

Base de Conocimiento de un Agente Recomendador para el Diseño de Objetos de Aprendizaje para la Enseñanza de Ingenierías

Knowledge-Base of a Recommender Agent for the Design of Learning Objects for Engineering Education

Presentación: 08 y 09/10/2024

Doctoranda:

Valeria BERTOSSI

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe, Argentina
vbertossi@frsf.utn.edu.ar

Directora:

Ma. de los Milagros GUTIÉRREZ

Codirectora:

Lucila ROMERO

Resumen

Los objetos de aprendizaje son materiales educativos ejecutables en computadoras que incentivan y promueven el proceso de construcción del conocimiento al fomentar la autonomía y motivación del alumno. Para mejorar las probabilidades de éxito en este cometido deben satisfacer ciertas pautas de calidad técnica y didáctica pedagógica. Por ello, en este trabajo se presenta la base de conocimiento de un agente recomendador cuyo objetivo será asistir a docentes de ingenierías sin experiencia en Diseño Instruccionario durante el proceso de desarrollo de estos recursos didácticos. Dicha base consiste en una red de ontologías que modela diversos aspectos vinculados al conocimiento del dominio de los objetos de aprendizaje bien construidos, los métodos de Diseño Instruccionario, la estructura conceptual del conocimiento disciplinar a aprender, las fases y artefactos resultantes de una metodología de desarrollo de objetos de aprendizaje, y la estructura de metadatos del estándar LOM para su almacenamiento, búsqueda y recuperación de repositorios de la Web.

Palabras clave: Objeto de aprendizaje. Agente recomendador. Diseño instruccional. Base de conocimiento. Ontología.

Abstract

Learning objects are computer-executable educational resources that encourage and promote the knowledge construction process by launching the autonomy and motivation of the student. To improve the chances of success, it is required that such resources meet certain patterns of technical and didactic-pedagogical quality. Therefore, in this work, it is presented the knowledge-base of a recommender agent, whose objective is to assist professors without experience in Instructional Design during learning objects development. This knowledge-base is an ontology network that models unlike aspects of learning objects domain among which are Instructional Design methods, the conceptual structure of the knowledge to be learned, a methodology of learning objects development, and LOM metadata structure that facilitates their storage, search, and retrieval from repositories accessible through the Web.

Keywords: Learning object. Recommender agent. Instructional Design. Knowledge-base. Ontology.

Introducción

En la educación superior, fundamentalmente en carreras de ingeniería, es habitual encontrar docentes expertos en su campo disciplinar, que incluso ejercen la profesión fuera de la academia, pero que carecen de la suficiente formación en didáctica universitaria que facilite (y mejore) el aprendizaje de sus alumnos. Aun así, estos docentes elaboran apuntes, guías de estudio y de trabajos prácticos para su asignatura con las mejores intenciones. Y con la incorporación de las tecnologías en sus clases, también se animan a crear sus propios objetos de aprendizaje (OA).

Estos recursos educativos irrumpieron en los años '90 del siglo XX a partir del advenimiento de Internet (Wiley, 2000) con la intención de mediar el aprendizaje de las personas. Desde entonces surgieron especificaciones para favorecer su interoperabilidad con diferentes plataformas de software e iniciativas para la elaboración de estándares de metadatos. Junto a ello, diversos autores también se han planteado el problema didáctico que entraña su diseño (Wiley, 2002; Zapata Ros, 2015; Sicilia et al., 2011). Esto significa que no cualquier material que se le presente al alumno facilitará o promoverá su aprendizaje. Para aumentar las probabilidades de éxito será necesario elaborarlos siguiendo un proceso que tome en consideración los métodos provistos por las Teorías de Diseño Instructivo (Reigeluth, 1999).

Surge así la idea de un sistema recomendador que a través de un agente basado en conocimiento asista a los docentes de ingeniería durante el proceso de producción de sus OA mediante recomendaciones de Diseño Instructivo. En tal sentido, aquí se presenta la base de conocimiento de dicho agente. En la sección Desarrollo se expone el marco teórico junto a algunas definiciones que se toman como base en esta comunicación y se mencionan los pasos seguidos para obtener los resultados descriptos luego en la sección Resultados. Por último, se presentan las conclusiones y líneas futuras de trabajo.

