

Diseño de una Arquitectura de Sistema Recomendador para el Desarrollo de Objetos de Aprendizaje para Carreras de Ingeniería

Design of a Recommender System Architecture for Learning Objects Development for Engineering Programs

Presentación: 4 y 5 de Octubre de 2022

Doctoranda:

Valeria Bertossi

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe – Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería en Sistemas de Información, Argentina
valeriabertossi@live.com.ar

Directora:

Ma. de los Milagros Gutiérrez

Codirectora:

Lucila Romero

Resumen

En esta contribución se divulgan los estudios preliminares que se llevaron a cabo para diseñar una arquitectura de Sistema Recomendador que guíe a docentes en el desarrollo de Objetos de Aprendizaje a utilizar como mediación pedagógica en la enseñanza de carreras de Ingeniería según el Enfoque Basado en Competencias.

Palabras clave: Objeto de Aprendizaje, Sistema Recomendador, Enfoque basado en Competencias, Educación en Ingeniería

Abstract

This contribution discloses the preliminary studies were carried out to design a Recommender System architecture that supports teachers in the Learning Objects development to be used as pedagogical mediation in the Engineering Education under the Competency-based Approach.

Keywords: Learning Object, Recommender System, Competency-based Approach, Engineering Education

Introducción

Hacia fines del año 2018, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) planteó, con la edición de su Libro Rojo (CONFEDI, 2018), un marco conceptual que responde al Enfoque Basado en Competencias (EBC) y centrado en el estudiante para que las universidades nacionales en las que se enseñan Ingenierías elaboren nuevos diseños curriculares de acuerdo a estándares bien definidos: competencias genéricas y específicas de egreso y descriptores de contenidos mínimos necesarios para garantizar la formación de calidad de los profesionales de cada terminal, en orden al cumplimiento de las actividades reservadas definidas por el Consejo Interuniversitario Nacional. Con ello, deviene necesario el diseño y desarrollo de materiales didácticos aptos para el EBC. Por otra parte, también es un hecho que, a partir de la pandemia de COVID-19, la presencialidad cedió protagonismo a

nuevas modalidades como la virtualidad, la bimodalidad y las aulas híbridas, lo que implica también repensar los recursos educativos a utilizar durante el proceso de enseñanza y aprendizaje en estos nuevos escenarios.

En este sentido, los objetos de aprendizaje (OA) se erigen como una alternativa plausible. Pero en carreras de Ingeniería es habitual encontrar docentes que, si bien exhiben experticia en su disciplina, carecen de la formación didáctico-pedagógica necesaria para la elaboración de este tipo de materiales. Por otra parte, por tratarse de productos de software, no todas las personas tienen el conocimiento técnico que se requiere para su programación.

Como respuesta a estas necesidades detectadas surge la idea de diseñar una arquitectura de Sistema Recomendador (SR) que dé soporte técnico y pedagógico a los docentes de Ingeniería en el desarrollo de OA factibles de utilizar en sus respectivos espacios curriculares. A continuación, en la sección *Desarrollo* se describen los pasos dados en busca del objetivo planteado, en *Resultados* se presentan los resultados obtenidos; finalmente, se vierten las conclusiones de lo conseguido hasta el momento y se exponen las líneas futuras de trabajo.

Desarrollo

Previo a encarar el diseño de la arquitectura del SR, se realizaron una serie de estudios preliminares sobre el objeto de recomendación: los OA. Para ello, se hizo foco en los siguientes aspectos:

