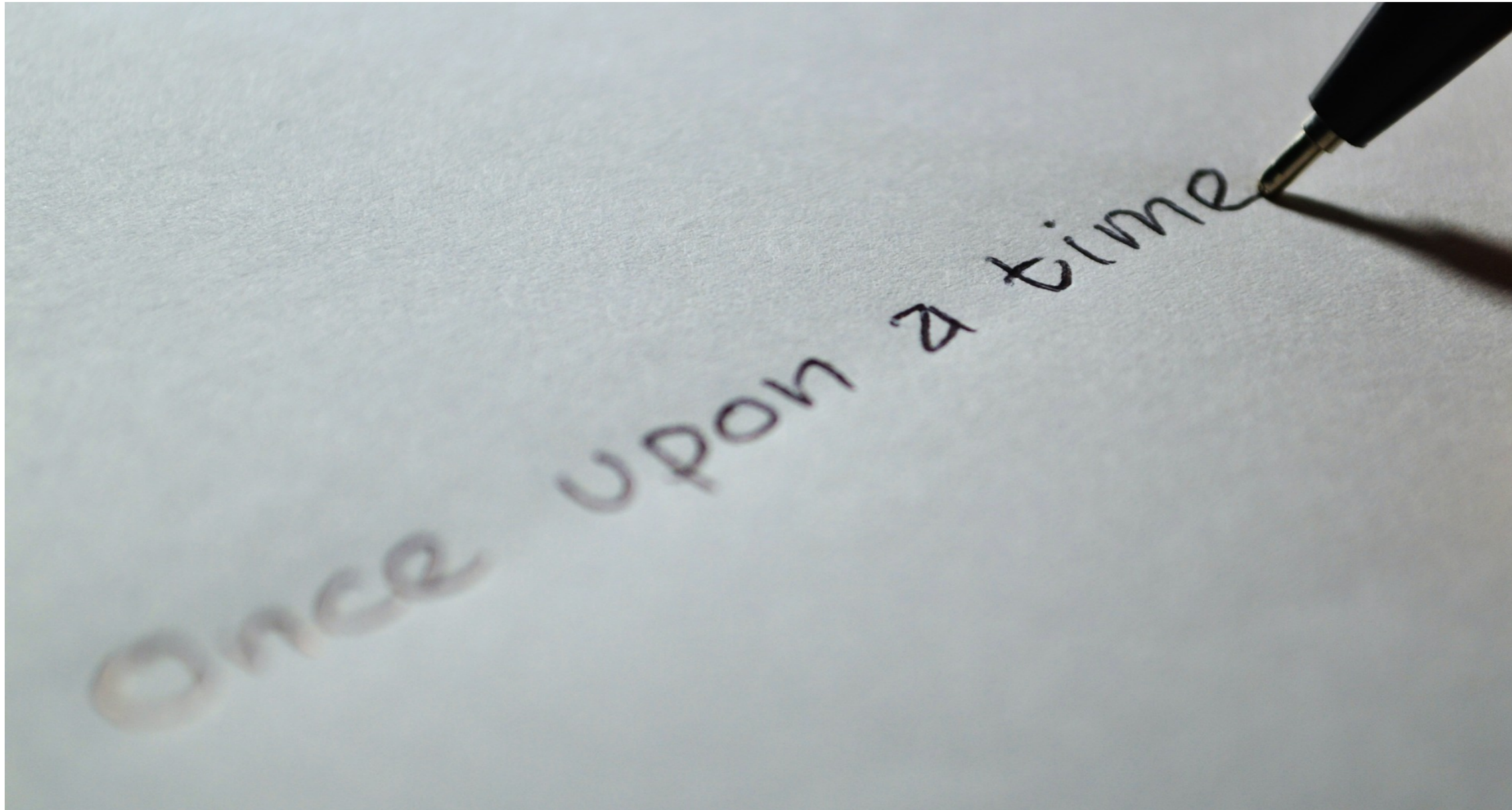
(García-Peñalvo, 2013a; 2013b; 2014a; 2014b; 2015a; 2015c; García-Holgado et al., 2016)

- Los procesos de enseñanza-aprendizaje y los avances tecnológicos se toman como motores de avance de la Sociedad del Conocimiento
- Enfoque interdisciplinar



<http://www.usal.es/webusal/node/30026>

<http://knowledgesociety.usal.es>



<https://pixabay.com/es/%C3%A9rase-una-vez-escriitor-autor-719174/>

2. Introducción



Evolución de los sistemas de información

Se ha producido un cambio fundamental en la innovación de los sistemas tecnológicos, tanto a nivel académico como político hacia la ecología y los ecosistemas

(Adkins, Foth, Summerville, & Higgs, 2007; Adomavicius, Bockstedt, Gupta, & Kauffman, 2006; Aubusson, 2002; Birrer, 2006; Bollier, 2000; Crouzier, 2015; García-Peñalvo, 2016g; Smith, 2006; Tatnall & Davey, 2004; Watanabe & Fukuda, 2006; Zacharakis, Shepherd, & Coombs, 2003)

Un ejemplo

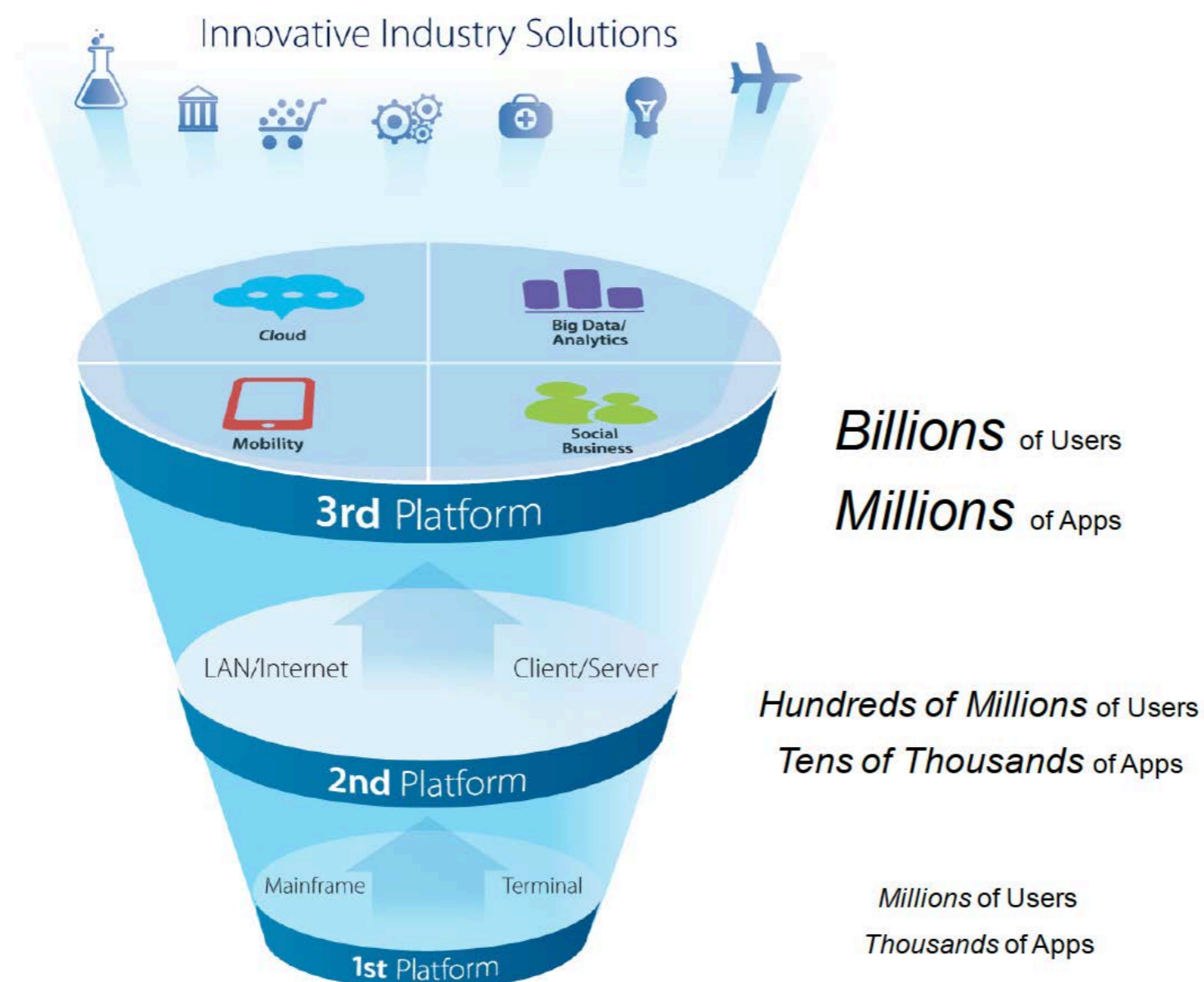
Las plataformas de aprendizaje o *Learning Management Systems (LMS)*

- Totalmente aceptados e implantados en la comunidad educativa
- Centrados en una institución y dentro de ella en una materia o curso
- No soportan el aprendizaje a lo largo de la vida
- Son monolíticos y cerrados

(García-Peñalvo, 2015d; García-Peñalvo & Seoane-Pardo, 2015; Gros & García-Peñalvo, 2016)

Un ejemplo

Y la realidad lleva hacia la denominada tercera plataforma



(Gens, 2013)

Source: IDC, 2013

Un ejemplo

Para mejorar los entornos de aprendizaje (Conde, 2012; Conde et al., 2014)

- Se necesitan entornos de aprendizaje
 - Adaptados a las necesidades de los estudiantes
 - Bajo el control del estudiante
 - Que soporten la formación continua (*lifelong learning*)



<https://unsplash.com/search/landscape?photo=UVzcmngd2s>



3. Ecosistemas y ecologías



Hacia los conceptos de ecología y ecosistemas



La Comisión Europea ha comenzado a usar los conceptos de ecología y ecosistemas como herramientas para una política regional de innovación (Dini et al., 2005; Nachira, 2002)

- La Unión Europea considera a los ecosistemas digitales como una evolución de las herramientas de *eBusiness* y de los entornos colaborativos para redes organizacionales (European Commission, 2006)
- La metáfora de ecosistema tecnológico proviene de la biología, adaptando las ideas de Moore (1993) y de Lansiti y Levien (2004)

Un ecosistema natural es una comunidad de organismos que viven en conjunción con los componentes no vivos de su entorno (aire, agua y suelo mineral), e interaccionando entre ellos (García-Holgado, 2016)



<https://pixabay.com/es/arrecife-coral%C3%B3n-forma-isla-984352/>



Cada ecosistema natural tiene un conjunto de características que lo hacen diferente de otros