Desarrollo

Variadas han sido las conceptualizaciones que se han ido forjando en la literatura acerca de los OA. Entre ellas podemos encontrar las que mencionan explícitamente su intención pedagógica (Wiley, 2002), las que los conciben como materiales cuya propiedad intrínseca es la reutilización (Polsani, 2003), las que enfatizan su carácter abierto (Butcher, et al., 2011), las que los describen a partir de clasificaciones taxonómicas según el grado de granularidad (Gértrudix et al., 2007) o las que los definen en términos de sus componentes (Sanz, 2015).

Por otro lado, los sistemas universitarios han ido adecuando sus diseños curriculares para hacer la transición de una enseñanza basada exclusivamente en los contenidos a una que, teniéndolos en cuenta, se aboque más al desarrollo de las competencias de egreso (Kowlaski et al., 2016). Los materiales didácticos (entre ellos los OA) no han de ser ajenos a este enfoque de enseñanza. Su estructura y diseño instructivo debe exhibir coherencia con el modelo pedagógico adoptado por las instituciones educativas para promover el desarrollo de las competencias estipuladas en los planes de estudio. En este sentido, y tomando en consideración los aportes de los autores en lo que concierne a la definición de OA podemos sintetizar que estos materiales educativos, ejecutables en una computadora, tienen una estructura interna formada por cuatro componentes:

- 1) Un *resultado de aprendizaje* que apunta al desarrollo de una determinada competencia. Según Biggs y Tang (2010), el resultado de aprendizaje es una declaración explícita de lo que se supone que el alumno debe ser capaz de hacer luego de una experiencia de aprendizaje y con qué nivel se espera que lo haga. En Kowlaski (2016) se formula una estructura para redactarlos que responde a la sintaxis [*verbo + objeto de conocimiento + finalidad/es + condición/es de referencia*]. Para la elección del verbo resulta de utilidad la taxonomía Bloom de dominios cognitivos en la que se clasifican los verbos de acuerdo al grado de complejidad de la función cognitiva involucrada en el aprendizaje del objeto de conocimiento (Kennedy, 2007).
- 2) Un *contenido de instrucción* (conceptual, procedimental o actitudinal) que involucra el objeto de conocimiento a aprender.
- 3) Un conjunto de *actividades de aprendizaje* que, mientras el alumno las ejecuta, lo conduzcan a aprender el contenido.

4) Una *evaluación* que, mediante algún instrumento apropiado, mida en qué grado el alumno ha logrado el resultado de aprendizaje esperado.

Según Biggs y Tang (2010) estos dos últimos elementos deben satisfacer el “alineamiento constructivo” con el resultado de aprendizaje. Es decir, habrá que concebir las actividades y diseñar la evaluación de forma tal que activen el mismo verbo utilizado en la redacción de aquél.

Otro componente de los OA, pero que forma parte de su estructura externa son los *metadatos*. Consisten en descripciones del recurso que responden a la estructura propuesta por algún estándar de marcación de metadatos utilizado por el repositorio donde será almacenado el OA.

Para la definición de la base de conocimiento del agente de software se han seguido los siguientes pasos:

- 1) Desarrollo de actividades preliminares:
 - a. Indagación de la literatura en lo concerniente a la conceptualización de OA, sus propiedades inherentes y estándares relacionados.
 - b. Investigación bibliográfica sobre metodologías de desarrollo de OA.
 - c. Revisión bibliográfica sobre el estado del arte de sistemas recomendadores destinados a dar soporte al proceso de desarrollo de OA.
- 2) Identificación de los elementos que forman parte de la base de conocimiento a ser utilizada por el agente recomendador para guiar el diseño instructivo del OA.
- 3) Reutilización y/o adecuación de recursos ontológicos encontrados en la literatura para integrar la base de conocimiento.
- 4) Desarrollo de las ontologías que forman parte de la base de conocimiento.

Resultados

En la figura 1 se esquematiza la estructura de la base de conocimiento que utilizará el agente de software para efectuar sus recomendaciones al docente mientras está desarrollando su OA. Consiste en un conjunto de ontologías vinculadas en red a través de metarelaciones junto a un catálogo de reglas instructivas:

- 1) OntoOA: ontología que representa la estructura de un OA bien construido dentro de un contexto de formación universitaria basada en competencias.
- 2) OntoT: ontología de tópicos disciplinares que representa la estructura conceptual del conocimiento a ser aprendido por el estudiante.
- 3) OntoLOM: ontología que representa el esquema de etiquetas descriptivas propuesto por el estándar de marcación de metadatos LOM (por su sigla del inglés, Learning Object Metadata).
- 4) OntoMET: ontología que representa las fases (y sus artefactos resultantes) de la metodología de desarrollo de OA (Romero et al., 2020) seguida por el agente recomendador.
- 5) Catálogo-DI: conjunto de reglas que formalizan en lenguaje entendible por las máquinas los métodos de Diseño Instructivo propuestos por Teorías Instructivas.