1. Dominio de los OA.
2. Calidad de los OA.
3. Metodologías de desarrollo de OA.
4. Estructura de un OA.

Las actividades de los tres primeros ítems se llevaron a cabo mediante una exhaustiva investigación bibliográfica. En (1) se indagó sobre el estado del arte de los OA y se delimitó su dominio a partir del análisis de trabajos publicados por 28 autores entre los años 1990 y 2020. En (2) se analizaron 20 instrumentos de medición de calidad de OA elaborados entre 2000 y 2021 por equipos de investigación de diversas universidades del mundo y comités de redacción de estándares. Prestando especial atención a la existencia de garantías de sencillez, validez y confiabilidad en la aplicación de dichos instrumentos, el objetivo estuvo puesto en determinar la factibilidad de alguno para su adopción durante el desarrollo de la presente tesis doctoral o si, por el contrario, es necesario generar uno que se adecue a las necesidades propias de este trabajo. Mediante la revisión de publicaciones fechadas entre 2000 y 2020, en (3) se estudiaron 28 metodologías de desarrollo de OA con la intención de detectar en ellas la aplicación de prácticas ágiles en vistas a que la filosofía del modelo ágil (Beck et al., 2001) puede ser aprovechado por organizaciones como universidades, donde la producción del conocimiento y la centralidad de las personas es una característica predominante. Finalmente, en (4) se propuso un modelo conceptual sobre la estructura que conforma un OA, se la contextualizó dentro del marco de la enseñanza en Ingenierías bajo el EBC, y se restringió el modelo con axiomas de integridad en lógica descriptiva y reglas de derivación en SWRL.

Resultados

1. Dominio de los OA

Como producto de la revisión de la literatura se propuso la siguiente definición:

Los objetos de aprendizaje son un tipo de material educativo, abierto y digital, compuesto por una estructura interna y otra externa. La primera está conformada por un objetivo de aprendizaje, un contenido alineado al objetivo, un conjunto de actividades para aprender el contenido y un instrumento de evaluación que mide el logro del objetivo planteado; la segunda, por un conjunto de metadatos que facilitan su almacenamiento, búsqueda y recuperación en repositorios de la Web, con el objetivo de reutilizarlos en cualquier plataforma de software y en una diversidad de situaciones pedagógicas (Bertossi y Gutiérrez, 2020).

Esta definición pone de manifiesto la doble naturaleza de este tipo de recursos, que refiere, por un lado, a su dimensión pedagógica y, por otro, a su dimensión técnica. La primera involucra la estructura interna del OA; mientras que la segunda comprende los metadatos, repositorios, estándares de metadatos (que permiten la localización, acceso y recuperación del OA en repositorios para su posterior reutilización) y modelos de empaquetamiento (que garantizan la interoperabilidad del OA con los sistemas de gestión del aprendizaje).

Como resultado del análisis se detectaron 21 expresiones empleadas como sinónimos de OA y se identificaron 16 propiedades inherentes. Además, un OA es concebido según una metodología de Diseño Instruccional, que se

sustenta en las Teorías del Aprendizaje y la Práctica Educativa. Por otra parte, se han encontrado diversas taxonomías que clasifican los OA según sus distintos grados de granularidad. En la literatura también se hace mención a la calidad de estos recursos, la cual debe ser evaluada teniendo en cuenta tanto los aspectos técnicos como los pedagógicos. Lo descrito precedentemente se condensa en el modelo conceptual de la Figura 1.

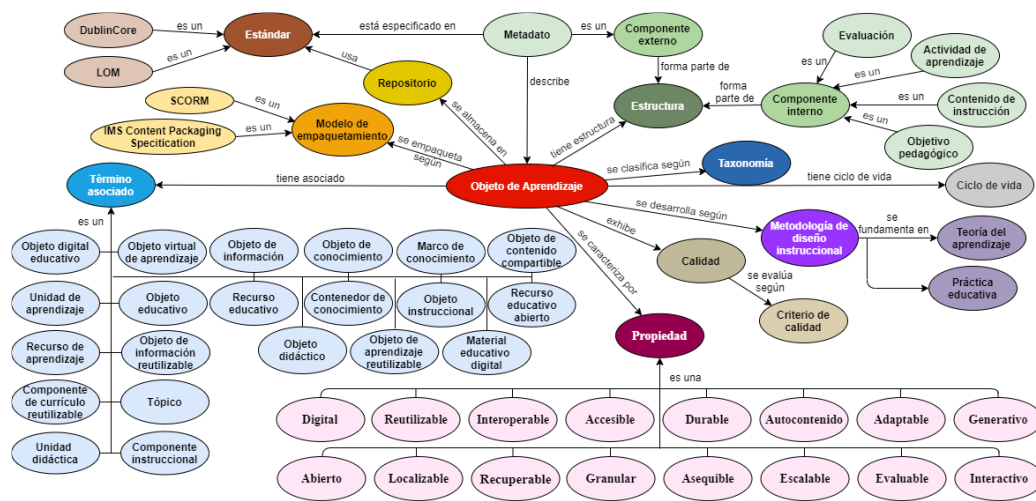


Figura 1: Modelo conceptual del dominio de OA (adaptado de Bertossi y Gutiérrez, 2020)

