

# Recuperación de información en escenarios de aprendizaje personalizado para las carreras de perfil agropecuario

## *Recovery of information in personalized learning scenarios for the careers of agricultural profile*

Dr.C. Alexander Sánchez Díaz<sup>1</sup>, M.Sc. Adanay Nuñez González<sup>1</sup>, Ing. Yosleidy Roque Alayón<sup>1</sup>,  
Dr.C. Alexander López Padrón<sup>1</sup>, M.Sc. Astrid Fernández de Castro<sup>1</sup>, Dr.C. Daniella Jorge de Moura<sup>11</sup>

<sup>1</sup>Universidad Agraria de La Habana, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba.

<sup>11</sup>Universidad Estatal de Campinas (UNICAMP), Brasil.

**RESUMEN.** El objetivo principal de este artículo es presentar cómo en los Entornos de Aprendizaje Personalizado para las carreras de perfil agropecuario se puede recuperar información mediante la aplicación de técnicas de Minería de Procesos. Se parte de la identificación de aspectos comunes entre el concepto de unidad de aprendizaje del estándar IMS-LD, el modelo de datos XES y una ontología de grafo social. Se presentan los principales avances que existen en el área de los Entornos de Aprendizaje Personalizado así como algunos elementos de la didáctica que fundamentan el aprendizaje en sistemas centrados en el estudiante. Se describen algunos conceptos definidos en la ontología, la cual puede utilizarse para desarrollar sistemas informáticos que soporten esos escenarios. El vocabulario se definió reutilizando FOAF y las especificaciones de OpenSocial. Mediante el concepto de Actividad definido en la ontología y de sus relaciones, se representan tanto los eventos de las redes sociales como aquellos que componen una unidad de aprendizaje compatible con IMS-LD. Se explica cómo manejando la similitud entre los conceptos definidos en IMS-LD y el modelo de datos XES es posible aplicar las técnicas de la Minería de Procesos para descubrir modelos de aprendizaje, patrones de actividades y realizar minería social. A modo de ejemplo se muestra cómo en una unidad de aprendizaje se puede aplicar la técnica de Alineación de Trazas para detectar posibles patrones de aprendizaje.

**Palabras clave:** PLE, IMS-LD, XES, minería de procesos, ontología.

**ABSTRACT.** The main objective of this paper is to present how in the Environments of Personalized Learning for the careers of agricultural profile the information can be recovered by the application of the techniques of Mining of Processes. It is started from the identification of common aspects among the concept of unit of learning of the standard IMS-LD, the pattern of data XES and social graph ontology. Are show up the main advances in the area of the Environments of Personalized Learning as well as some elements of the didactics that base the learning in systems centered in the student. Are described some concepts defined in the ontology, which can be used to develop computer systems that support those scenarios. The vocabulary was defined reutilizing FOAF and the OpenSocial specifications. By means of the concept of Activity defined in the ontology and of their relationships, are represented the events of the social nets as those that compose a unit of learning compatible with IMS-LD. It is explained how managing the similarity among the concepts defined in IMS-LD and the pattern of XES data is possible to apply the techniques of the Mining of Processes to discover learning models, patterns of activities and to carry out social mining. By way of example it is shown how in a learning unit you can apply the technique of Alignment of Appearances to detect possible learning patterns.

**Keywords:** PLE, IMS-LD, XES, mining of processes, ontology.

## INTRODUCCIÓN

Los Entornos de Aprendizaje Personalizado (PLE, Personal Learning Environment) ocupan desde hace algunos años la atención

de muchos pedagogos. Desde el año 2010 se ha venido desarrollando anualmente una conferencia internacional sobre esta temática<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Sitio oficial: <http://pleconf.org>.

Eso entornos se han desarrollado en el contexto de la Web 2.0, que ha evolucionado desde el 2004 como un conjunto de tecnologías orientadas al aprovechamiento de la inteligencia colectiva. Dentro de ellas se encuentran las redes sociales, las Wikis, los blogs, los sitios de microblogging, los canales RSS, etc. También hay ejemplo de numerosos esfuerzos por estandarizar algunas soluciones de problemas comunes en estas aplicaciones como OpenID como sistema único de identificación, OAuth como protocolo para la delegación de contextos de autenticación, OpenSocial como estándar de-facto para el desarrollo de gadgets sociales, etc.

Más recientemente, el fundador de la Web Tim Berners Lee ha propuesto el modelo de Dato Enlazado (*Linked Data* como término anglosajón) para la futura Web el cual establece que cualquier recurso que esté accesible en Internet debe estar identificado mediante una clave URI (*Uniform Resource Identifier*). (Bizer *et al.*, 2009). También se propone el uso del estándar RDF (*Resource Description Framework*) para describir semánticamente los recursos en Internet.

De igual forma ha estado en constante crecimiento las tecnologías de las comunicaciones. Hoy día, ya es posible transmitir por la red de la telefonía móvil Internet de banda ancha mediante las tecnologías 3G y 4G. Todo esto ha reforzado el carácter ubicuo de la computación y un ejemplo es la Computación en Nube. Es por ello que numerosas empresas apuestan por la telefonía móvil y con ello ganan espacio en los mercados los teléfonos inteligentes (*smartphones*) y los dispositivos “ligeros” como las *tablets*.