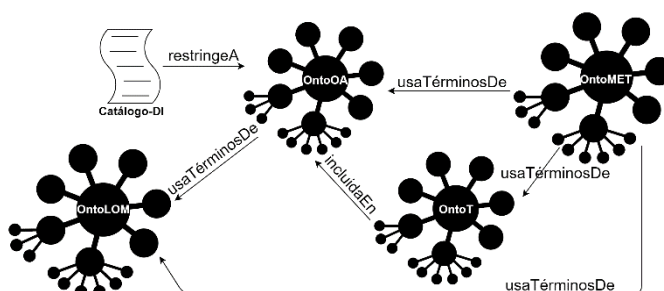


Figura 1: Base de conocimiento de un agente recomendador para el desarrollo de OA.

En la figura 2 se ilustra la estructura de OntoOA. Los términos *ResultadoAprendizajeOA*, *ContenidoDeInstruccion*, *ActividadDeAprendizaje* y *Evaluacion* modelan los cuatro componentes internos de un OA. *EstructuraDeMetadatos* es su *ComponenteExterno* y usa el esquema definido por el estándar LOM

(término *MetadatoLOM*). Los conceptos representados sin color modelan el contexto educativo que adopta el modelo de enseñanza por competencias y al que debe ajustarse el diseño del OA que se desea construir. En este sentido, el *ContenidoDeInstruccion* trata sobre algún *Tema* que es parte de una *Unidad* didáctica del plan de cátedra de una *Asignatura* que, a su vez, pertenece al *PlanDeEstudio* de una determinada *Carrera*. Por su parte, el *ResultadoAprendizajeOA* refina algún *ResultadoAprendizajeAsignatura* que, a su vez, refina alguna de las competencias (término *Competencia*) a las que tributa la *Asignatura* y que son explicitadas en el *PlanDeEstudio*. Para aplicar la sintaxis de un resultado de aprendizaje están representados los términos *Verbo*, *Objeto*, *Finalidad* y *Condición*. El concepto *NivelDominioCognitivo* hace referencia al grado de complejidad del proceso cognitivo necesario para aprender el contenido del OA según la taxonomía de tres niveles propuesta por Leyva et al. (2008). Para satisfacer el alineamiento constructivo, los componentes internos *Evaluacion* y *ActividadDeAprendizaje*, están determinados por el *NivelDominioCognitivo* al que pertenece el *Verbo* del *ResultadoAprendizajeOA*. Por ello se modela la clasificación por nivel de los conceptos *TipoActividad* e *InstrumentoDeEvaluacion*.