2. Calidad de los OA

Por tratarse de una tecnología que la academia utiliza como apoyo del proceso de enseñanza y aprendizaje surge la necesidad de garantizar la calidad de los OA. Para poder evaluarla, se definieron en primer lugar 5 criterios generales (Bertossi et al., 2020; Bertossi et al., 2022a):

- **Significatividad lógica:** incluye atributos relacionados a la coherencia de la propuesta didáctica (alineación entre competencia de egreso–resultado de aprendizaje–contenido–actividad de aprendizaje–evaluación).
- **Significatividad psicológica:** refiere a la estructura psicológica del contenido, es decir, lo que hace posible que, en base a la estructura cognitiva previa del alumno, un nuevo conocimiento pueda ser aprehendido.
- **Calidad técnica:** alude a la conformidad con estándares de metadatos, LOM (sigla inglesa de Learning Object Metadata) (IEEE, 2002), Dublin Core (DCMI, 2020) o a alguno de sus perfiles de aplicación; y con estándares de empaquetamiento como SCORM (ADL, 2004) o la especificación IMS (del inglés Instructional Management System) (IMS, 2007).
- **Usabilidad:** supone conformidad con las series ISO 9241 (ISO, 2018), ISO/IEC 24751 (ISO/IEC, 2008) y con los principios de diseño para el aprendizaje multimedia (Mayer, 2014).
- **Accesibilidad:** conjunto de atributos que facilitan la manipulación del OA por parte de personas con o sin discapacidades, en igualdad de condiciones. Dado que en Argentina rige la ley N°26653 (2010) sobre accesibilidad en los contenidos de las páginas web, las entidades nacionales, entre las que se encuentran las universidades deben ajustarse a la Guía de Accesibilidad para Sitios Web del Sector Público Nacional aprobada en 2011 según las recomendaciones WCAG 2.0 (del inglés Web Content Accessibility Guidelines) de la W3C (2008).

Estos criterios fueron el hilo conductor del proceso de comparación entre instrumentos. Del análisis realizado, el modelo UNE 71362, elaborado por el organismo de estandarización español AENOR (AENOR, 2020), resultó seleccionado como instrumento candidato (Bertossi et al., 2022a), no sólo porque cubre los 5 criterios de calidad pre establecidos, sino porque se trata de una norma específica para calidad de OA que cuenta con una actualización reciente en 2020 y que utiliza una metodología de evaluación por participación colaborativa que da garantías de confiabilidad en su aplicación. Al mismo tiempo, reúne otras ventajas a su favor: ofrece una guía para llevar adelante el proceso de evaluación y prevé, además de la evaluación de expertos, dos perfiles de aplicación: uno para docentes con desconocimientos técnicos y otro para alumnos (que carecen de conocimientos didáctico-pedagógicos). Asimismo, por estar acreditada por AENOR está sometida a procesos formales de revisión y actualización que avalan su vigencia.

3. Metodologías de desarrollo de OA

La Tabla 1 resume el resultado del estudio comparativo realizado entre las 28 metodologías de desarrollo de OA, teniendo en cuenta el modelo de ciclo de vida adoptado, los usuarios de las mismas y las prácticas ágiles identificadas.