<https://pixabay.com/es/globo-de-aire-caliente-desierto-796440/>

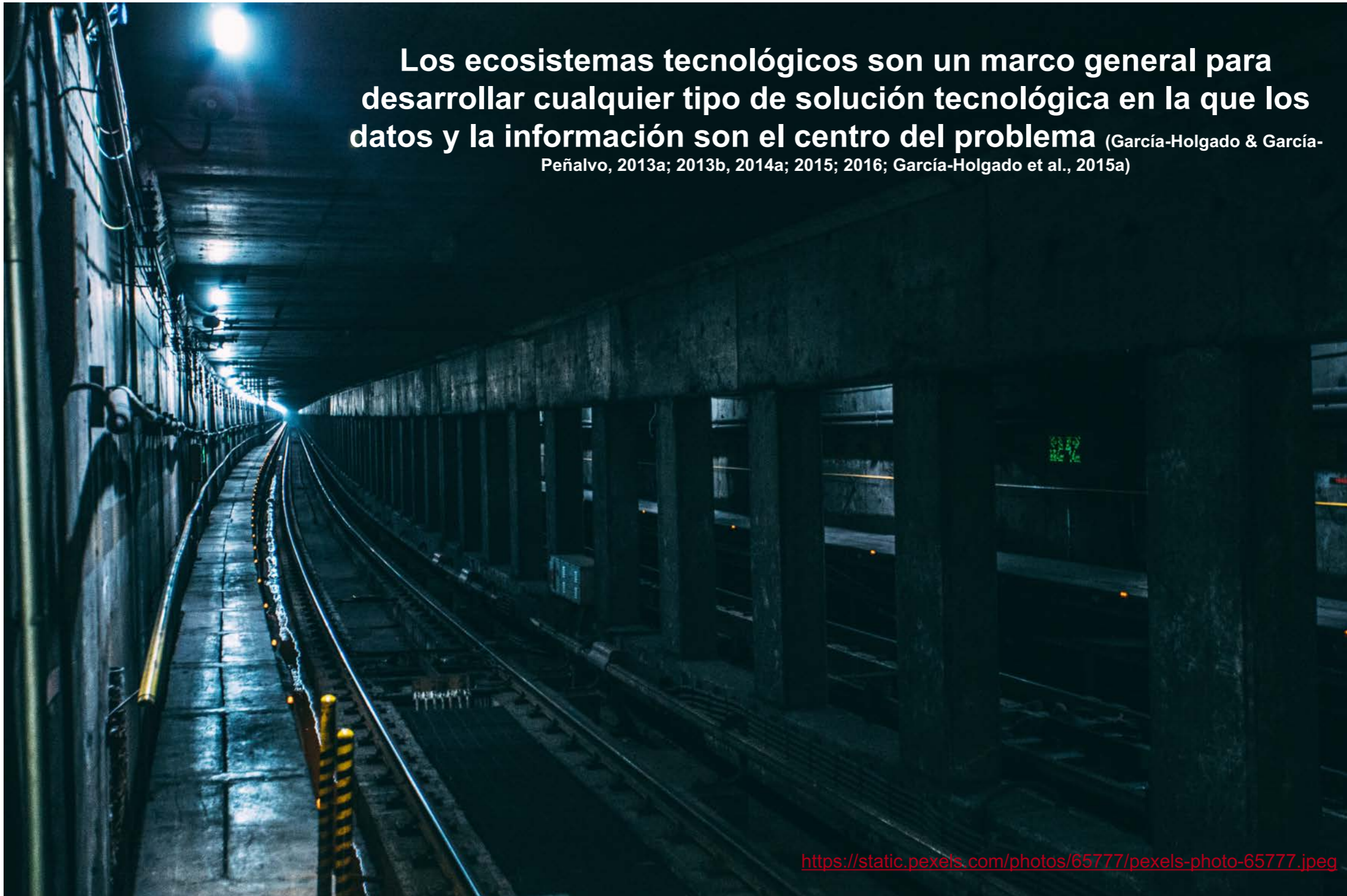


Estas diferencias son una parte significativa del ecosistema natural y son un a importante conexión con la definición de los ecosistemas tecnológicos

En un contexto tecnológico los ecosistemas son la evolución de los sistemas de información tradicionales para soportar la gestión del conocimiento en entornos heterogéneos

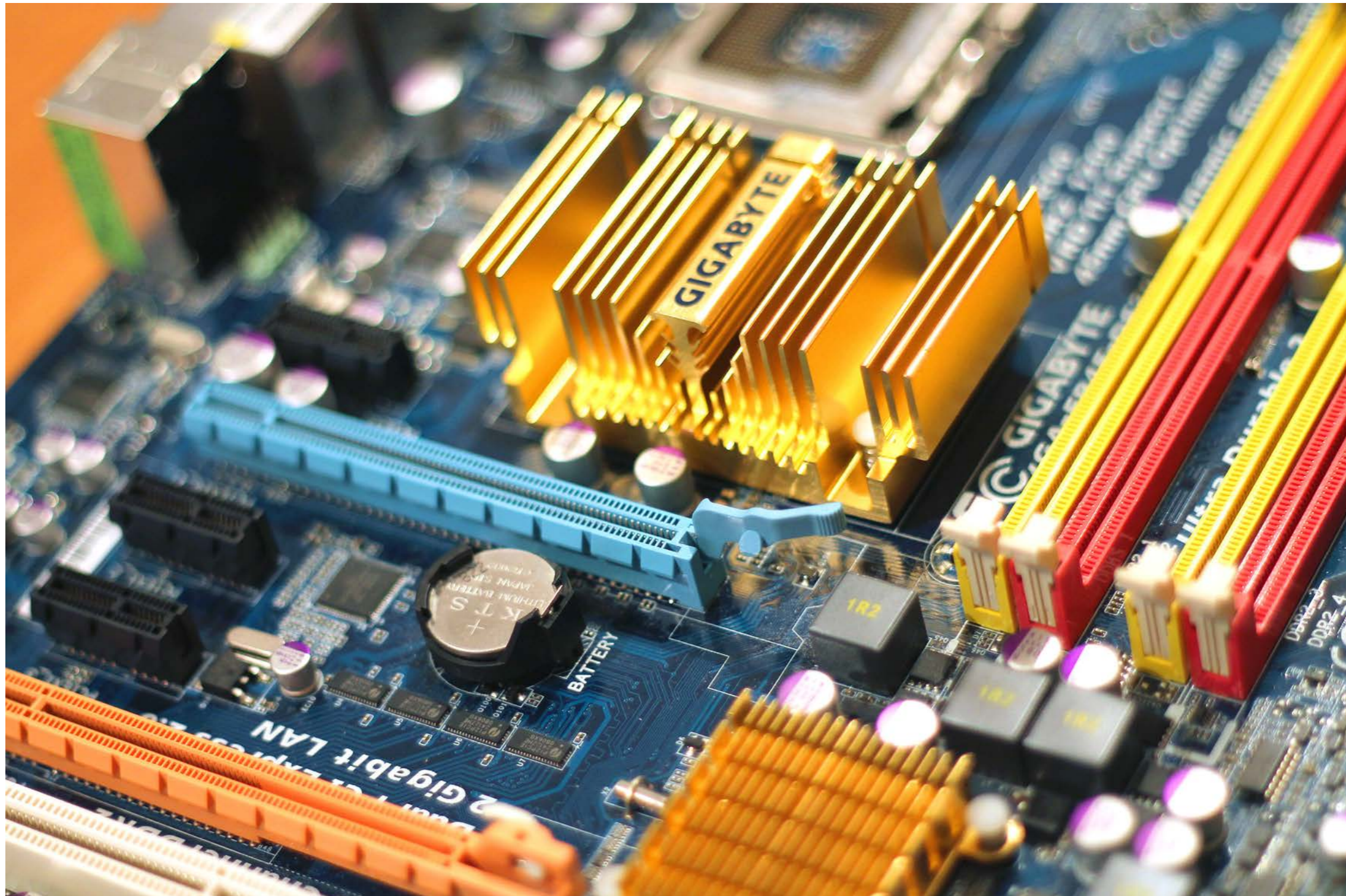


Los ecosistemas tecnológicos son un marco general para desarrollar cualquier tipo de solución tecnológica en la que los datos y la información son el centro del problema (García-Holgado & García-Peñalvo, 2013a; 2013b, 2014a; 2015; 2016; García-Holgado et al., 2015a)



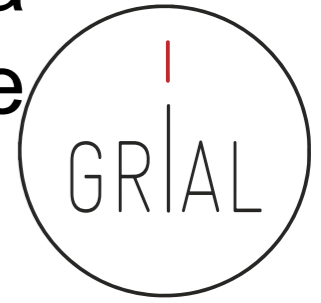
<https://static.pexels.com/photos/65777/pexels-photo-65777.jpeg>

Los ecosistemas tecnológicos o ecosistemas *software* son un conjunto de diferentes componentes *software* relacionados entre sí mediante flujos de información en un entorno físico que los soporta y en los que los usuarios también son parte de dicho ecosistema



<https://static.pexels.com/photos/4316/technology-computer-chips-gigabyte.jpg>

En los ecosistemas tecnológicos para el aprendizaje se va un paso más allá de la mera colección de herramientas de moda para crear una verdadera red de servicios de aprendizaje (Llorens, 2009; 2011; García-Peñalvo et al., 2015c; 2015d)



<https://pixabay.com/es/engranajes-antigua-tecnolog%C3%ADa-1331362/>



La evolución de los sistemas software educativos: Los ecosistemas tecnológicos de aprendizaje

Hay un paralelismo con los ecosistemas naturales donde los **organismos** son los componentes *software* y los usuarios y las **relaciones** se sustentan en los flujos de datos y de interacción



Además, existe una fuerte tendencia a la evolución de los componentes *software* en los ecosistemas tecnológicos que es propia para adaptarse a la evolución de las organizaciones en los que es implantan

<https://static.pexels.com/photos/6508/nature-laptop-outside-macbook.jpg>



Los ecosistemas se pueden orientar a diferentes dominios, dependiendo de los problemas que deban resolverse



