

MODELO ONTOLÓGICO PARA PERSONALIZAR APLICACIONES DE APRENDIZAJE UBICUO

ONTOLOGICAL MODEL FOR THE PERSONALIZATION OF U-LEARNING APPLICATIONS

Elena B. Durán
Universidad Nacional de
Santiago del Estero
Belgrano (S) 1912
4200 Santiago del Estero,
Argentina
eduran@unse.edu.ar

Margarita M. Álvarez
Universidad Nacional de
Santiago del Estero
Belgrano (S) 1912
4200 Santiago del Estero,
Argentina
alvarez@unse.edu.ar

Silvina I. Únzaga
Universidad Nacional de
Santiago del Estero
Belgrano (S) 1912
4200 Santiago del Estero,
Argentina
sunzaga@unse.edu.ar

ABSTRACT

The ubiquitous learning is regarded as one of the new educational paradigms, where learning situations can happen anytime and anywhere. Computer systems that support such learning must manage a variety of information such as: differentiated characteristics of users, technology used and contexts in which learning takes shape. This implies that the context is vital importance, as these applications must be sensitive to such contexts and automatically adapt to your changes. This paper presents an ontological model with a comprehensive conceptual framework modeling semantic context of applications of ubiquitous learning and reasoning that you can do from this model to infer new knowledge for customization purposes is presented. Having this framework allow a software developer to take appropriate action with respect to building a ubiquitous learning application, and which will have all classes, relationships and rules of reasoning decisions. Moreover it will allow intelligent agents to reason about the contextual information and can offer customization services to ubiquitous applications. Therefore, it provides a framework to deliver a learning service adjusted to changes in context, mobility and connectivity, as well as the characteristics of each student.

RESUMEN

El aprendizaje ubicuo es considerado como uno de los nuevos paradigmas educativos, donde las situaciones de aprendizaje se pueden suceder en cualquier momento y lugar. Los sistemas informáticos que dan soporte a ese tipo de aprendizaje deben manejar una variedad de información tales como: características diferenciadas de los usuarios, tecnología que se utiliza y

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

EATIS'16, April 27 - 29 2016, Cartagena, Colombia.
Copyright 978-1-5090-2435-3/16/\$31.00 ©2016 IEEE

contextos en los que se concreta el aprendizaje. Esto implica que el contexto es vital importancia, ya que estas

aplicaciones deben ser sensibles a tales contextos y adaptarse automáticamente a sus cambios. En este trabajo se presenta un modelo ontológico con un esquema conceptual exhaustivo que modela la semántica del contexto de aplicaciones informáticas de aprendizaje ubicuo y los razonamientos que se pueden hacer a partir de este modelo para inferir nuevo conocimiento con fines de personalización. Disponer de este marco de referencia permitirá a un diseñador de software tomar decisiones adecuadas con respecto a la construcción de una aplicación de aprendizaje ubicuo, ya que contarán con todas las clases, relaciones y reglas de razonamiento. Por otra parte, permitirá que los agentes inteligentes razonen acerca de la información contextual y puedan ofrecer servicios de personalización a las aplicaciones ubicuas. Por lo tanto, brinda un marco adecuado para ofrecer un servicio de aprendizaje ajustado a los cambios de contexto, a la movilidad y conectividad, así como a las características propias de cada estudiante.

Categories and Subject Descriptors

I.2.4 [Computing Methodologies]: ARTIFICIAL INTELLIGENCE. Knowledge Representation Formalisms and Methods. Software Architectures – *Representation (Procedural and Rules-Based)* – *Semantic Network*.

K.3.1 [Computers and Education]: Computer Uses in Education - *Distance Learning*.

General Terms

Design, Human Factors.

Keywords: ontology, ubiquitous learning, reasoning

Palabras Claves: ontologías, aprendizaje ubicuo, razonamiento

1. INTRODUCCIÓN

Los ambientes de aprendizaje ubicuo están ayudando a superar las restricciones de las aulas convencionales aportando los conceptos de aprendizaje en cualquier lugar y en cualquier momento, y proporcionando a las personas una mejor experiencia educativa en sus entornos de la vida diaria [6]. La incorporación de características de adaptabilidad y personalización en estos sistemas permite que se proporcione a los estudiantes un ambiente que atiende las preferencias y necesidades de cada alumno, al identificar el contexto en el que

se encuentra, sus diferentes conocimientos previos, intereses, estilos de aprendizaje, objetivos, y otras características, para conducir a una experiencia de aprendizaje más eficaz.