Metodología	País, año	Modelo de ciclo de vida	Usuario de la metodología	Prácticas ágiles
Univ. Nac. del Litoral	Argentina, 2020	Iterativo incremental	Equipo multidisciplinar	Desarrollo iterativo incremental
OAULA	Venezuela, 2019	Prototipado evolutivo	Equipo multidisciplinar	Gestión de la calidad durante todo el proceso de desarrollo
Univ. Militar Nueva Granada	Colombia, 2016	Cascada	Equipo multidisciplinar	Ninguna
INTERA	Brasil, 2016	Cascada con iteración de las etapas	Equipo multidisciplinar	Iteraciones
DICREVOA	Ecuador, 2015	Cascada	Docente no informático	Ninguna
Univ. Nac. de Loja	Ecuador, 2015	Cascada con retroalimentación entre algunas etapas	Docente con conocimientos en informática	Ninguna
UBoa	Colombia, 2014	Cascada	Equipo multidisciplinar	Seguimiento continuo de la calidad en todo el proceso de desarrollo.
CROA	Argentina, 2014	Cascada con retroalimentación entre las etapas	Docente	Ninguna
MEDO A	México, 2013	Cascada combinado con Espiral	Docentes y alumnos con o sin experiencia en informática	Iteraciones incrementales del conjunto de fases 2) Análisis, 3) Diseño, 4) Implementación y 5) Validación
ISDOA	Colombia, 2012	Cascada con V&V	Equipo multidisciplinar	La calidad es transversal al proceso de desarrollo
MESOVA	Colombia, 2011	Cascada, con Prototipado evolutivo sólo en la fase de diseño	Equipo multidisciplinar	Gestión continua de la calidad mediante puntos de control al final de cada fase. Desarrollo de prototipos de forma evolutiva (producto incremental)
MPOBA	Argentina, 2011	Prototipado evolutivo	Equipo multidisciplinar	Involucramiento del usuario desde el inicio del proceso de desarrollo. Uso de prototipos para refinar necesidades
Teenopedagógica	Venezuela, 2011	Cascada	Equipo multidisciplinar	Ninguna
MACOBA	México, 2009	Cascada	Equipo multidisciplinar	Ninguna
Plan Ceibal	Uruguay, 2009	Cascada	Docente	Ninguna
DINTEV	Colombia, 2009	Incremental IWeb	Equipo multidisciplinar	Desarrollo incremental
AODDEI	México, 2008	Cascada, con retroalimentación entre la fase de Implantación y la de Diseño	Equipo multidisciplinar	Ninguna
Univap Virtual	Brasil, 2008	Cascada	Equipo multidisciplinar	Ninguna
Univ. Autónoma Metrop. Cuajimalpa	México, 2008	Cascada	Docente no informático	Ninguna
Univ. Nac. de la Patagonia San Juan Bosco	Argentina, 2008	Cascada	Docente con conocimientos en informática	Ninguna
Univ. de Guadalajara	México, 2007	Cascada	Docente con conocimientos en informática	Ninguna
Univ. Politécnica de Valencia	España, 2007	Cascada	Docente con conocimientos en informática	Ninguna
MIDO A	México, 2007	Espiral	Equipo multidisciplinar	Desarrollo incremental
Univ. Austral de Chile	Chile, 2006	Cascada	Docentes y estudiantes	Ninguna
LOCOME	Venezuela, 2006	RUP	Equipo multidisciplinar	Desarrollo iterativo. Concepción sistémica de la calidad
APROA	Chile, 2005	Cascada	Docente y desarrollador multimedia	Ninguna
ISDMeLO	Brasil, 2004	Cascada	Equipo multidisciplinar	Ninguna
Univ. Nac. de La Plata	Argentina, 2000	Prototipado evolutivo	Equipo multidisciplinar	Desarrollo incremental

Tabla 1: Comparación de metodologías de desarrollo de OA (adaptado de Bertossi y Gutiérrez, 2022)

4. Estructura de un OA

A continuación, se detallan los componentes internos de la estructura de un OA (Bertossi et al., 2022b):

- **Resultado de Aprendizaje:** cabe aclarar que la nomenclatura de ‘objetivo de aprendizaje’ que aparece en la definición del apartado 1 troca por el de ‘resultado de aprendizaje’ debido a que dentro del EBC el primero hace alusión a la intención del docente respecto de la enseñanza de un contenido curricular, mientras que el segundo se define desde la perspectiva del discente en una suerte de refinamiento de la competencia a la que tributa, es decir, es una declaración acerca de lo que se espera que el alumno aprenda y de cómo va a demostrar ese logro. Un resultado de aprendizaje pertenece a algún nivel del dominio cognitivo: (i) reproductivo (el conocimiento es retenido y reproducido, aunque no es razonado o aplicado con propiedad); (ii) aplicación (se profundiza en el manejo de la información, hay comprensión cognitiva, pero se trata de un saber improductivo ya que se presentan ciertas dificultades en la solución de problemas reales); (iii) creación (se produce el aprendizaje profundo y la comprensión autónoma, hay dominio en el manejo y aplicación de la información; además, el conocimiento se usa con seguridad en la solución de problemas y situaciones de la vida real).