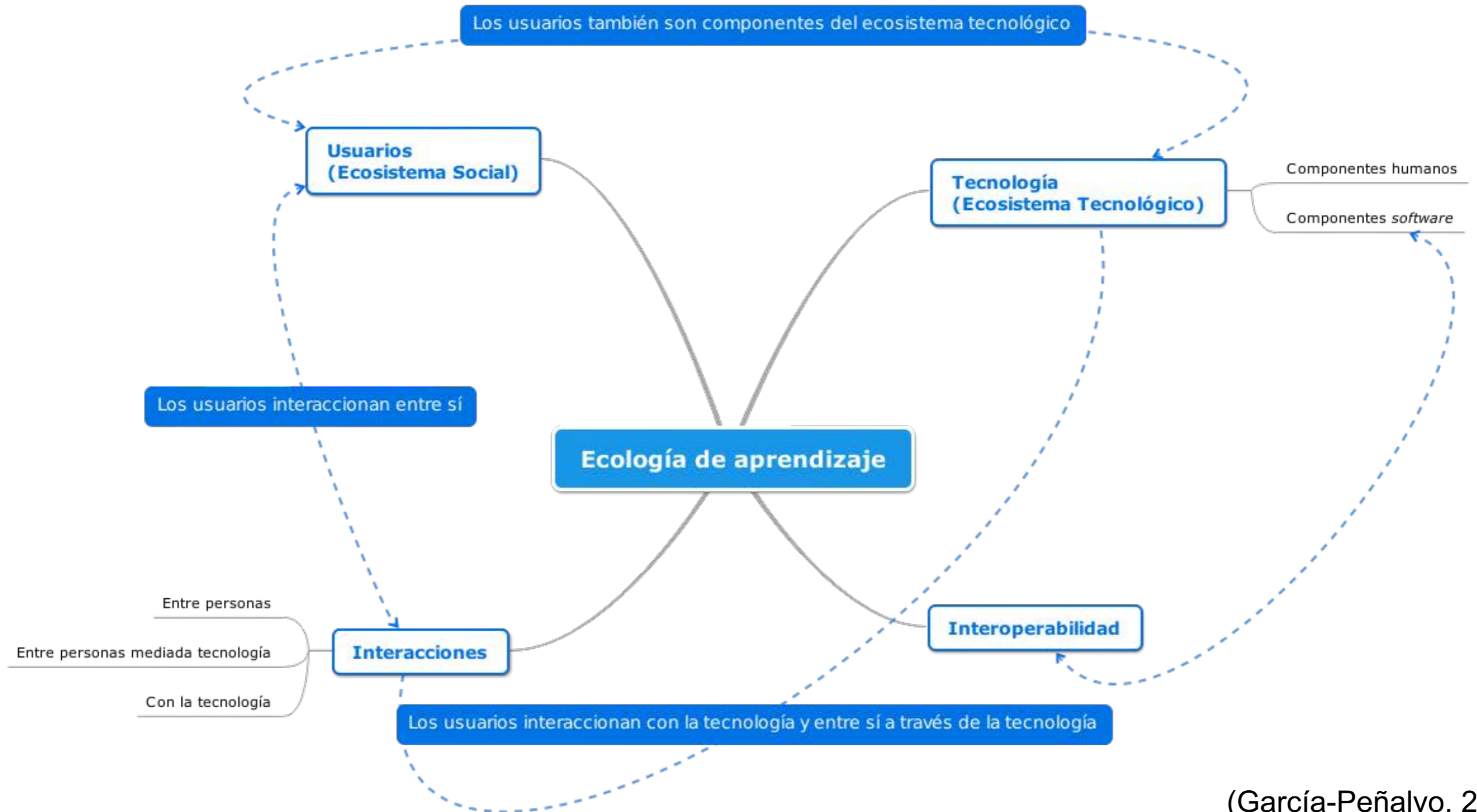
Existen ecosistemas tecnológicos de propósito general que pueden ser fácilmente extendidos y desplegados para propósitos específicos



Los ecosistemas iOS y Android son claros ejemplos de ecosistemas tecnológicos. Ofrecen plataformas que van más allá de la mera venta de aplicaciones, estableciendo flujos de información entre ellos

<https://static.pexels.com/photos/28208/pexels-photo.jpg>

Componentes de una ecología de aprendizaje

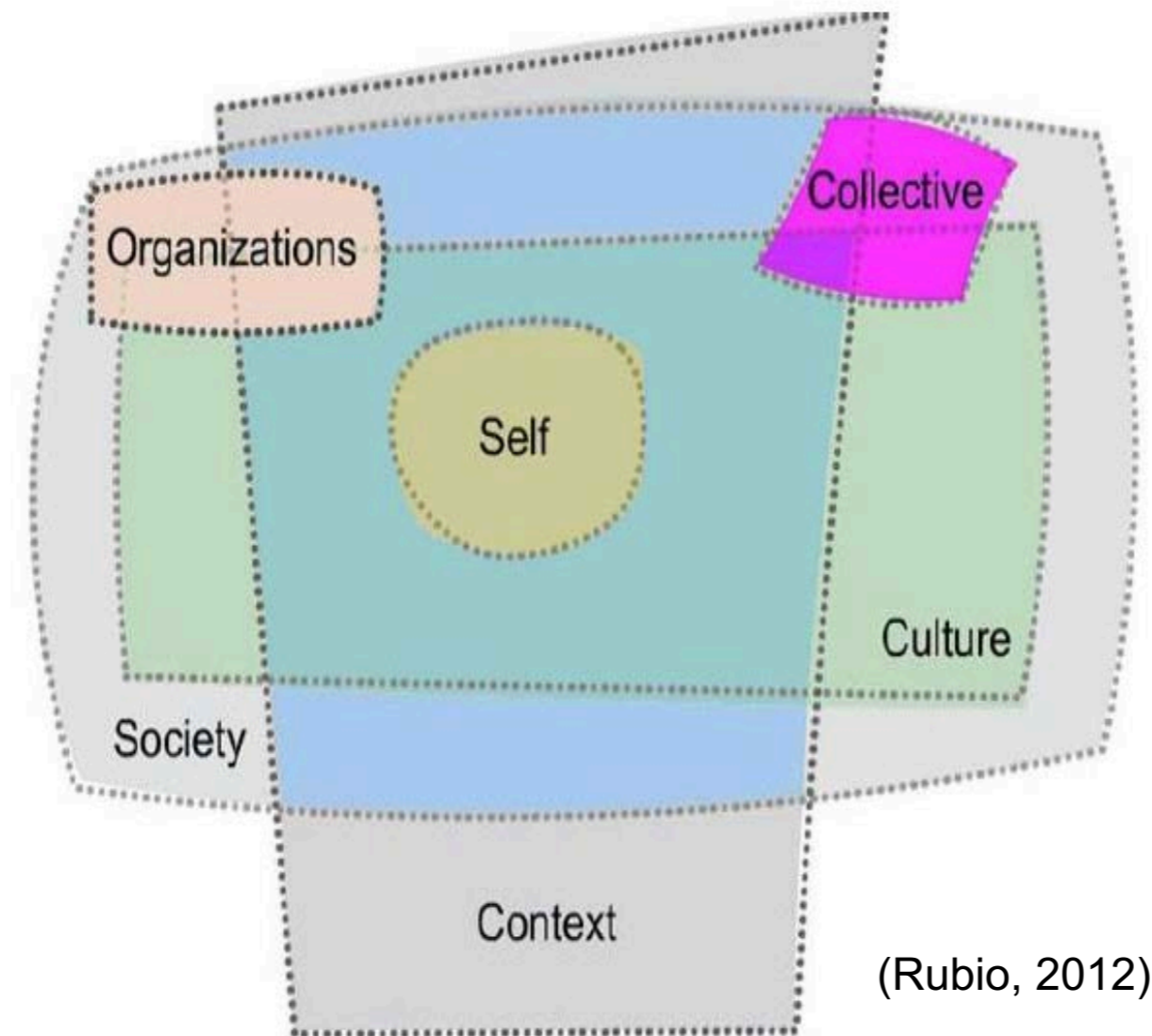


(García-Peñalvo, 2016c)

La ecología del aprendizaje surge como requerimiento de nuevos espacios y estructuras...



La persona es un sistema complejo adaptativo social básico

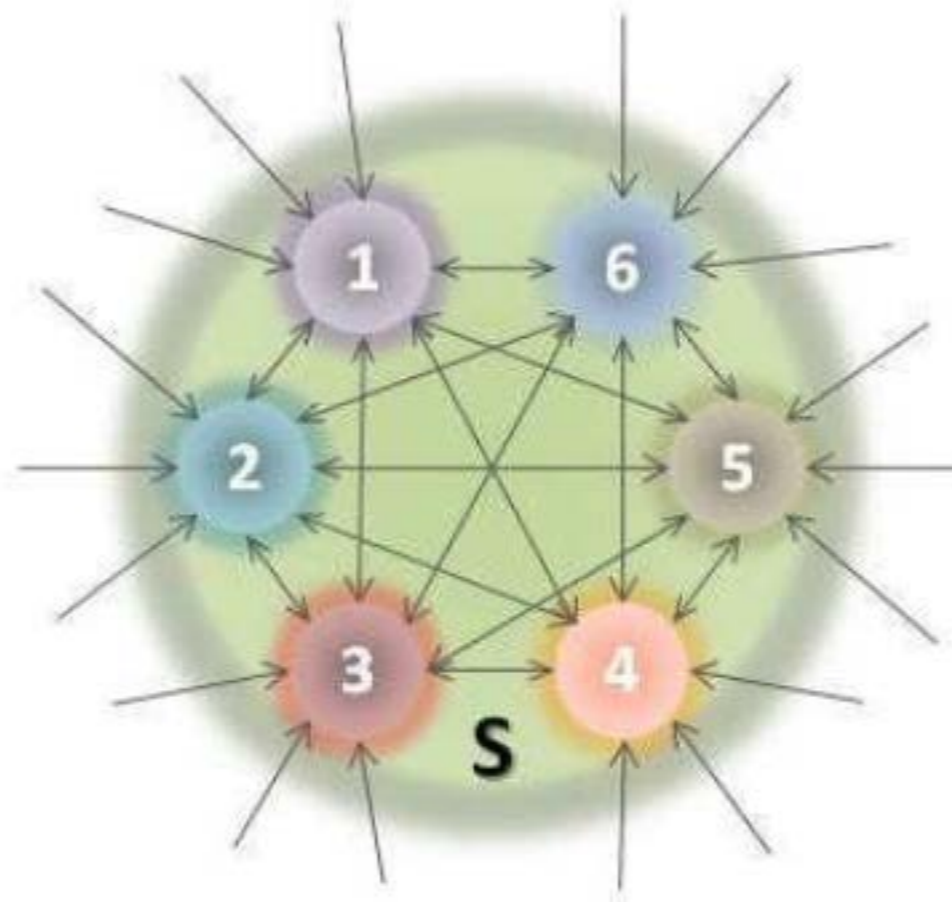


El aprendizaje surge siempre bajo un contexto

... que dan lugar a sistemas extremadamente complejos...