Un paso importante para aplicaciones de u-learning es la integración de agentes inteligentes que empleen el conocimiento y el razonamiento para entender el contexto local. Por otra parte, las ontologías proporcionan un medio para que los agentes inteligentes razonen acerca de la información contextual y puedan ofrecer servicios de personalización a las aplicaciones ubicuas.

En este artículo, se presenta el diseño de la ontología ONTO-AU que describe los diferentes componentes de un contexto de aprendizaje ubicuo, dejándolo disponible para que agentes de software y diseñadores de las aplicaciones ubicuas accedan a él con fines de personalización.

En las siguientes secciones se citan antecedentes de trabajos relacionados, se presenta la especificación, conceptualización y formalización de la ontología ONTO-AU y se proporciona una perspectiva de la implementación de la misma para la personalización de aplicaciones de u-learning. Finalmente, se expresan algunas conclusiones respecto al trabajo realizado y enuncian las líneas de acción futuras.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

En esta sección se presentan algunos antecedentes de trabajos que proponen el uso de ontologías en ambientes de aprendizaje y en particular en ambientes de aprendizaje ubicuos.

Siadaty et al. [10] presentan un marco basado en ontologías, llamado m-LOCO, construido sobre la base de un conjunto integrado de ontologías (p.ej. ontología del diseño instruccional, ontología del dominio, ontología del modelo de usuario y ontología de los objetos de aprendizaje) con el objeto de capturar la información contextual en entornos de aprendizaje móvil.

Cho y Hong [2] describen la arquitectura conceptual y modelo de contexto basado en ontologías para proporcionar servicios de aprendizaje consientes del contexto en entornos de aprendizaje ubicuo. La ontología hace referencia a un ambiente de aprendizaje ubicuo y se denomina CALA-ONT (Context Aware Learning Architecture ONTOlogy).

Ovalle et al. [9] proponen utilizar una modelación ontológica para la personalización del aprendizaje, incluyendo los perfiles de estudiantes, siguiendo la teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner y utilizando una ontología de dominio, que permite representar el conocimiento empleado en plataformas virtuales de aprendizaje.

Liao et al. [8] proponen una malla curricular de aprendizaje ubicuo basado en ontologías (OULG) para resolver las dificultades relativas a la manera de adaptar el ambiente de aprendizaje a los diferentes alumnos, dispositivos y lugares. OULG a través de la ontología identifica y adapta los contenidos de aprendizaje a aspectos del dominio, tareas, dispositivos, e información contextual.

Del análisis de los trabajos presentados, se puede concluir que si bien hay trabajos que usan ontologías en ambientes de aprendizaje ubicuo, no todas describen contextos ubicuos y en las que sí lo hacen, no cubren todos los elementos del contexto que se modelan en este trabajo.

3. ONTOLOGÍA PARA APLICACIONES DE APRENDIZAJE UBICUO

Una de las metodologías más reconocidas y utilizadas es Methontology [5]. Esta define un proceso de desarrollo iterativo

que consta de cinco fases: especificación, conceptualización, formalización, implementación y mantenimiento de la ontología. En este trabajo se describen los resultados de aplicar las cuatro primeras fases desarrolladas para crear ONTO-AU y representar el conocimiento necesario para concretar la personalización en aplicaciones de aprendizaje ubicuo.

3.1 Especificación de la Ontología

La ontología ONTO-AU tiene como alcance generar una descripción semántica que permita representar la estructura taxonómica del contexto de una aplicación de aprendizaje ubicuo. Para ello, es importante definir lo que se entiende por contexto. A tal efecto, en este trabajo se adopta la definición enunciada por Dey [3] y la aportada por Siadaty [10]. En Alvarez et al. [1] hemos definido un meta modelo de contexto para aplicaciones de aprendizaje ubicuo que consta de un **modelo de contexto de aprendizaje**, un **modelo de contexto ubicuo** y un **modelo funcional**. Estos modelos aglutinan a su vez a otros modelos, como se indica a continuación: el *modelo de contexto de aprendizaje* comprende tres modelos: Modelo del estudiante, Modelo de Dominio y Modelo de la estrategia de aprendizaje; el *modelo de contexto ubicuo* está formado por tres modelos: Modelo de Dispositivos, Modelo de comunicación y Modelo del ambiente y el *modelo funcional* permite describir las funciones básicas de una aplicación de aprendizaje ubicuo: adquisición del contexto, mantenimiento de los modelos, prestación de servicios al usuario, gestión de consultas del administrador del sistema y personalización. En consecuencia, el alcance de la ontología esta dado por los modelos de contexto de aprendizaje y de contexto ubicuo.