- **Contenido:** es lo que debe ser aprendido según el currículo y aborda alguna dimensión de las competencias: (i) Saber–conocer (datos, conceptos, hechos, principios, teorías, etc.); (ii) Saber–hacer (procedimientos metodológicos, algoritmos y procesos aplicados en campos científicos o área profesional) y (iii) Saber–ser (actitudes, valores, reflexiones y normas necesarios para la práctica profesional tales como responsabilidad, autonomía, iniciativa, comunicación, colaboración, etc.).

- **Actividad de aprendizaje:** es un conjunto de tareas que demandan la participación activa del alumno en pos de generar el aprendizaje significativo y autónomo del contenido, a la vez que lo preparan para tener éxito en la evaluación.

- **Evaluación:** conjunto de actividades destinadas a determinar, de acuerdo a criterios de evaluación definidos por el docente, en qué medida el alumno ha logrado el resultado de aprendizaje que se espera de él. Para ello se emplean diferentes instrumentos, que pueden ser estructurados, semiestructurados o no estructurados, y deben corresponder al nivel de asimilación al que pertenece el resultado de aprendizaje.

Desde el punto de vista pedagógico, para alcanzar la significatividad lógica planteada como criterio de calidad, es necesario que contenido, actividades de aprendizaje y evaluación estén alineados con el resultado de aprendizaje; y que éste, a su vez, lo esté con la competencia a la que aporta. Por otra parte, la estructura externa de un OA está conformada por los *metadatos*, que consisten en un conjunto de descriptores utilizados por el repositorio en el cual será almacenado y que posibilitarán su búsqueda y recuperación. En la Figura 2 se presenta un modelo conceptual de la estructura completa descripta precedentemente.

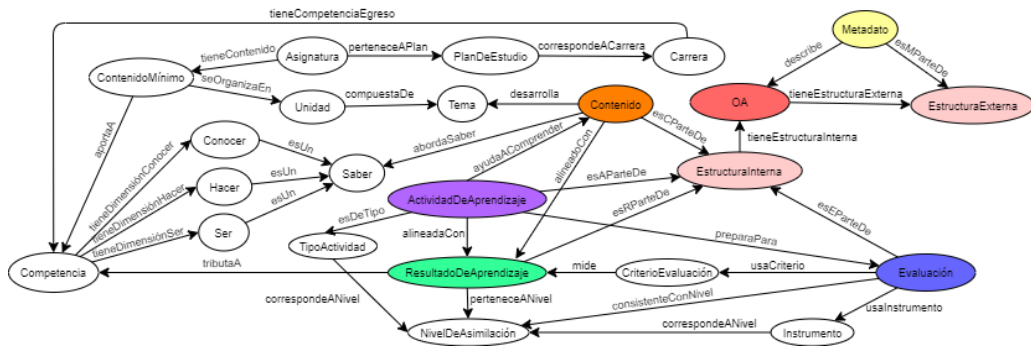


Figura 2: Ontología de la estructura de un OA (adaptado de Bertossi et al., 2022b)

Posteriormente, este modelo se restringió mediante la definición en lógica descriptiva de axiomas de integridad (Tabla 2) y la redacción de reglas de derivación en lenguaje SWRL (Tabla 3).