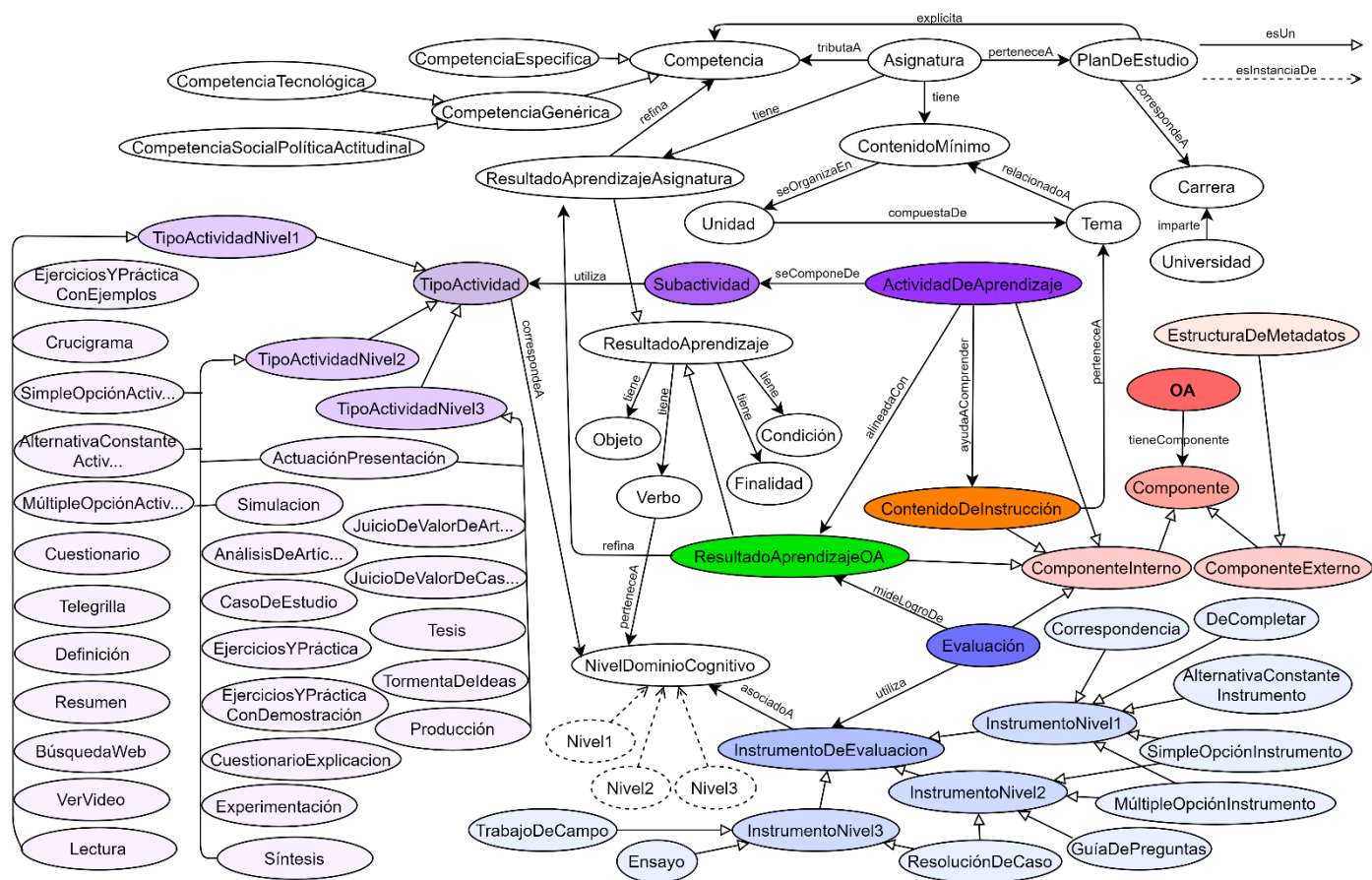


Figura 2: Estructura conceptual de OntoOA.

En la figura 3 se muestra la estructura de OntoT. Un *Topico* forma parte de un *Tema* (término correspondiente a OntoOA, por ello no se muestra en esta figura) y puede incluir otros tópicos (relación *incluye*). Esta propiedad se especializa mediante las relaciones *tieneParte* y *tieneTipo*. También un *Topico* puede requerir de otros tópicos (relación *tieneSoporte*) como por ejemplo conceptos previos, analogías o algún otro que sirva de apoyo para ayudar al alumno a comprender el tópico principal.

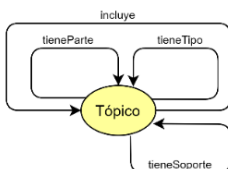


Figura 3: OntoT, ontología de tópicos disciplinares.

La ontología OntoMET (figura 4) representa la metodología iterativa e incremental que seguirá el agente recomendador para el desarrollo del OA de acuerdo a sus fases componentes: Identificación, Especificación, Diseño, PuestaVisual, Producción, EvaluaciónDelOA y Publicación. Puede apreciarse que algunos de estos conceptos se vinculan con términos pertenecientes a OntoOA, los cuales representan artefactos resultantes de una fase determinada (por ejemplo, ResultadoAprendizajeOA, ContenidoDeInstrucción, ActividadDeAprendizaje, Evaluación) o bien los insumos necesarios para dar inicio a una fase (por ejemplo, Competencia, ResultadoAprendizajeAsignatura).