Los objetivos identificados para el desarrollo de la ontología ONTO-AU son:

- Diseñar una estructura semántica para ofrecer diferentes servicios personalizados en aplicaciones de aprendizaje ubicuo.
- Describir los conceptos necesarios para definir los componentes del modelo de contexto de aprendizaje y del modelo del contexto ubicuo.
- Definir las reglas a través de las cuales se puedan:
 - seleccionar Objetos de Aprendizaje adaptados a las características del estudiante y al contexto en el cual se desenvuelve.
 - ofrecer caminos de aprendizaje personalizados.
 - recomendar colaboradores apropiados para asistir el aprendizaje de un estudiante.

Los usuarios finales de la ontología serán los diseñadores de aplicaciones de aprendizaje ubicuo, a quienes les aportará una descripción de los conceptos y las relaciones entre los elementos del contexto, así como la inferencia de nuevo conocimiento a partir de esa descripción, y que le serán útiles para diseñar aplicaciones de aprendizaje ubicuo que ofrezcan servicios personalizados. La ontología servirá también para que agentes de software puedan prestar servicios de personalización en aplicaciones de aprendizaje ubicuo.

Atendiendo los fines enunciados y considerando lo definido por Durán [4] respecto a los diferentes aspectos que pueden ser adaptados en las aplicaciones de u-learning, definimos cinco tipos de servicios que podrían prestar las aplicaciones de aprendizaje ubicuo y que requerirían funciones de adaptación: 1) Asistencia personalizada en el aprendizaje de contenidos relacionados a un punto de interés, 2) Recomendación de un camino de aprendizaje para cumplir con un cierto objetivo de aprendizaje, 3) Recomendación de puntos de interés cercanos a la posición actual del estudiante, 4) Recomendación de expertos para colaborar con el aprendizaje del estudiante y 5)

Recomendación de pares para colaborar con el aprendizaje del estudiante.

En consecuencia la ontología deberá responder a preguntas que permitan personalizar los servicios mencionados; es decir preguntas tales como:

1. ¿Cuáles son los OAs, vinculados al Punto de Interés (PI) seleccionado por el estudiante, que se le pueden recomendar por cumplir con las siguientes condiciones:
 - o ser adecuados para el dispositivo que usa
 - o ser apropiados para su estilo de aprendizaje
 - o ser adecuados para las condiciones contextuales que rodean al estudiante.
2. ¿Cuál es la secuencia de PI que debe recorrer un estudiante para lograr un determinado objetivo de aprendizaje, considerando su ubicación actual, las condiciones contextuales y sus conocimientos previos?
3. ¿Cuáles son los PI más cercanos a la ubicación actual del estudiante que se le pueden recomendar para concretar nuevos aprendizajes o completar otros iniciados anteriormente?
4. ¿Cuáles son los tutores (docentes o expertos) que se encuentran cerca de la posición actual del estudiante o se encuentran en línea y pueden atender la consulta del estudiante respecto de un tema específico?
5. ¿Cuáles son los pares que se encuentran cerca de la posición actual del estudiante o se encuentran en línea y pueden atender la consulta del estudiante respecto de un tema específico, porque tienen un grado de avance mayor en la tarea y un nivel de conocimiento medio o alto en el tema?

3.2. Conceptualización, Formalización e Implementación de la Ontología

En el proceso de conceptualización de ONTO-AU realizamos las actividades de construcción del glosario de términos, con todos los conceptos a incluir en la ontología. De acuerdo al modelo de contexto definido anteriormente, los principales conceptos identificados son:

Alumno: describe los datos personales, de preferencias, de conocimientos previos y estilo de aprendizaje de los estudiantes.

Curso: describe los datos identificatorios, las características de un curso y sus objetivos pedagógicos.

Tema: describe la segmentación de los contenidos educativos en partes más pequeñas.