La Estructura Externa de un OA está formada por Metadatos	$EstructuraExterna \equiv \exists esMParteDe . Metadato$
La Sintaxis de un Resultado de Aprendizaje tiene exactamente 1 Verbo, 1 Objeto, 1 Finalidad y 1 Condición	$SintaxisResultadoDeAprendizaje \equiv 1 tieneVerbo.Verbo \sqcap 1 tieneObjeto.Objeto \sqcap 1 tieneFinalidad.Finalidad \sqcap 1 tieneCondicion.Condicion$
Un Nivel de Asimilación es de Reproducción o de Aplicación o de Creación	$NivelDeAsimilacion \equiv Reproduccion \sqcup Aplicacion \sqcup Creacion$
Reproducción, Aplicación y Creación son clases disjuntas	$Reproduccion \sqcap Aplicacion \sqcap Creacion \sqsubseteq \perp$
Cada Criterio de Evaluación mide el logro de exactamente un Resultado de Aprendizaje	$CriterioEvaluacion \sqsubseteq 1 mide.ResultadoAprendizaje$
Cada Actividad de Aprendizaje ayuda a comprender exactamente un Contenido	$ActividadDeAprendizaje \sqsubseteq 1 ayudaAComprender.Contenido$
Cada Contenido está alineado con exactamente un Resultado de Aprendizaje	$Contenido \sqsubseteq 1 alineadoCon.ResultadoDeAprendizaje$
Cada Resultado de Aprendizaje pertenece a exactamente un Nivel de Asimilación	$ResultadoDeAprendizaje \sqsubseteq 1 perteneceANivel.NivelDeAsimilacion$
Toda Actividad de Aprendizaje es de algún tipo	$ActividadDeAprendizaje \sqsubseteq \exists esDeTipo.TipoActividad$
Instrumento Estructurado, Instrumento No Estructurado e Instrumento SemiEstructurado son clases disjuntas	$InstrumentoEstructurado \sqcap InstrumentoNoEstructurado \sqcap InstrumentoSemiEstructurado \sqsubseteq \perp$
Instrumento Estructurado, Instrumento No Estructurado e Instrumento SemiEstructurado son subclases de Instrumento	$InstrumentoEstructurado \sqsubseteq Instrumento$ $InstrumentoNoEstructurado \sqsubseteq Instrumento$ $InstrumentoSemiEstructurado \sqsubseteq Instrumento$
Un Instrumento de evaluación es Instrumento Estructurado o Instrumento No Estructurado o Instrumento SemiEstructurado	$Instrumento \equiv InstrumentoEstructurado \sqcup InstrumentoNoEstructurado \sqcup InstrumentoSemiEstructurado$

Tabla 2: Axiomas de integridad (Adaptado de Bertossi et al., 2022b).