Sistema abierto no descomponible



$$s > \sum i$$

La causa de la complejidad está en el nivel de conectividad e interdependencia

(Rubio, 2012)

... en los que concurren múltiples factores

(Rubio, 2012)



**Más conexiones,
más complejidad**

**Múltiples componentes
Diversidad**

Auto-realización

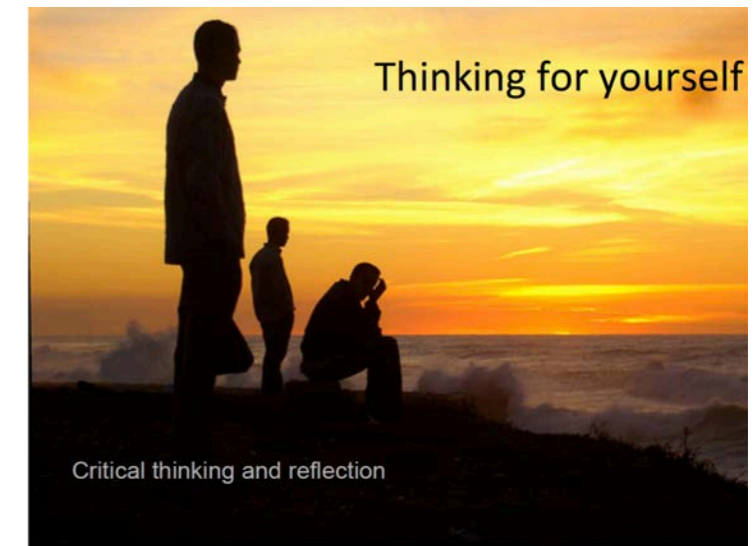
Simple

Complicado

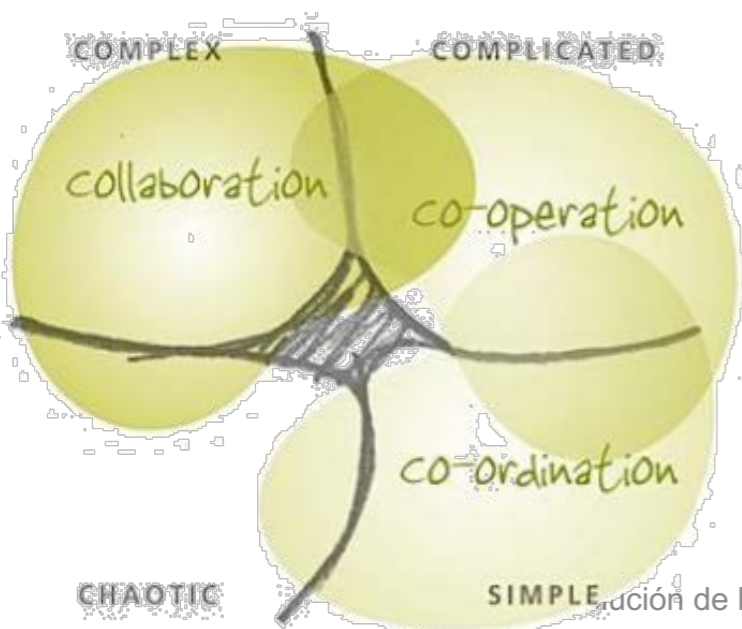
Complejo



<https://www.flickr.com/photos/saaleha/7787666806/>



(Downes, 2009)



Interacción dinámica entre las partes

Comportamiento emergente

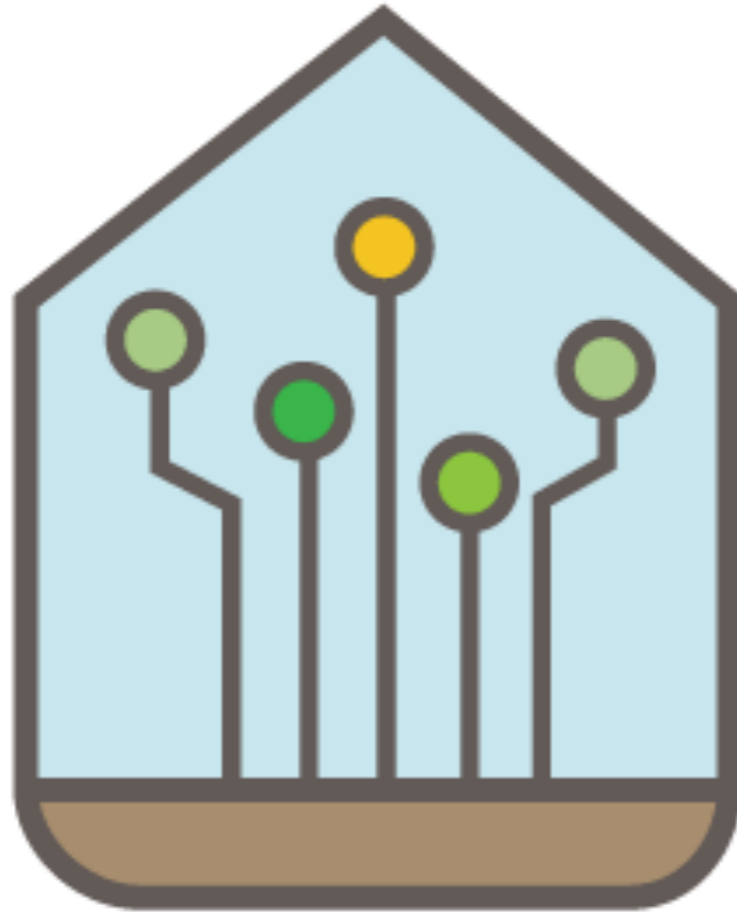
Interdependencia

Características de la ecología del aprendizaje



1. Naturaleza compleja del nuevo entorno vital expandido en Internet
2. Teoría de la complejidad como enfoque conceptual
3. Internet como infraestructura de transformación disruptiva
4. Cambios en las estructuras de organización, de jerarquías a redes distribuidas “redarquías”
5. Naturaleza abierta y social del conocimiento *online* (García-Peñalvo et al., 2010a; 2010b; Ramírez-Montoya & García-Peñalvo, 2015)
6. La gestión de la complejidad como principal reto
7. Hacia una sociedad intensiva en aprendizaje (con una importancia creciente del aprendizaje informal) (García-Peñalvo, 2016b; Griffiths & García-Peñalvo, 2016)
8. Hacia una cultura digital de la interdependencia, colaboración y sostenibilidad
9. Personalización (individualización), la persona como organización individual emergente, como agente nuclear del cambio y responsable de su adecuación personal a la nueva ecología del aprendizaje

Basado en (Rubio, 2012)



DEFINES

4. **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, hacia otros ámbitos

(García-Peñalvo, 2016d)

Datos del proyecto

- A Digital Ecosystem Framework for an Interoperable NEtwork-based Society (DEFINES) / Framework de un ecosistema digital para una sociedad en red interoperable
- Entidad financiadora: Ministerio de Economía y Competitividad. Convocatoria 2016, Proyectos I+D+i, dentro del Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016
- Ref. TIN2016-80172-R
- Investigador Principal: Dr. Francisco José García Peñalvo
- Duración: 1-1-2017 – 31-12-2020
- Importe total: 82.900€

Se han de cumplir una serie de requisitos

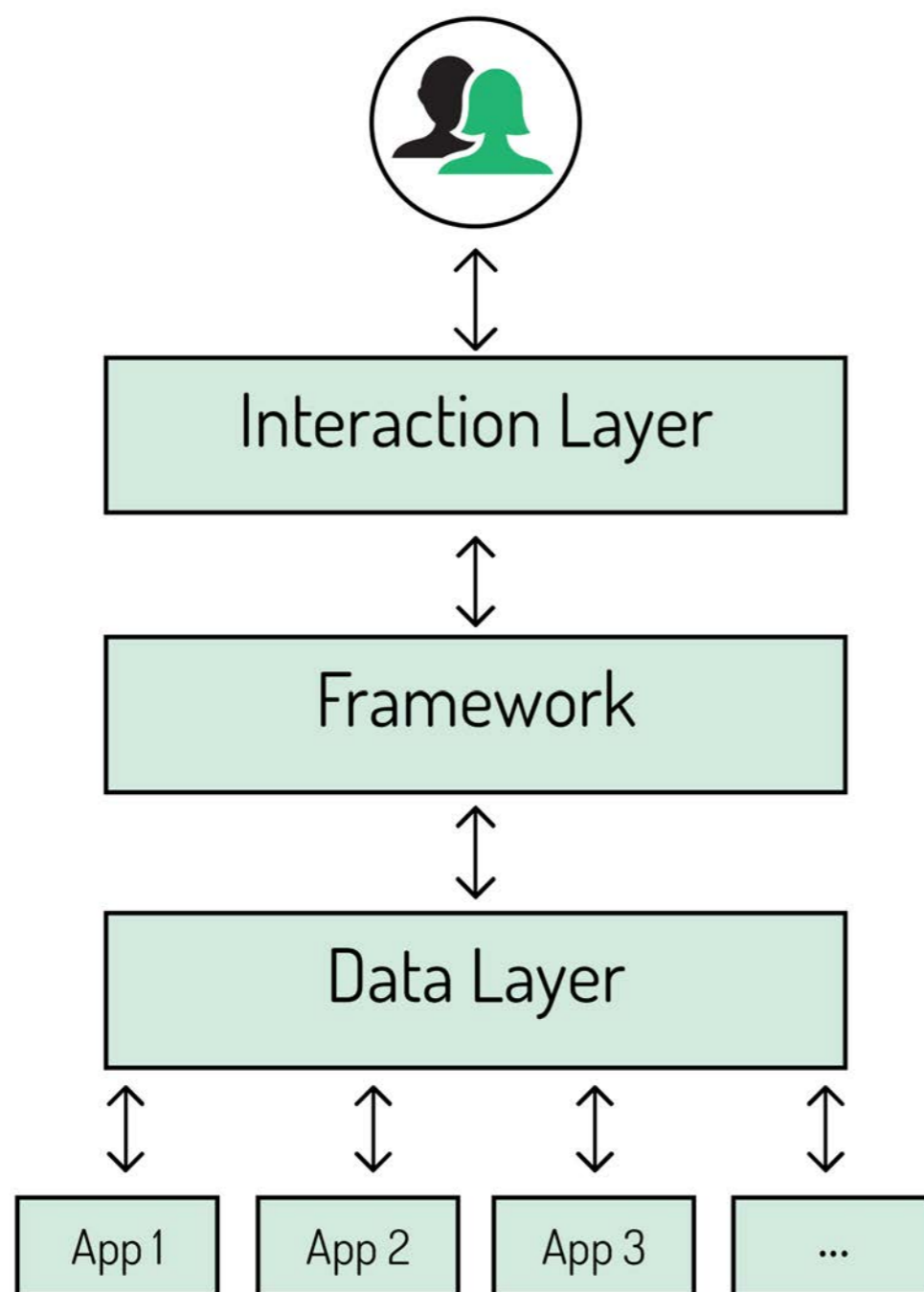
1. Necesidad real de gestionar un conocimiento complejo
2. Existencia de flujos de información heterogéneos
3. Diversidad de usuarios involucrados
4. Necesidad de soporte a la toma de decisiones
5. Existencia de un conjunto de soluciones tecnológicas diversas y mayormente *open software*



Foco de la propuesta

- Con el énfasis en la plataforma tecnológica, se propone evolucionar el concepto de ecosistema tecnológico distinguiendo
 - Un contenedor, el *framework* arquitectónico del ecosistema
 - 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