Objeto de Aprendizaje: considerando que los curso se conforman de objetos de aprendizaje, los que se toman de diferentes repositorios y contienen metadatos que facilitan su identificación y recuperación, se modela en esta clase los datos establecidos en el estándar IEEE-LOM [7].

Estrategia de Aprendizaje: describe el Tipo de estrategia a utilizar, (por ejemplo, de prueba y error, con pre-orientaciones, de composición completa, etc.), las herramientas a utilizar, los tipos de actividades y de evaluaciones para cada estrategia.

Dispositivo: describe el dispositivo que utiliza el estudiante para acceder a los cursos y las características de hardware y software del mismo

Red de Comunicación: describe las posibles redes de comunicación por las que se puede conectar el estudiante con el sistema.

Colaborador: describe información sobre docentes, expertos y pares que pueden colaborar con el estudiante en la realización de una tarea pedagógica.

Ambiente de Aprendizaje: describe los diferentes escenarios en los que se puede concretar el aprendizaje.

Puntos de Interés: describe los objetos o lugares sobre los cuales el estudiante puede realizar un aprendizaje.

Condiciones Ambientales: describe las características del ambiente de aprendizaje que pueden ser captadas por los sensores del dispositivo del estudiante.

A partir de estos conceptos se estableció una taxonomía, identificando *subclases* como las que se muestran en la Figura 1 para la clase Objeto-Aprendizaje; *conceptos disjuntos*, por ejemplo, la clase Alumno es disjunta con Objeto-Aprendizaje ya que no existe ninguna instancia que se comparta entre ellas, y *descomposiciones exhaustivas*, por ejemplo, los conceptos experto, docente y alumno-avanzado constituyen una descomposición exhaustiva de la clase Colaboradores ya que se asume no existen instancias que no pertenezcan a estas tres subclases. Luego, se identificaron las relaciones binarias entre los conceptos y se elaboró el diagrama de relaciones que se muestra en la Figura 2.



Figura 1: Taxonomía de la clase Objeto-Aprendizaje

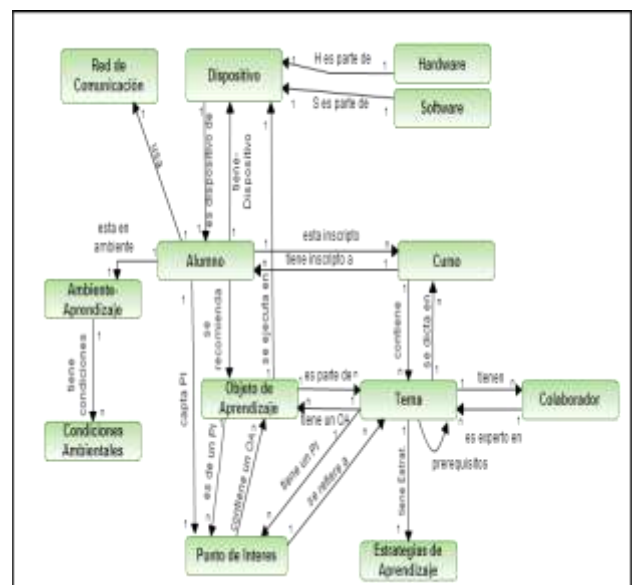


Figura 2: Modelo Conceptual de la Ontología

Para la formalización de ONTO-AU se utilizó Protégé-OWL 5 (Stanford Center for Biomedical Informatics Research-Stanford University, 2015), con la cual se definieron clases, propiedades, relaciones e instancias.

4. RAZONAMIENTO BASADO EN LA ONTOLOGIA

En este apartado se muestran los razonamientos que se pueden llevar a cabo como parte del módulo de personalización que integra el *modelo funcional* descrito en la sección 3.1. Este módulo tiene la función de interpretar la información contextual y razonar nuevo conocimiento a partir de la información de la ontología y de la información contextual captada en tiempo real por el dispositivo del estudiante. Para mostrar tales razonamientos se seleccionó una de las preguntas a la que se espera que la ontología pueda responder:

¿Cuáles son los OAs, vinculados a un punto de interés seleccionado por el estudiante, que se le pueden recomendar por cumplir con las siguientes condiciones:

- ser adecuados para el dispositivo que usa
- ser apropiados para el estilo de aprendizaje del estudiante
- ser adecuados para las condiciones contextuales que rodean al estudiante.

Luego se procedió a definir las reglas que se requieren en la ontología para inferir nuevo conocimiento. El razonamiento basado en reglas permite obtener nuevos contextos a partir de otros varios contextos.