Regla de derivación en lenguaje coloquial	Regla de derivación en SWRL
La Actividad de Aprendizaje está alineada con el Resultado de Aprendizaje del OA del que forman parte si la Actividad de Aprendizaje es sólo del Tipo que corresponde al Nivel de Asimilación al que pertenece el Resultado de aprendizaje	$Actividad(?a), TipoActividad(?t), ResultadoDeAprendizaje(?ra), Reproduccion(?r), EstructuraInterna(?ei), esAParteDe(?a, ?ei), esRParteDe(?ra, ?ei), esDeTipo(?a, ?t), perteneceANivel(?ra, ?r), correspondeANivel(?t, ?r) \rightarrow alineadoCon(?a, ?ra)$ $Actividad(?a), TipoActividad(?t), ResultadoDeAprendizaje(?ra), Aplicacion(?ap), EstructuraInterna(?ei), esAParteDe(?a, ?ei), esRParteDe(?ra, ?ei), esDeTipo(?a, ?t), perteneceANivel(?ra, ?ap), correspondeANivel(?t, ?ap) \rightarrow alineadoCon(?a, ?ra)$ $Actividad(?a), TipoActividad(?t), ResultadoDeAprendizaje(?ra), Creacion(?cr), EstructuraInterna(?ei), esAParteDe(?a, ?ei), esRParteDe(?ra, ?ei), esDeTipo(?a, ?t), perteneceANivel(?ra, ?cr), correspondeANivel(?t, ?cr) \rightarrow alineadoCon(?a, ?ra)$
La Evaluación de un OA es consistente con el Nivel de Asimilación del Resultado de Aprendizaje si el Instrumento que emplea la Evaluación corresponde sólo al Nivel de Asimilación al que pertenece el Resultado de Aprendizaje	$Evaluacion(?ev), ResultadoDeAprendizaje(?ra), Reproduccion(?r), EstructuraInterna(?ei), Instrumento(?i), usaInstrumento(?ev, ?i), esEParteDe(?ev, ?ei), esRParteDe(?ra, ?ei), correspondeANivel(?i, ?r), perteneceANivel(?ra, ?r) \rightarrow consistenteConNivel(?ev, ?r)$ $Evaluacion(?ev), ResultadoDeAprendizaje(?ra), Aplicacion(?ap), EstructuraInterna(?ei), Instrumento(?i), usaInstrumento(?ev, ?i), esEParteDe(?ev, ?ei), esRParteDe(?ra, ?ei), correspondeANivel(?i, ?ap), perteneceANivel(?ra, ?ap) \rightarrow consistenteConNivel(?ev, ?ap)$ $Evaluacion(?ev), ResultadoDeAprendizaje(?ra), Creacion(?cr), EstructuraInterna(?ei), Instrumento(?i), usaInstrumento(?ev, ?i), esEParteDe(?ev, ?ei), esRParteDe(?ra, ?ei), correspondeANivel(?i, ?cr), perteneceANivel(?ra, ?cr) \rightarrow consistenteConNivel(?ev, ?cr)$
Si un Resultado de Aprendizaje y un Contenido de Instrucción son parte de la Estructura Interna de un OA, entonces el Contenido está alineado con el Resultado de Aprendizaje	$EstructuraInterna(?ei), Contenido(?c), ResultadoDeAprendizaje(?ra), esCParteDe(?c, ?ei), esRParteDe(?ra, ?ei) \rightarrow alineadoCon(?c, ?ra)$
Si una Evaluación y un Resultado de Aprendizaje son componentes de la Estructura Interna de un OA, entonces el Criterio de Evaluación mide el logro del Resultado de Aprendizaje	$EstructuraInterna(?ei), Evaluacion(?ev), ResultadoDeAprendizaje(?ra), CriterioEvaluacion(?ce), usaCriterio(?ev, ?ce), esEParteDe(?ev, ?ei), esRParteDe(?ra, ?ei) \rightarrow mide(?ce, ?ra)$
Si una Evaluación usa más de un Criterio de Evaluación, entonces cada Criterio de Evaluación mide el logro del mismo Resultado de Aprendizaje	$Evaluacion(?ev), CriterioEvaluacion(?c1), CriterioEvaluacion(?c2), ResultadoDeAprendizaje(?ra1), ResultadoDeAprendizaje(?ra2), usaCriterio(?ev, ?c1), usaCriterio(?ev, ?c2), mide(?c1, ?ra1), mide(?c2, ?ra2) \rightarrow sameAs(?ra1, ?ra2)$
Si un OA tiene todos sus componentes internos (Resultado de Aprendizaje, Contenido, Actividad de Aprendizaje y Evaluación), su componente externo (Metadato), la Actividad de Aprendizaje y Contenido están alineados con el Resultado de Aprendizaje, la Evaluación es consistente con el Nivel de Asimilación al que pertenece el Resultado de Aprendizaje, entonces el OA está correctamente construido	$OA(?oa), EstructuraInterna(?ei), EstructuraExterna(?ee), Evaluacion(?ev), ResultadoDeAprendizaje(?ra), Contenido(?c), ActividadDeAprendizaje(?a), Metadato(?m), NivelDeAsimilacion(?n), tieneEstructuraInterna(?oa, ?ei), tieneEstructuraExterna(?oa, ?ee), esEParteDe(?ev, ?ei), esRParteDe(?ra, ?ei), esCParteDe(?c, ?ei), esAParteDe(?a, ?ei), esMParteDe(?m, ?ee), perteneceANivel(?ra, ?n), alineadoCon(?a, ?ra), alineadoCon(?c, ?ra), consistenteConNivel(?ev, ?n) \rightarrow OACorrectamenteConstruido(?oa)$

Tabla 3: Reglas de derivación en SWRL (adaptado de Bertossi et al., 2022b)

Conclusiones

En esta comunicación se exponen los resultados obtenidos hasta la fecha como parte del trabajo doctoral cuyo objetivo es diseñar una arquitectura de SR que dé soporte a docentes de Ingeniería en el desarrollo de OA de calidad técnica y pedagógica a utilizar como mediadores del proceso de enseñanza y aprendizaje. En una primera aproximación, se analizó el dominio de los OA y se lo modeló con una ontología. Luego se estudiaron instrumentos existentes que evalúan la calidad de OA con la intención de adoptar uno que sea válido, confiable, sencillo de aplicar y dé cobertura a 5 criterios generales de calidad: significatividad lógica, significatividad psicológica, calidad técnica, usabilidad y accesibilidad. El instrumento que resultó seleccionado es el UNE 71632, elaborado por un comité de estandarización español de AENOR. También se compararon metodologías de desarrollo para identificar la aplicación de prácticas ágiles que beneficiarían la construcción de OA, ya que esta tarea involucra una actividad creativa de producción de conocimiento, centrada en las personas. Finalmente, se elaboró una ontología que modela la estructura de un OA dentro del contexto del EBC. Estos resultados serán insumo para las siguientes actividades previstas: elección de herramientas de Inteligencia Artificial para el futuro SR, diseño de la

arquitectura del SR, definición de métricas para las recomendaciones y evaluación de la arquitectura diseñada.