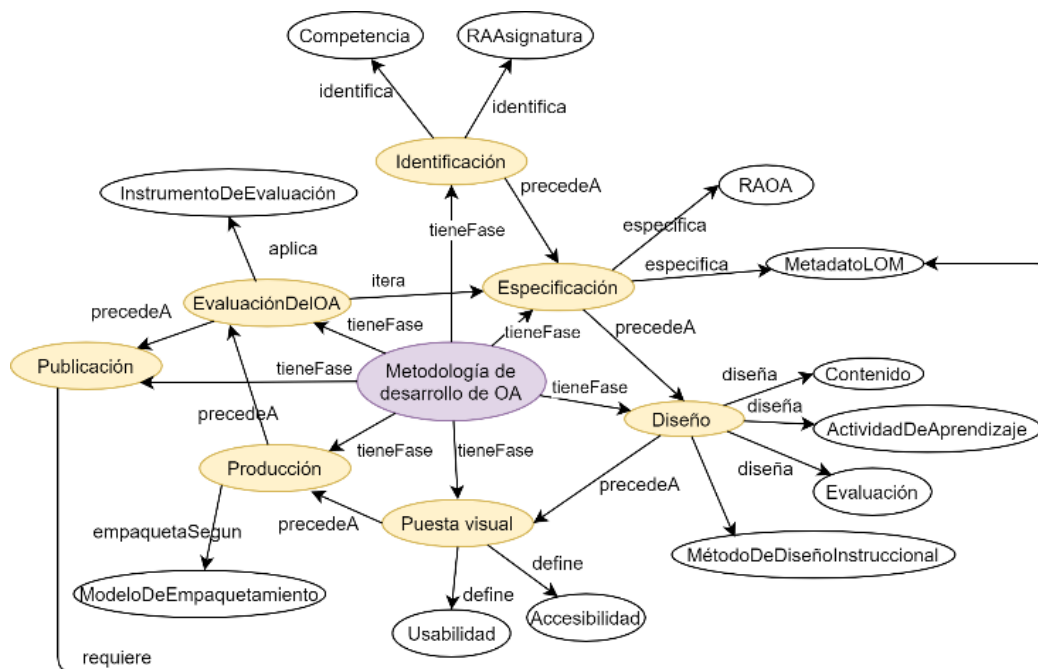


Figura 4: OntoMET, ontología que representa la metodología de desarrollo de OA.

Catálogo-DI está diseñado en base a la readecuación de otro propuesto en la literatura (Vidal, 2011) que compendia un conjunto de reglas redactadas en el Lenguaje de Reglas de la Web Semántica (SWRL) para representar métodos de Diseño Instrucciono. Estas reglas tienen el formato [antecedente implica consecuente], donde antecedente es una conjunción de hechos que se verifican en OntoOA y OntoT, y consecuente es el resultado del razonamiento que se produce al ejecutar la regla. Por ejemplo, la regla codificada a continuación verifica si un tópico tiene al menos 3 niveles de profundidad; si esto ocurre, entonces se cumple la indicación de la Teoría de Inteligencias Múltiples (Gardner, 1999) que prescribe la selección de pocos tópicos para que sean tratados en profundidad:

```
OntoOA:OA(?oa)∧OntoOA:ContenidoDeInstruccion(?c)∧OntoOA:tieneComponente(?oa,?c)∧
OntoT:Topico(?t1)∧OntoT:Topico(?t2)∧OntoT:Topico(?t3)∧OntoT:Topico(?t4)∧
OntoOA:desarrolla(?c,?t1)∧OntoOA:desarrolla(?c,?t2)∧OntoOA:desarrolla(?c,?t3)∧
OntoOA:desarrolla(?c,?t4)∧OntoT:incluye(?t1,?t2)∧OntoT:incluye(?t2,?t3)∧
OntoT:incluye(?t3,?t4)∧DifferentFrom(?t1,?t2)∧DifferentFrom(?t1,?t3)∧
DifferentFrom(?t1,?t4)∧DifferentFrom(?t2,?t3)∧DifferentFrom(?t2,?t4)∧
DifferentFrom(?t3,?t4)→Catalogo-DI:tieneProfundidad(?t1,"true"^^boolean)
```

En la figura 5 se muestra la implementación en Protégé de la ontología OntoLOM.

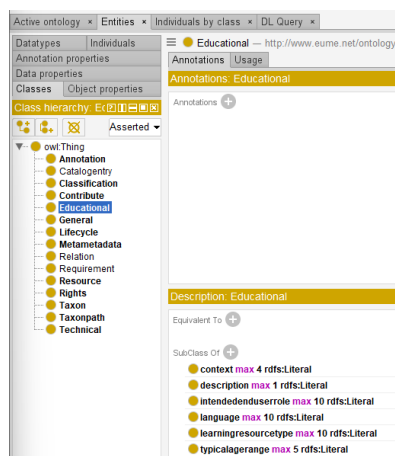


Figura 5: OntoLom, ontología que representa el estándar de metadatos LOM.