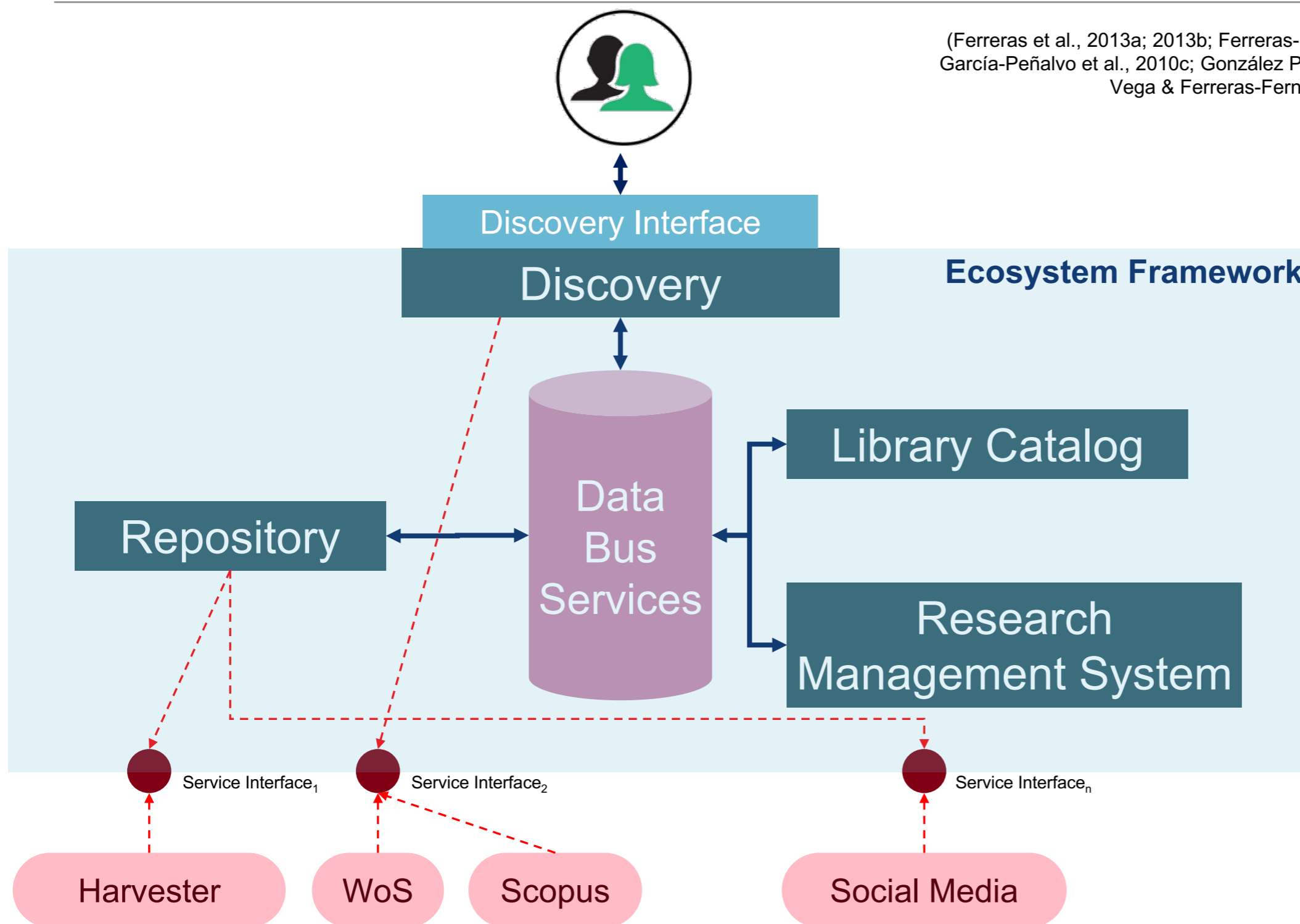
Arquitectura



(García-Peñalvo et al., 2015c; 2015d; 2017)

Ecosistema Ciencia Abierta

(Ferreras et al., 2013a; 2013b; Ferreras-Fernández & Merlo-Vega, 2015; García-Peñalvo et al., 2010c; González Pérez et al., 2016a; 2016b; Merlo-Vega & Ferreras-Fernández, 2013)



Formalización

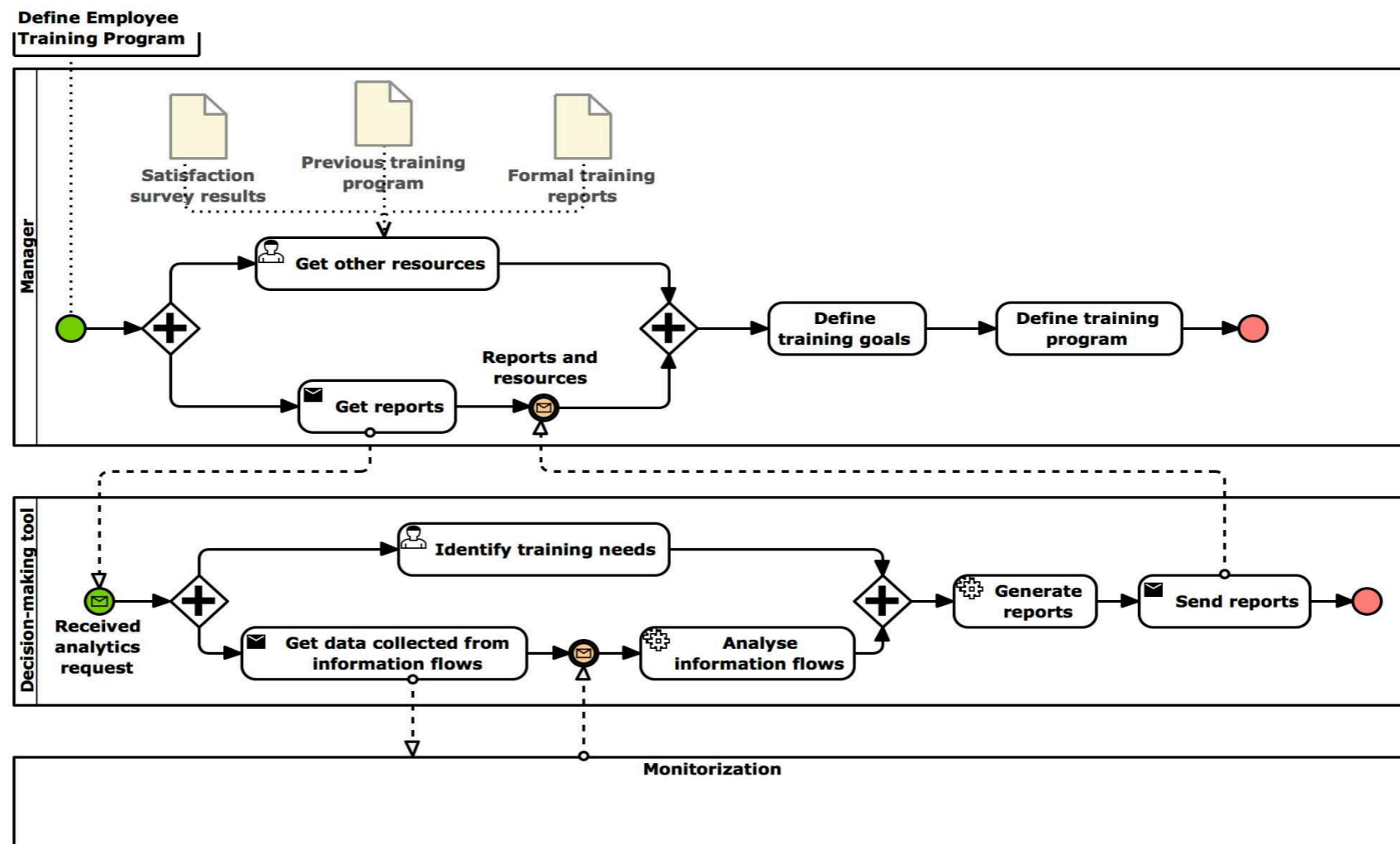
- Para mejorar la definición y el desarrollo de ecosistemas tecnológicos se propone una solución independiente de la plataforma
- Para ello se va a definir un metamodelo para el desarrollo de ecosistemas tecnológicos siguiendo las propuestas *Model-Driven Architecture* (MDA) del *Object Management Group* (OMG)
- MDA ofrece un marco para el desarrollo de *software* que usa modelos para describir el sistema a construir (Mellor et al., 2002)
- Se parte de experiencias previas en el desarrollo de arquitecturas orientadas a servicios en *eLearning* (Casany et al., 2009; Conde et al., 2009a; 2009b; García-Peñalvo et al., 2011) y ecosistemas tecnológicos para el aprendizaje (Cruz-Benito et al., 2014; García-Peñalvo et al., 2014c; García-Holgado & García-Peñalvo, 2014a; 2016; García-Holgado et al., 2015a; 2015b)

Propuesta MDA

- Se va a desarrollar un modelo conceptual de alto nivel que sirva como un PIM (Platform-Independent Model) de un ecosistema de aprendizaje
- Este modelo se podrá transformar en otros modelos dependientes de plataforma utilizando mapeos
- Se llevará a cabo congruentemente con arquitectura de metamodelado de 4 capas de OMG
- En esta esta arquitectura, un modelo de una capa se utiliza para especificar modelos de la capa inmediatamente inferior (Álvarez et al., 2001)
- La capa M3 representa la capa de meta-metamodelo, la capa M2 es la capa de metamodelo, la capa M1 la de modelado y la M0 la capa de objetos de usuario