Referencias

- ADL – Advanced Distributed Learning Initiative. (2004). *Sharable Content Object Reference Model (SCORM)*. <https://adlnet.gov/projects/scorm/#scorm-versions-and-resources>
- AENOR – Agencia Española de Normalización. (2020). *UNE 71362:2020 – Calidad de los materiales educativos digitales*.
- Beck, B.; Beedle, M.; van Bennekum, A.; Cockburn, A.; Cunningham, W.; Fowler, M.; Grenning, J.; Highsmith, J.; Hunt, M.; Jeffries, R.; Kern, J.; Marick, B.; Martin, R.; Mellor, S.; Schwaber, K.; Sutherland, J. y Thomas, D. (2001). *Manifiesto por el desarrollo ágil de software*. Disponible en <http://agilemanifesto.org/iso/es/manifesto.html>
- Bertossi, V. y Gutiérrez, M. de los M. (2020). “Objetos de Aprendizaje: Estado del Arte”, *IEEE Congreso Bienal de Argentina (ARGENCON)*, Universidad Tecnológica Nacional, Resistencia, Chaco, Argentina, 1 al 4 de diciembre. Disponible en <https://doi.org/10.1109/ARGENCON49523.2020.9505342>
- Bertossi, V.; Martínez, K.; Gutiérrez, M. de los M. y Romero, L. (2020). “Análisis de la Calidad de Objetos de Aprendizaje en Contextos Universitarios”, *Latin-American Journal of Computing (LAJC)*, 7(1), 101-113. Disponible en <https://lajc.epn.edu.ec/index.php/LAJC/article/view/176/133>
- Bertossi, V. I. y Gutiérrez, M. de los M. (2022). “Prácticas ágiles en el desarrollo de objetos de aprendizaje: estado del arte”, *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET)*, (31), 121-132. Disponible en <https://doi.org/10.24215/18509959.31.e12>
- Bertossi, V.; Romero, L. y Gutiérrez, M. de los M. (2022a). “Revisión Sistemática de Instrumentos de evaluación de Calidad de Objetos de Aprendizaje”, *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información (RISTI)*. [En prensa].
- Bertossi, V.; Bourlot, J.; Ale, M.; Gutiérrez, M. de los M. y Romero, L. (2022b). “Un modelo conceptual de Objetos de aprendizaje como soporte en su diseño y desarrollo - Enfoque basado en competencias”, *17th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, 22 al 25 de junio. Disponible en <https://doi.org/10.23919/CISTI54924.2022.9866892>
- CONFEDI (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina - Libro Rojo de CONFEDI*. Universidad FASTA Ediciones.
- DCMI – Dublin Core Metadata Initiative. (2020). *Dublin Core™ Specification*. Disponible en <https://www.dublincore.org/specifications/dublin-core/>
- IEEE. (2002). *Standard for Learning Object Metadata (1484.12.1-2002)*. New York, N.Y: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- IMS – Instructional Management System Global Learning Consortium. (2007). *IMS Content Packaging Information Model Version 1.2. Public Draft 2*. Disponible en https://www.imsglobal.org/content/packaging/cpv1p2pd2/imscp_infov1p2pd2.html
- ISO – International Organization for Standardization. (2018). *ISO 9241-11:2018: Ergonomics of human-system interaction – Part 11: Usability: definitions and concepts*. Disponible en <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>
- ISO/IEC – International Organization for Standardization/ International Electrotechnical Commission. (2008). *ISO/IEC 24751-1:2008 Information technology – Individualized adaptability and accessibility in e-learning, education and training – Part 1: Framework and reference model*. Disponible en <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:24751:-1:ed-1:v1:en>
- Ley 26653 de 2010. Accesibilidad de la información en las páginas Web. 26 de noviembre de 2010. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-26653-175694>
- Mayer, R. E. (2014). Research-based principles for designing multimedia instruction. En V. A. Benassi, C. E. Overson, & C. M. Hakala (Eds.), *Applying science of learning in education: Infusing psychological science into the curriculum*. Society for the Teaching of Psychology, 59-70.
- W3C – Consorcio de la World Wide Web. (2008). *WCAG 2.0 - Web Content Accessibility Guidelines*.