Para escribir el primer prototipo de las reglas usamos SWRL (Semantic Web Rule Language) desde el entorno de Protege-OWL y el razonador Hermit 1.3.8.3. Las reglas son de la forma *antecedente*→*consecuente*.

Primero se definieron las reglas para inferir las subclases de OAs apropiados para ser recomendados a estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje (visual/verbal, activo/expositivo), en diferentes ambientes de aprendizaje (outdoor, laboratorio, aula, casa) y de acuerdo a las características de software del dispositivo que usa el estudiante. En las Figuras 3, 4, y 5 se muestran ejemplos de estas reglas.

<p>SUB-CLASE INFERIDA: OA-Visual</p> <p>DESCRIPCIÓN: Todo OA que tiene como recurso de aprendizaje: Simulación, Diagrama, Figura, Gráfico, Slide o Tabla es un OA Visual.</p> <p>EXPRESIÓN:</p> <p><i>Objeto-Aprendizaje(?x), Tipo-rec-edu-OA(?x, "diagrama") -> OA-visual(?x)</i></p> <p><i>Objeto-Aprendizaje(?x), Tipo-rec-edu-OA(?x, "simulacion") -> OA-visual(?x)</i></p> <p><i>Objeto-Aprendizaje(?x), Tipo-rec-edu-OA(?x, "slice") -> OA-visual(?x)</i></p> <p><i>Objeto-Aprendizaje(?x), Tipo-rec-edu-OA(?x, "figura") -> OA-visual(?x)</i></p> <p><i>Objeto-Aprendizaje(?x), Tipo-rec-edu-OA(?x, "grafico") -> OA-visual(?x)</i></p> <p><i>Objeto-Aprendizaje(?x), Tipo-rec-edu-OA(?x, "tabla") -> OA-visual(?x)</i></p>

Figura 3: Reglas para inferir la subclase OAs visuales

<p>SUB-CLASE INFERIDA: OA-Outdoor</p> <p>DESCRIPCIÓN: Todo OA adecuado para ser trabajado al aire libre es el que tiene un Contexto con el valor: outdoor.</p> <p>EXPRESIÓN: <i>Objeto-Aprendizaje(?x), Contexto-OA(?x, "Aire Libre") -> OA-Outdoor(?x)</i></p>

Figura 4: Regla para inferir la subclase OAs para ser ejecutados outdoor

<p>SUB-CLASE INFERIDA: OA-pdf</p> <p>DESCRIPCIÓN: Todo OA que tiene un formato que es soportado por un software de aplicación instalado en el dispositivo del estudiante, es adecuado para ejecutarse en el software de ese dispositivo.</p> <p>EXPRESIÓN: <i>Objeto-Aprendizaje(?x), Formato-OA(?x, "pdf") -> OA-pdf(?x)</i></p>

Figura 5: Regla para inferir la subclase OAs para un dispositivo que tiene software con formato pdf

Luego se definieron las reglas necesarias para recomendar OAs a los estudiantes según su estilo de aprendizaje (Entrada). Así, por ejemplo, si un estudiante posee un estilo de aprendizaje visual y el OA es un tipo de recurso educativo de esas características entonces el razonador infiere que es un OA que se le recomienda al alumno.

OA-visual(?x),Entrada(?y,"Visual")-> serecom-visual (?y, ?x)

A continuación se escribieron las reglas que infieren nuevo conocimiento para personalización a partir de las evidencias del contexto en el que se encuentra el estudiante y que son capturadas en tiempo real o ingresadas por el estudiante a través de su dispositivo. En este caso se trata de reglas que permiten inferir los OAs a recomendar al estudiante considerando su ubicación, el punto de interés identificado y el dispositivo que usa. Para el primer caso, si por ejemplo, la función de adquisición del contexto del módulo funcional, al recibir las coordenadas detectadas por el GPS del dispositivo del estudiante determina que se encuentra en un ambiente externo (outdoor) y el OA es un tipo de recurso educativo de la subclase OA-Outdoor el razonador infiere que es un OA que se le recomienda al alumno.

Nombre-Ambiente(?z,"outdoor"),OA-Outdoor(?x), estaenAmbiente(?y, ?z) -> serecom-Outdoor (?y, ?x)

Para el segundo caso, se utilizó la siguiente regla que permite recomendar los OAs de acuerdo al PI reconocido por el dispositivo del estudiante.