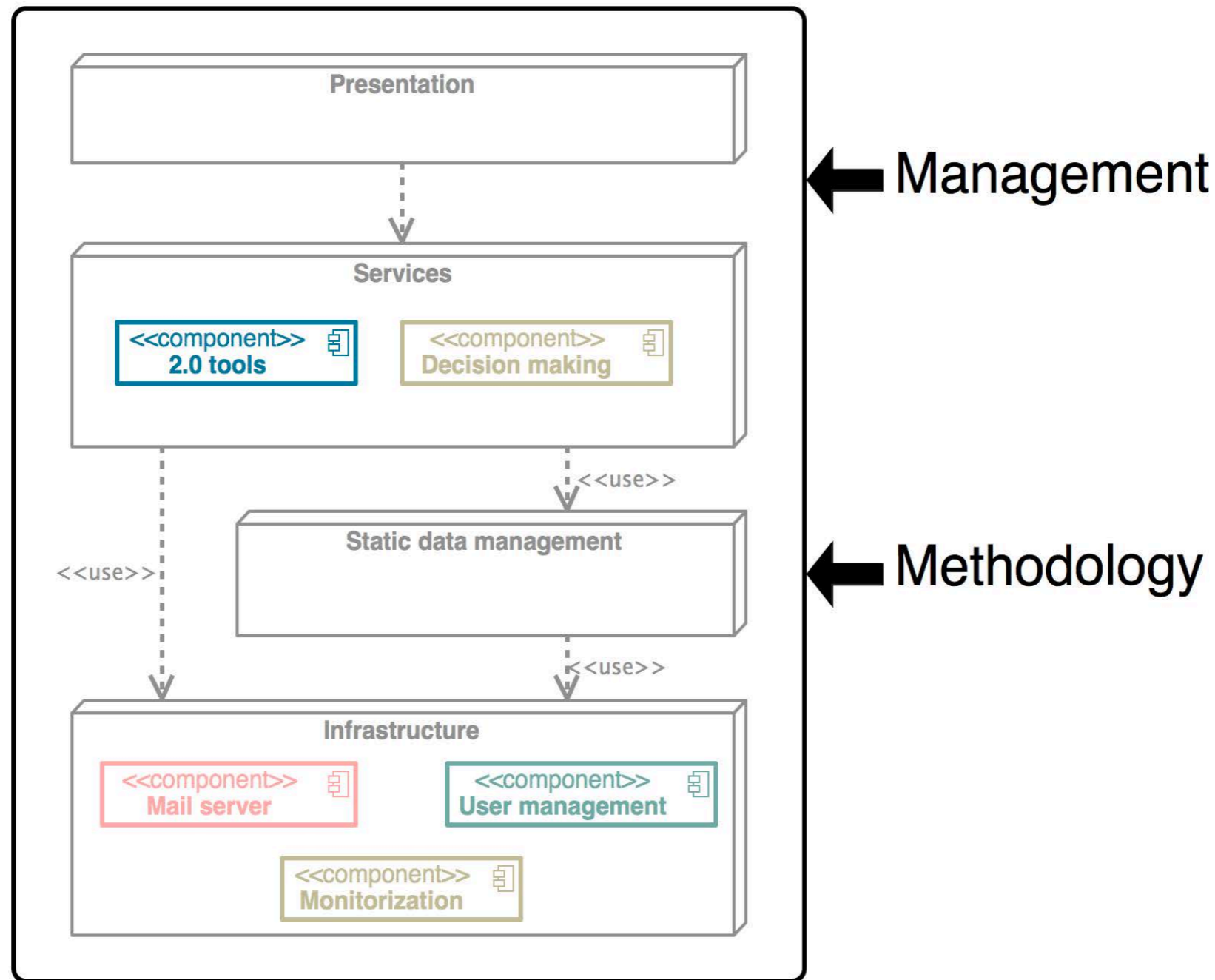
Patrón arquitectónico

- De diferentes proyectos de desarrollo de ecosistemas de aprendizaje se han extraído las experiencias y documentado en forma de DAFO (García-Holgado & García-Peñalvo, 2014b) y modelado en diagramas BPMN (García-Holgado & García-Peñalvo, 2016) y se propuso un patrón arquitectónico



Proceso de toma de decisiones (García-Holgado & García-Peñalvo, 2016)

Patrón arquitectónico



Patrón arquitectónico para ecosistemas *eLearning* (García-Holgado & García-Peñalvo, 2016)

Requisitos de alto nivel

- Para modelar ecosistemas de aprendizaje a partir de este patrón arquitectónico se ha desarrollado un metamodelo de ecosistema tecnológico
- Este metamodelo no se centra en capturar los requisitos relacionados con los componentes *software* o humanos del ecosistema
- Los componentes son cajas negras y este metamodelo no busca la descripción de cada componente posible porque precisamente un ecosistema de aprendizaje se basa en adaptar y conectar componentes existentes
- El metamodelo debe permitir capturar un conjunto de elementos de modelado para definir las relaciones entre los componentes

Requisitos de alto nivel

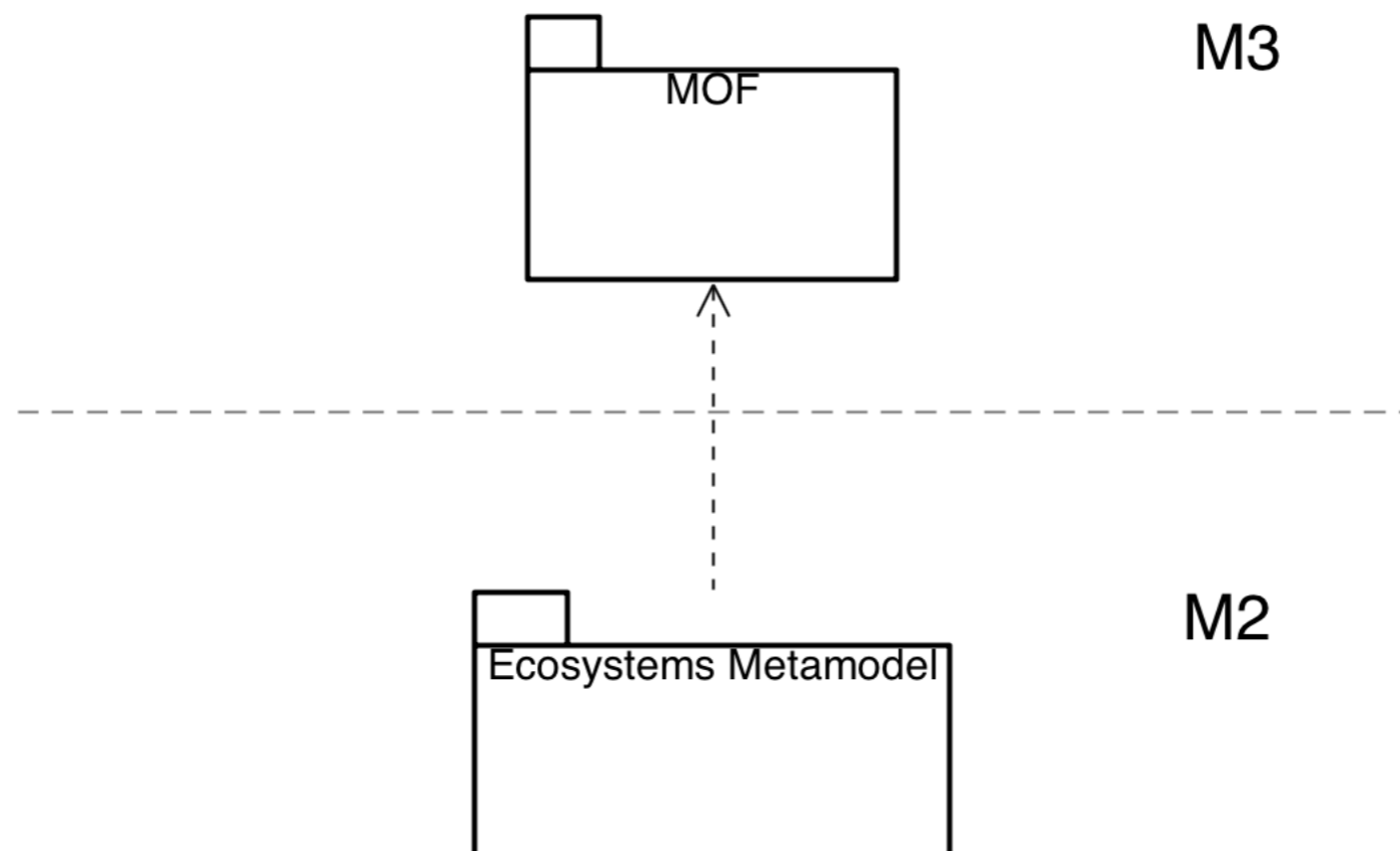
- Los requisitos de alto nivel para el metamodelo del ecosistema de aprendizaje son
 1. **El metamodelo debe permitir capturar descripciones de alto nivel de los componentes del ecosistema de aprendizaje**
 2. **El metamodelo debe permitir capturar el factor humano como parte del ecosistema de aprendizaje**
 3. **El metamodelo debe permitir capturar los flujos de datos entre los componentes del ecosistema de aprendizaje**
 4. **El metamodelo debe permitir capturar configuraciones de componentes *software***

Metamodelo de un ecosistema de aprendizaje

(García-Holgado & García-Peñalvo, 2017)



- El metamodelo es un modelo M2 en la pila de cuatro capas
- El metamodelo del ecosistema tecnológico es una instancia del meta-metamodelo MOF (modelo M3)



Metamodelo de un ecosistema tecnológico

(García-Holgado & García-Peñalvo, 2017)



- El metamodelo define un ecosistema siguiendo el patrón arquitectónico definido en (García-Holgado & García-Peñalvo, 2016) y que se compone de cuatro capas: **presentación**, **servicios**, **gestión de datos estáticos** e **infraestructura**; además de dos flujos de datos de entrada que permiten introducir el factor humano como un elemento clave
- Además el patrón ofrece un conjunto de componentes que al ser parte del ecosistema tecnológico resuelven ciertos problemas de este tipo de soluciones tecnológicas

Metamodelo de un ecosistema tecnológico

(García-Holgado & García-Peñalvo, 2017)



Restricciones

- Un ecosistema debe tener un solo servidor de correo, un solo sistema de monitorización, un solo sistema de gestión de usuarios y al menos una herramienta interna, un gestor de flujo de entrada, una base metodológica y un usuario

context Ecosystem inv:

```
self.components -> select(c |
    c.ocllsTypeOf(MailServer)) -> size() = 1 and self.components -> select(c |
    c.ocllsTypeOf(Monitorization)) -> size() = 1 and
self.components -> select(c |
    c.ocllsTypeOf(UserManagement)) -> size() = 1 and self.components -> select(c |
    c.ocllsTypeOf(InternalTool)) -> notEmpty and
self.components -> select(c |
    c.ocllsTypeOf(Management)) -> notEmpty and
self.components -> select(c |
    c.ocllsTypeOf(Methodology)) -> notEmpty and
self.components -> select(c |
    c.ocllsTypeOf(User)) -> notEmpty
```

Metamodelo de un ecosistema tecnológico

(García-Holgado & García-Peñalvo, 2017)



Restricciones

- El valor del atributo `endpoint` definido en la descripción de servicio debe ser único para todo el sistema

```
context ServiceDescription inv:  
ServiceDescription.allInstances -> forAll (p1,p2 |  
    p1 < > p2 implies p1.endpoint < > p2.endpoint)
```

- Una herramienta *software* no puede consumir un servicio provisto por ella misma, o dicho de otro modo un flujo de información siempre involucra dos herramientas *software*

```
context SoftwareTool inv:  
self < > self.consumedService.provider
```

- El servidor de correo debe ofrecer al menos una propiedad

```
context MailServer inv:  
self.definedProperty -> notEmpty
```

<https://www.flickr.com/photos/louisephotography/5796499806/>



5. Conclusiones



Conclusiones

- 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
- 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

Conclusiones

- Los ecosistemas tecnológicos suponen una mejora respecto a los sistemas de información tradicionales
- 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

Conclusiones

- Más allá del concepto teórico o metafórico de ecosistema, se necesitan propuestas que avancen en la implementación e implantación de estos en contextos reales
- Se parte de los patrones descubiertos con el desarrollo de múltiples casos reales en diferentes dominios todos ellos relacionados con la **Sociedad del Conocimiento**

Conclusiones

- La interdisciplinaridad se convierte en un factor clave en el desarrollo y explotación de los ecosistemas tecnológicos en un contexto de Innovación y de Educación Abierta
- Caso de éxito: Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento de la Universidad de Salamanca (<http://knowledgesociety.usal.es>) (García-Peñalvo, 2013a ;2013b; 2014a; 2015c)

Preguntas





<https://static.pexels.com/photos/159870/stuttgart-library-white-books-159870.jpeg>