Conclusiones

En este trabajo se presenta la base de conocimiento de un agente recomendador cuya finalidad es guiar a docentes sin experiencia en Diseño Instruccionista mientras desarrollan los OA que desean utilizar con sus alumnos bajo un enfoque de competencias. Está constituida por un catálogo de reglas que formalizan computacionalmente métodos provistos por Teorías de Diseño Instruccionista (Catálogo-DI), y por una red de ontologías que representan la estructura de un OA bien construido (OntoOA), el esquema conceptual del conocimiento a aprender (OntoT), la metodología de desarrollo de OA (OntoMET) y la estructura de metadatos (OntoLOM). Como trabajo futuro se prevé definir las acciones del agente que conducirán a las recomendaciones que brindará al docente que está desarrollando su OA.

Referencias

- Biggs, J. y Tang, C. (2010). Applying constructive alignment to outcomes-based teaching and learning. En Training material for quality teaching for learning in higher education – Workshop for master trainers, Ministry of Higher Education, Kuala Lumpur.
- Butcher, N., Kanwar, A. y Uvalić-Trumbić, S. (2011). A basic guide to open educational resources (OER). En Commonwealth of Learning UNESCO Section for Higher Education, Vancouver, Paris.
- Gardner, H. (1999). Multiple Approaches to Understanding en C. Reigeluth (Ed.), Instructional-Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Theory (1 ed., Vol 2, pp. 69-89). Lawrence Erlbaum Assoc.
- Gértrudix, M., Álvarez, S., Galisteo, A., Gálvez, M. d. C. y Gértrudix, F. (2007). Actions in the design and development of digital educational objects: institutional programmes. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, 4(1), 14–25.
- Kennedy, D. (2007). Redactar y utilizar resultados de aprendizaje. University College Cork.
- Kowalski, V., Posluszny, J., López, J., Erck, I. y Enriquez, H. (2016). Formación por competencias en ingeniería: ¿Camino o destino? Revista Argentina de Ingeniería (RADI), 4(7), 130-145.
- Leyva, L., Garrido, Y., Leyva, J., Varona, R. y Rodríguez, R. (2008). Reflexiones sobre la evaluación de la calidad del aprendizaje en la práctica pedagógica en la escuela primaria. Revista Iberoamericana de Educación, 44(7), 1-11.
- Polsani, P. R. (2003). Use and abuse of reusable learning objects. Journal of Digital Information, 3(4).
- Reigeluth, C. (1999). What is Instructional-Design Theory and How Is It Changing en C. Reigeluth (Ed.), Instructional-Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Theory (1 ed., Vol. 2, pp. 5-29). Lawrence Erlbaum Assoc.
- Romero, L., Santucci, V., Gentile, C., Sklar, D., y Ale, M. (2020). Objetos de Aprendizaje basados en

Competencias: Una metodología para su desarrollo en carreras de Ingeniería. En V Congreso Bional de Argentina del IEEE (ARGENCON), Resistencia. doi: 10.1109/ARGENCON49523.2020.9505399

Sanz, C. (2015). Los objetos de aprendizaje, un debate abierto y necesario. *Bit & Byte*, 1(1).

Sicilia, M., Lytras, M., Sánchez-Alonso, S., García-Barriocanal, E. y Zapata-Ros, M. (2011). Modeling instructional-design theories with ontologies: using methods to check, generate and search learning designs. *Computers in Human Behavior*, 27(4), 1389–1398. doi: 10.1016/j.chb.2010.07.040

Vidal-Castro, C., Sicilia, M. Á., y Prieto, M. (2012). Representar métodos de diseño instruccional utilizando ontologías y reglas. *Sistemas basados en el conocimiento*, 33, 180–194. doi: 10.1016/j.knosys.2012.04.005

Wiley, D. A. (2002). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy en D. A. Wiley (Ed.), *The instructional use of learning objects* (1 ed., pp. 1-23). Agency for Instructional Technology y Association for Educational Communications & Technology. <https://members.aect.org/publications/InstructionalUseofLearningObjects.pdf>

Zapata Ros, M. (2015). El diseño instruccional de los MOOCs y el de los nuevos cursos abiertos personalizados. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (45), 1–35.