Alumno(?y), captaPI(?y,?p), contieneOA(?p,?x) -> serecom-PI(?x, ?y)

Para el tercer caso, si por ejemplo, un estudiante posee un dispositivo que tiene instalado el software Adobe Reader y el OA tiene definido como formato "pdf" entonces el razonador infiere que es un OA que se le recomienda al alumno.

Alumno(?y), tienedispositivo(?y, ?x), Sespartede(?z, ?x), Nombre-soft(?z, "Adobe Reader") -> Alum-pdf(?y)

OA-pdf(?x), Alum-pdf(?y) -> serecom-pdf(?y, ?x)

Además, se puede inferir nuevo conocimiento a partir de la combinación de las reglas antes mencionadas. Un diseñador de software, a la hora de utilizar la ontología puede tomar una o algunas de estas reglas, según los objetivos de personalización que se persigan, descartando las reglas restantes.

5. ESCENARIO DE CASO DE USO

Supongamos que la estudiante *Margarita* se loguea al sistema usando el dispositivo *Cel-Alk-POP2*, capta con la cámara de su dispositivo el punto de interés *PI-3*, y el GPS de su celular detecta que se encuentra en un sitio al aire libre.

Entonces la información contextual se expresa de la forma:

*(Margarita, tienedispositivo,Cel-Alk-POP2),
(Margarita, estaubicadoen, "outdoor"),
(Margarita, captaPI, PI-3)*

La instancia *Margarita* de la clase ALUMNO, tiene definido como propiedad de dato: estilo de aprendizaje-entrada = "Visual" y estilo de aprendizaje-procesamiento = "Activo". La instancia: dispositivo *Cel-Alk-POP2* tiene como propiedad de dato el software Adobe Reader y la instancia *PI-3* tiene una relación binaria "contieneOA" con las instancias OA-3, OA-4 y OA-5 de la clase Objeto-Aprendizaje. Por otra parte, las propiedades de dato de las instancias OA-3, OA-4 y OA-5 se muestran en la Tabla 1.

La regla aplicada para inferir los OAs que se recomiendan a la estudiante "*Margarita*" es la siguiente:

OA-Inter-Activo (?x), OA-Nivel-Inter-Alto(?x), OA-visual(?x), OA-pdf(?x), OA-Outdoor(?x), Procesamiento(?y, "Activo"), Entrada (?y, "Visual"), Alum-pdf(?y), estaenAmbiente(?y, ?z), Nombre-Ambiente(?z, "outdoor"), contieneOA(?p, ?x), captaPI(?y, ?p) -> serecomienda (?y, ?x)

Tabla 1: Propiedades de datos de OA-3, OA-4 y OA.5

OA	OA3	OA4	OA5
Tipo recurso educativo	Slice simulación	diagrama	Slice
Tipo interactiv.	activo	expositivo	activo
Nivel interactiv.	alto	bajo	muy alto
Contexto	"aire libre"	"aire libre"	Laboratorio
Formato	pdf	pdf	jpg

Esta regla infiere el conocimiento de la siguiente manera: si un OA cumple con las condiciones de ser apto por ser visual (o sea, es un recurso educativo del tipo simulación, slice, figura, etc.) y es adecuado por ser un OA con un nivel de interactividad alto y un tipo de interactividad activo y el OA tiene un formato pdf y es apto para un ambiente al aire libre y es un OA que pertenece al punto de interés capturado por el dispositivo del alumno y por otra parte, si el estudiante tiene un estilo de aprendizaje visual/activo, su dispositivo tiene el software Adobe Reader y se encuentra ubicado outdoor entonces la regla infiere que se le puede recomendar el OA.

En la Figura 6 se muestra el resultado de la inferencia realizada en Protege al aplicar la regla antes presentada. Se observa que el objeto de aprendizaje recomendado a la alumna *Margarita* es el OA-3, que aparece sombreado en la imagen.