6. Referencias



Referencias

- Adkins, B. A., Foth, M., Summerville, J. A., & 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:10.1177/0002764206298317
- Adomavicius, G., Bockstedt, J., Gupta, A., & Kauffman, R. J. (2006). Understanding Patterns of Technology Evolution: An Ecosystem Perspective *Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference System Sciences, 2006. HICSS '06. Hawaii, 04-07 Jan. 2006* (Vol. 8, pp. 189a). USA: IEEE.
- Álvarez, J. M., Evans, A., & Sammut, P. (2001). Mapping between Levels in the Metamodel Architecture. In M. Gogolla & C. Kobryn (Eds.), *«UML» 2001 — The Unified Modeling Language. Modeling Languages, Concepts, and Tools: 4th International Conference Toronto, Canada, October 1–5, 2001 Proceedings* (pp. 34-46). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Aubusson, P. (2002). An ecology of science education. *International Journal of Science Education*, 24(1), 27-46. doi:10.1080/09500690110066511
- 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>
- Bollier, D. (2000). *Ecologies of Innovation: The Role of Information and Communication Technologies*. Washington, DC: The Aspen Institute.
- Casany, M. J., Alier, M., Conde, M. Á., & García-Peñalvo, F. J. (2009). SOA initiatives for eLearning. A Moodle case *23rd International Conference on Advanced Information Networking and Applications, AINA 2009, Workshops Proceedings. The International Symposium on Mining and Web (MAW 2009)* (pp. 750-755). Los Alamitos, California, USA: IEEE Computer Society.
- Conde, M. Á. (2012). *Personalización del aprendizaje: Framework de servicios para la integración de aplicaciones online en los sistemas de gestión del aprendizaje*. (Doctorado en Informática y Automática Tesis Doctoral), Universidad de Salamanca, Salamanca. Retrieved from <http://grialdspace.usal.es:443/handle/grial/223>
- Conde, M. Á., García-Peñalvo, F. J., Casany Guerrero, M. J., & Alier Forment, M. (2009a). Back and Forth: From the LMS to the Mobile Device. A SOA Approach. In I. Arnedillo Sánchez & P. Isaías (Eds.), *Proceedings of the IADIS International Conference Mobile Learning 2009 (Barcelona, Spain, February 26-28, 2009)* (pp. 114-120). Portugal: IADIS Press.
- Conde, M. Á., García-Peñalvo, F. J., Casany, M. J., & Alier, M. (2009b). Adapting LMS architecture to the SOA: an Architectural Approach. In H. Sasaki, G. O. Bellot, M. Ehmann, & O. Dini (Eds.), *Proceedings of the Fourth International Conference on Internet and Web Applications and Services – ICIW 2009 (Venice/Mestre, Italy, 24-28 May 2009)* (pp. 322-327). Los Alamitos, California, USA: IEEE Computer Society.

Referencias

- Conde, M. Á., García-Peñalvo, F. J., Rodríguez-Conde, M. J., Alier, M., Casany, M. J., & Piguillem, J. (2014). An evolving Learning Management System for new educational environments using 2.0 tools. *Interactive Learning Environments*, 22(2), 188-204. doi:10.1080/10494820.2012.745433
- Crouzier, T. (2015). *Science Ecosystem 2.0: how will change occur?* Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Cruz-Benito, J., Therón, R., & García-Peñalvo, F. J. (2014). Analytics of information flows and decision making in heterogeneous learning ecosystems. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'14)* (pp. 703-707). New York, USA: ACM.
- Dini, P., Darking, M., Rathbone, N., Vidal, M., Hernández, P., Ferronato, P., . . . Hendryx, S. (2005). *The digital ecosystems research vision: 2010 and beyond*. Retrieved from http://www.digital-ecosystems.org/events/2005.05/de_position_paper_vf.pdf
- Downes, S. (2009). *Beyond management: The personal learning environment*. Paper presented at the Ed Media 2009, Honolulu, Hawaii. <http://www.slideshare.net/Downes/beyond-management-the-pers>
- European Commission. (2006). Digital Ecosystems: The New Global Commons for SMEs and local growth.
- Ferreras-Fernández, T., & Merlo-Vega, J. A. (2015). Repositorios de acceso abierto: un nuevo modelo de comunicación científica. La Revista de la Sociedad ORL CLCR en el repositorio Gredos. *Rev. Soc. Otorrinolaringol. Castilla Leon Cantab. La Rioja*, 6(12), 94 -113.
- Ferreras-Fernández, T., Merlo-Vega, J. A., & García-Peñalvo, F. J. (2013). Science 2.0 supported by Open Access Repositories and Open Linked Data. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13) (Salamanca, Spain, November 14-15, 2013)* (pp. 331-332). New York, NY, USA: ACM.
- Ferreras-Fernández, T., Merlo-Vega, J. A., & García-Peñalvo, F. J. (2013). Impact of Scientific Content in Open Access Institutional Repositories. A case study of the Repository Gredos. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13) (Salamanca, Spain, November 14-15, 2013)* (pp. 357-363). New York, NY, USA: ACM.
- García-Holgado, A. (2016). Technological Ecosystems in Health Sector. Retrieved from <http://gredos.usal.es/jspui/handle/10366/128091>
- García-Holgado, A., Cruz-Benito, J., & García-Peñalvo, F. J. (2015). Analysis of Knowledge Management Experiences in Spanish Public Administration. In G. R. Alves & M. C. Felgueiras (Eds.), *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)* (pp. 189-193). New York, NY, USA: ACM.
- García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. J. (2013a). Análisis de integración de soluciones basadas en software como servicio para la implantación de ecosistemas tecnológicos corporativos. In J. Cruz-Benito, A. García-Holgado, S. García-Sánchez, D. Hernández-Alfageme, M. Navarro-Cáceres, & R. Vega-Ruiz (Eds.), *Avances en Informática y Automática. Séptimo Workshop* (pp. 55-72). Salamanca: Departamento de Informática y Automática de la Universidad de Salamanca.

Referencias

- García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. J. (2013b). The evolution of the technological ecosystems: An architectural proposal to enhancing learning processes. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13) (Salamanca, Spain, November 14-15, 2013)* (pp. 565-571). New York, NY, USA: ACM.
- García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. J. (2014a). Architectural pattern for the definition of eLearning ecosystems based on Open Source developments. In J. L. Sierra-Rodríguez, J. M. Dodero-Beardo, & D. Burgos (Eds.), *Proceedings of 2014 International Symposium on Computers in Education (SIIE), Logrono, La Rioja, Spain, 12-14 Nov. 2014* (pp. 93-98). USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. J. (2014b). Patrón arquitectónico para la definición de ecosistemas de eLearning basados en desarrollos open source. In J. L. Sierra Rodríguez, J. M. Dodero Beardo, & D. Burgos (Eds.), *Actas del XVI Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE'14). Acceso masivo y universal para un aprendizaje a lo largo de la vida (Logroño, La Rioja, España, 12-14 de noviembre, 2014)* (pp. 137-142).
- García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. J. (2015). *Estudio sobre la Evolución de las Soluciones Tecnológicas para Dar Soporte a la Gestión de la Información* (GRIAL-TR-2015-001). Retrieved from Salamanca, Spain: <http://hdl.handle.net/10366/125415>
- García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. J. (2016). Architectural pattern to improve the definition and implementation of eLearning ecosystems. *Science of Computer Programming*, 129, 20-34. doi:10.1016/j.scico.2016.03.010
- García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. J. (2017). *A metamodel proposal for developing learning ecosystems*. Paper presented at the HCI INTERNATIONAL 2017, Vancouver, Canada.
- García-Holgado, A., García-Peñalvo, F. J., Hernández-García, Á., & Llorens-Largo, F. (2015a). Analysis and Improvement of Knowledge Management Processes in Organizations Using the Business Process Model Notation. In D. Palacios-Marqués, D. Ribeiro Soriano, & K. H. Huarng (Eds.), *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* (pp. 93-101). Switzerland: Springer International Publishing.
- García-Holgado, A., García-Peñalvo, F. J., & Ramírez-Montoya, M. S. (2016). Education in the Knowledge Society Doctoral Consortium. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016)* (pp. 1083-1087). New York, NY, USA: ACM.
- García-Holgado, A., García-Peñalvo, F. J., & Rodríguez-Conde, M. J. (2015b). Definition of a Technological Ecosystem for Scientific Knowledge Management in a PhD Programme. In G. R. Alves & M. C. Felgueiras (Eds.), *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)* (pp. 695-700). New York, NY, USA: ACM.

Referencias

- García-Peñalvo, F. J. (2013a). Aportaciones de la Ingeniería en una Perspectiva Multicultural de la Sociedad del Conocimiento. *VAEP-RITA*, 1(4), 201-202.
- García-Peñalvo, F. J. (2013b). Education in knowledge society: A new PhD programme approach. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13) (Salamanca, Spain, November 14-15, 2013)* (pp. 575-577). New York, NY, USA: ACM.
- García-Peñalvo, F. J. (2014a). Formación en la sociedad del conocimiento, un programa de doctorado con una perspectiva interdisciplinar. *Education in the Knowledge Society*, 15(1), 4-9.
- García-Peñalvo, F. J. (2014b). Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality Doctoral Consortium. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'14)* (pp. 627-631). New York, USA: ACM.
- García-Peñalvo, F. J. (2015a). Doctoral Consortium. In G. R. Alves & M. C. Felgueiras (Eds.), *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)* (pp. 619-621). New York, USA: ACM.
- García-Peñalvo, F. J. (2015b). Ecosistemas Tecnológicos. *IEEE VAEP-RITA*, 3(1), 36-37.
- García-Peñalvo, F. J. (2015c). Engineering contributions to a Knowledge Society multicultural perspective. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje (IEEE RITA)*, 10(1), 17-18. doi:10.1109/RITA.2015.2391371
- García-Peñalvo, F. J. (2015d). Hoja de ruta de una iniciativa eLearning. Compartiendo experiencias y buenas prácticas. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10366/125614>
- García-Peñalvo, F. J. (2016a). A brief introduction to TACCLE 3 – Coding European Project. In F. J. García-Peñalvo & J. A. Mendes (Eds.), *2016 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*. USA: IEEE. doi:10.1109/SIIE.2016.7751876
- García-Peñalvo, F. J. (2016b). *Aprendizaje informal*. Retrieved from España: <http://repositorio.grial.eu/handle/grial/609>
- García-Peñalvo, F. J. (2016c). Ecosistemas de Aprendizaje Adaptativos. Retrieved from <http://repositorio.grial.eu/handle/grial/613>
- García-Peñalvo, F. J. (2016d). *En clave de innovación educativa. Construyendo el nuevo ecosistema de aprendizaje*. Paper presented at the I Congreso Internacional de Tendencias en Innovación Educativa, CITIE 2016, Arequipa, Perú. <http://repositorio.grial.eu/handle/grial/688>
- García-Peñalvo, F. J. (2016e). Presentation of the GRIAL research group and its main research lines and projects on March 2016. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10366/127737>
- García-Peñalvo, F. J. (2016f). Proyecto TACCLE3 – Coding. In F. J. García-Peñalvo & J. A. Mendes (Eds.), *XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIE 2016* (pp. 187-189). Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca.