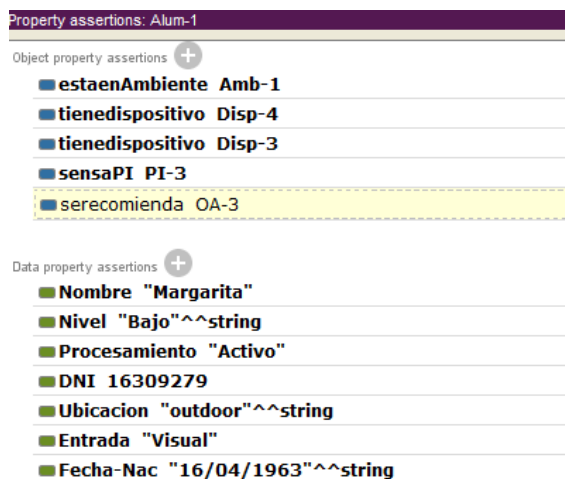


Figura 6: Inferencia de OA recomendado

6. CONCLUSIONES

La ontología ONTO-AU presentada describe los aspectos (conceptos, relaciones y reglas) más relevantes para desarrollar sistemas de apoyo al aprendizaje ubicuo. A partir de los conceptos de alumno, objetos de aprendizaje, dispositivos, sistema de comunicación, estrategias de enseñanza, ambientes de aprendizaje y de las relaciones establecidas en el modelo conceptual se han desarrollado un conjunto de reglas que permiten inferir nuevo conocimiento. En este trabajo se ha presentado la inferencia de conocimiento que se puede realizar con la ontología para dar respuesta a una de las preguntas formuladas en la etapa de especificación. No obstante, ONTO-AU ha sido diseñada para dar respuesta a todas las preguntas formuladas, ofreciendo a los desarrolladores un marco adecuado para personalizar diferentes servicios, ya que del basto conjunto de reglas formuladas en este primer prototipo, el diseñador puede seleccionar el juego de reglas según lo que desea personalizar en su aplicación de aprendizaje ubicuo. De la

misma forma los agentes de software pueden usar tales reglas para inferir conocimiento necesario para ofrecer servicios personalizados. En versiones futuras del prototipo se tiene previsto el uso del lenguaje OWL 2 para la implementación de la ontología.

Continuando con esta línea de trabajo, estamos avanzando en el diseño de escenarios particulares para instanciar la ontología y validar las reglas formuladas. Además, se están formulando las reglas para poder inferir conocimiento en todos los servicios descriptos. Las mismas podrán usarse en la construcción de diferentes aplicaciones de apoyo al aprendizaje ubicuo.

7. REFERENCIAS

- [1] Alvarez M.M., Únzaga S.I y Durán, E.B. 2013. Un enfoque basado en modelos para representar el contexto en aplicaciones de aprendizaje ubicuo. *Anales IX Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA*. Arg., 97–107.
- [2] Cho, D.J. and Hong, M.W. 2008. A Design of Ontology Context Model in Ubiquitous Learning Environments 2 Related Works 3 Context Aware Based Architecture in Ubiquitous Learning Environments. *Context*, 844–848.
- [3] Dey, A.K. 2000. *Providing architectural support for building context-aware applications*. PhD thesis, Georgia Tech., USA.
- [4] Duran E. 2014. Las Técnicas de Personalización en los Sistemas de Aprendizaje Ubicuo. *Fifth International Conference on Advances in New Technologies, Interactive Interfaces and Communicability*, Argentina.
- [5] Fernández-López M, Gómez-Pérez A, J.N. 1997. METHONTOLOGY: From Ontological Art Towards Ontological Engineering. *Spring Symposium on Ontological Engineering of AAAI*. California, 33–40.
- [6] Graf, S. and Kinshuk 2008. Adaptivity and personalization in ubiquitous learning systems. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. 5298 LNCS, 331–338.
- [7] IEEE, L.T.S.C. 2002. *IEEE Standard for Learning Object Metadata*. *IEEE Standard 1484.12.1*.
- [8] Liao, C.-J. et al. 2009. The construction of an ontology-based ubiquitous learning Grid. *International Journal of Distance Education Technologies*. 7, 3, 1–25.
- [9] Ovalle, D. et al. 2014. Modelo de Recomendación Personalizada en Cursos Virtuales basado en Computación Ubicua y Agentes Inteligentes. *Revista de información tecnológica*. 25(6), 131–142.
- [10] Siadaty, M. et al. 2008. m-LOCO: An Ontology-based Framework for Context-Aware Mobile Learning. *In Proceedings of the 6th International Workshop on Ontologies and Semantic Web for Intelligent Educational Systems at 9th International Conference on Intelligent Tutoring Systems*. 40–49.