Referencias

- García-Peñalvo, F. J. (2016g). Technological Ecosystems. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 11(1), 31-32. doi:10.1109/RITA.2016.2518458
- García-Peñalvo, F. J. (2016h). The WYRED Project: A Technological Platform for a Generative Research and Dialogue about Youth Perspectives and Interests in Digital Society. *Journal of Information Technology Research*, 9(4), vi-x.
- García-Peñalvo, F. J., & Conde, M. Á. (2014). Using informal learning for business decision making and knowledge management. *Journal of Business Research*, 67(5), 686–691. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.11.028>
- García-Peñalvo, F. J., Conde, M. A., Alier, M., & Casany, M. J. (2011). Opening Learning Management Systems to Personal Learning Environments. *Journal of Universal Computer Science*, 17(9), 1222-1240. doi:10.3217/jucs-017-09-1222
- García-Peñalvo, F. J., Conde, M. Á., Zangrando, V., García-Holgado, A., Seoane, A. M., Forment, M. A., Galanis, N., Janssen, J., Brouns, F., Vogten, H., Griffiths, D., Mykowska, A., Alves, G. R., & Minović, M. (2013a). TRAILER project (Tagging, recognition, acknowledgment of informal learning experiences). A Methodology to make visible learners' informal learning activities to the institutions. *Journal of Universal Computer Science*, 19(11), 1661. doi:10.3217/jucs-019-11-1661
- García-Peñalvo, F. J., Cruz-Benito, J., Conde, M. Á., & Griffiths, D. (2014a). Virtual placements for informatics students in open source business across Europe. *2014 IEEE Frontiers in Education Conference Proceedings (October 22-25, 2014 Madrid, Spain)* (pp. 2551-2555). USA: IEEE.
- García-Peñalvo, F. J., Cruz-Benito, J., Conde, M. Á., & Griffiths, D. (2015a). Semester of Code: Piloting Virtual Placements for Informatics across Europe *Proceedings of Global Engineering Education Conference, EDUCON 2015. Tallinn, Estonia, 18-20 March 2015*. USA: IEEE
- García-Peñalvo, F. J., Cruz-Benito, J., Griffiths, D., & Achilleos, A. P. (2015b). Tecnología al servicio de un proceso de gestión de prácticas virtuales en empresas: Propuesta y primeros resultados del Semester of Code. *IEEE VAEP-RITA*, 3(1), 52-59
- García-Peñalvo, F. J., Cruz-Benito, J., Griffiths, D., & Achilleos, A. P. (2016a). 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). doi:10.1109/RITA.2016.2518461
- García-Peñalvo, F. J., Cruz-Benito, J., Griffiths, D., Sharples, P., Willson, S., Johnson, M., Papadopoulos, G.A., Achilleos, A.P., Alier, M., Galanis, N., Conde, M.Á., Pessot, E., Elferink, R., Veenendaal, E., & Lee, S. (2014b). Developing Win-Win Solutions for Virtual Placements in Informatics: The VALS Case. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality (TEEM'14)* (pp. 733-738). New York, USA: ACM
- García-Peñalvo, F. J., García de Figuerola, C., & Merlo-Vega, J. A. (2010a). Open knowledge: Challenges and facts. *Online Information Review*, 34(4), 520-539. doi:10.1108/14684521011072963

Referencias

- García-Peñalvo, F. J., García de Figuerola, C., & Merlo-Vega, J. A. (2010b). Open knowledge management in higher education. *Online Information Review*, 34(4), 517-519.
- 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., & Iglesias-Pradas, S. (2015c). Learning services-based technological ecosystems. In G. R. Alves & M. C. Felgueiras (Eds.), *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)* (pp. 467-472). New York, USA: ACM.
- 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., & Iglesias-Pradas, S. (2015d). Mirando hacia el futuro: Ecosistemas tecnológicos de aprendizaje basados en servicios. In Á. Fidalgo Blanco, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, & F. J. García-Peñalvo (Eds.), *La Sociedad del Aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015 (14-16 de Octubre de 2015, Madrid, España)* (pp. 553-558). Madrid, Spain: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid.
- 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., & Iglesias-Pradas, S. (2017). Enhancing Education for the Knowledge Society Era with Learning Ecosystems. In F. J. García-Peñalvo & A. García-Holgado (Eds.), *Open Source Solutions for Knowledge Management and Technological Ecosystems* (pp. 1-24). Hershey PA, USA: IGI Global.
- García-Peñalvo, F. J., Johnson, M., Ribeiro Alves, G., Minovic, M., & Conde-González, M. Á. (2014c). Informal learning recognition through a cloud ecosystem. *Future Generation Computer Systems*, 32, 282-294. [doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2013.08.004](http://dx.doi.org/10.1016/j.future.2013.08.004)
- García-Peñalvo, F. J., & Kearney, N. A. (2016). Networked youth research for empowerment in digital society. The WYRED project. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016)* (pp. 3-9). New York, NY, USA: ACM.
- García-Peñalvo, F. J., Merlo-Vega, J. A., Ferreras-Fernández, T., Casaus-Peña, A., Albás-Aso, L., & Atienza-Díaz, M. L. (2010c). Qualified Dublin Core Metadata Best Practices for GREDOS. *Journal of Library Metadata*, 10(1), 13-36. doi:10.1080/19386380903546976
- García-Peñalvo, F. J., Rees, A. M., Hughes, J., Jormanainen, I., Toivonen, T., & Vermeersch, J. (2016b). A survey of resources for introducing coding into schools. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016)* (pp. 19-26). New York, NY, USA: ACM.
- García-Peñalvo, F. J., Rodríguez-Conde, M. J., Seoane-Pardo, A. M., Conde-González, M. Á., Zangrando, V., & García-Holgado, A. (2012). GRIAL (GRupo de investigación en InterAcción y eLearning), USAL. *IE Comunicaciones. Revista Iberoamericana de Informática Educativa*(15), 85-94.

Referencias

- García-Peñalvo, F. J., & Seoane-Pardo, A. M. (2015). Una revisión actualizada del concepto de eLearning. Décimo Aniversario. *Education in the Knowledge Society*, 16(1), 119-144. doi:10.14201/eks2015161119144
- Gens, F. (2013). The 3rd Platform: Enabling Digital Transformation. USA: IDC. <http://www.tcs.com/SiteCollectionDocuments/White-Papers/3rd-Platform-Enabling-Digital-Transformation.pdf>
- González Pérez, L. I., Ramírez-Montoya, M. S., & García-Peñalvo, F. J. (2016a). Open access to educational resources in energy and sustainability: Usability evaluation prototype for repositories. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016)* (pp. 1103-1108). New York, NY, USA: ACM.
- González Pérez, L. I., Ramírez-Montoya, M. S., & García-Peñalvo, F. J. (2016b). Discovery Tools for Open Access Repositories: A Literature Mapping. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016)* (pp. 299-305). New York, NY, USA: ACM.
- Griffiths, D., & García-Peñalvo, F. J. (2016). Informal learning recognition and management. *Computers in Human Behavior*, 55A, 501-503. doi:10.1016/j.chb.2015.10.019
- Gros, B., & García-Peñalvo, F. J. (2016). Future trends in the design strategies and technological affordances of e-learning. In M. Spector, B. B. Lockee, & M. D. Childress (Eds.), *Learning, Design, and Technology. An International Compendium of Theory, Research, Practice, and Policy* (pp. 1-23). Switzerland: Springer International Publishing.
- lansiti, M., & Levien, R. (2004). Strategy as ecology. *Harvard Business Review*, 82(3), 68-78.
- Jansen, S., Finkelstein, A., & Brinkkemper, S. (2009). A Sense of Community: A Research Agenda for Software Ecosystems *31st International Conference on Software Engineering - Companion Volume, 2009. ICSE-Companion 2009. Vancouver, BC, 16-24 May 2009* (pp. 187-190). USA: IEEE.
- 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.
- 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.
- Manikas, K., & 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>
- Mellor, S. J., Scott, K., Uhl, A., & Weise, D. (2002). Model-Driven Architecture. In J.-M. Bruel & Z. Bellahsene (Eds.), *dvances in Object-Oriented Information Systems: OOIS 2002 Workshops Montpellier, France, September 2, 2002 Proceedings* (pp. 290-297). Berlin Heidelberg: Springer.

Referencias

- Merlo-Vega, J. A., & Ferreras-Fernández, T. (2013). Digital preservation and distribution of the education and the library journal by the University of Salamanca's Gredos Repository. *El Profesional de la Información*, 22(2), 143-148. doi:10.3145/epi.2013.mar.08
- Moore, J. F. (1993). Predators and prey: a new ecology of competition. *Harvard Business Review*, 71(3), 75-86.
- Nachira, F. (2002). *Towards a network of digital business ecosystems fostering the local development*. Retrieved from <http://www.digital-ecosystems.org/doc/discussionpaper.pdf>
- Ramírez Montoya, M. S., & García-Peñalvo, F. J. (2015). Movimiento Educativo Abierto. *Virtualis*, 6(12), 1-13.
- Rubio Royo, E. (2012). Estrategia Suricata de adecuación a una Universidad en transformación: perfiles eAprendiz, eProfesor, eEstudiante. Retrieved from <http://es.slideshare.net/erubio/estrategia-suricata-de-adecuacin-a-una-universidad-en-transformacin-perfiles-eaprendiz-eprofesor-eestudiante>
- 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>
- Tatnall, A., & 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.
- Watanabe, C., & 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.
- Yu, E., & Deng, S. (2011). Understanding Software Ecosystems: A Strategic Modeling Approach. In S. Jansen, J. Bosch, P. Campbell, & F. Ahmed (Eds.), *IWSECO-2011 Software Ecosystems 2011. Proceedings of the Third International Workshop on Software Ecosystems. Brussels, Belgium, June 7th, 2011*. (pp. 65-76). Aachen, Germany: CEUR Workshop Proceedings.
- Zacharakis, A. L., Shepherd, D. A., & Coombs, J. E. (2003). The development of venture-capital-backed Internet companies. An ecosystem perspective. *Journal of Business Venturing*, 18(2), 217-231. doi:10.1016/S0883-9026(02)00084-8

Cómo citar este documento

García-Peñalvo, F. J. (2017). La evolución de los sistemas software educativos: Los ecosistemas tecnológicos de aprendizaje. Salamanca, España: Grupo GRIAL.
<https://repositorio.grial.eu/handle/grial/837>.
doi:10.5281/zenodo.569347

La presentación está disponible en

<https://es.slideshare.net/grialusal/20170428ecosistemascomplu>



La evolución de los sistemas software educativos: Los ecosistemas tecnológicos de aprendizaje

Dr. D. 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

fgarcia@usal.es

<http://grial.usal.es>

<http://twitter.com/frangp>



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Programa de Doctorado en Ingeniería Informática
Universidad Complutense de Madrid
28 de abril de 2017