En medio de este panorama, los sistemas de gestión de los procesos de enseñanza aprendizaje han evolucionado a una nueva concepción. Que si bien no es nueva, revitaliza totalmente el área del eLearning y fortalece el vínculo de la tecnología con los procesos educativos. Numerosas empresas han incorporado modelos de formación a distancia basados en los MOOCs (*Massive Open Online Courses*), con garantías de un aprendizaje masivo y abierto. Es de esta forma, que los sistemas de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje cambian de una orientación centrada en el curso a una centrada en el estudiante. De esta forma, el profesor puede personalizar el proceso de acuerdo a los intereses y la formación de cada uno de sus estudiantes. De igual forma, puede recibir mayor retroalimentación de sus estudiantes pudiendo validar sus propios métodos al mismo tiempo que puede adaptarlos y modificarlos en el tiempo.

Aunque existen numerosas propuestas sobre las ventajas de los escenarios de este tipo aún existe un vacío en la definición de estándares que permitan la implementación de sistemas de este tipo. De esta forma, se conciben los sistemas de aprendizaje personalizado como sistemas que integran un grupo de tecnologías de la Web 2.0, como las mencionadas, en función de determinados procesos educativos. Mediante éstos los estudiantes pueden crear sus propias redes de aprendizaje, intercambiar con otros especialistas y estudiantes, crear grupos de debate, comentar noticias, sugerir, etc.

Ante esta carencia de definiciones, resulta complejo identificar conceptualmente los elementos que conforman un PLE. El análisis que aquí se expone se basa en la definición de

una ontología que define conceptos y relaciones que permiten implementar un grafo social. Es un aspecto fundamental en el vocabulario definido el concepto de actividad. Se considera que un sistema basado en esta ontología está preparado para aplicársele las técnicas de la Minería de Procesos. A partir de la aplicación de algoritmos matemáticos sobre las trazas del sistema es posible obtener modelos de-factos de los procesos educativos, conociéndose las tendencias educativas, patrones de aprendizaje, así como posibles desviaciones de un modelo aceptado e incluso realizar minería social para detectar posibles relaciones entre personas. De igual manera, se considera que si se manejan los conceptos definidos en IMS-LD se pueden construir actividades de aprendizajes que pueden incluir información de las redes sociales. De esta forma el proceso de enseñanza puede ser guiado por el profesor con la posibilidad de que el estudiante personalice parte del flujo del proceso.

La Minería de Procesos es un área relativamente joven dentro de la Gestión de los Procesos de Negocio o Inteligencia Organizacional. Es posible en los sistemas informáticos basados en procesos aplicar una serie de algoritmos a partir de los registros de trazas para obtener modelos matemáticos.

Teniendo como premisa lo expuesto, el objetivo fundamental de este trabajo es presentar, a partir de los principales resultados que hoy se tienen en el área de los PLE y el estándar IMS-LD; cómo es posible aplicar las técnicas de minería de procesos en esta área del eLearning. Esto se logra mediante la similitud de conceptos de una ontología de grafo social, de una unidad de aprendizaje IMS-LD y el modelo de datos XES.

Lo que resta del artículo queda organizado en 5 secciones. En la primera de éstas, se abordan los elementos de la didáctica que fundamentan los escenarios de aprendizaje personalizado. Seguidamente en la sección 3, se explican brevemente algunos de los resultados más relevantes que aparecen en la literatura científica relacionada con los PLE. En esa sección se presenta el concepto que describe estos entornos, y que se ha tenido en cuenta en las descripciones siguientes. En la sección 4, se explican los elementos esenciales de IMS-LD y cómo se puede construir una unidad de aprendizaje que combine las tecnologías de la Web 2.0 y los elementos de la ontología de grafo social. En la sección 5, a través de un ejemplo, se muestra cómo es posible aplicar las técnicas de la Minería de Procesos a partir de una unidad de aprendizaje. En la última sección numerada aparecen las conclusiones el trabajo y las tareas que están pendiente de realización. Finalmente, aparecen los agradecimientos de los autores de este trabajo y la bibliografía referencia en el artículo.

## DESARROLLO

### Didáctica en un PLE

La Didáctica juega un papel fundamental en la educación del hombre, como rama de la Pedagogía que se encarga del estudio del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje (PEA) que dirige la escuela. Como ciencia, además de tener delimitado su objeto de estudio, el proceso de enseñanza aprendizaje tiene un sistema de categorías, leyes y principios que constituyen el fundamento teórico metodológico para instruir y educar. Se construye sobre

la base de la investigación científica-pedagógica, y se nutre además, de las ciencias como la Pedagogía, la Psicología, la Filosofía y la Lógica. Los estudiantes y profesores constituyen actores sociales protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje, los que deben tener en cuenta el sistema de categorías de la Didáctica como la enseñanza, el aprendizaje, el problema, el objetivo, los contenidos, los métodos, los medios, la evaluación. De esa forma direccionan sus acciones con la significatividad que requiere. Además de darle cumplimiento a los principios didácticos, entendidos como normas que regulan la actividad del profesor y de los estudiantes, de esa forma se realiza una enseñanza de manera más efectiva. Esas categorías son aplicables a todos los niveles y tipos de enseñanza y están en relación con las leyes de la Didáctica.

La primera ley de la Didáctica expresa la relación de la escuela con la vida, con el medio social estableciendo el vínculo, de naturaleza dialéctica, entre el contexto social y el proceso formativo. La segunda ley se enfoca en la relación entre la instrucción y la educación, la cual plantea que los distintos componentes del proceso se relacionan dialécticamente entre sí y determinan la ley que establece su dinámica interna. La tercera y última ley es funcional, y expresa que todo proceso de enseñanza-aprendizaje posee una estructura y un funcionamiento sistémico y multifactorial (Carlos, 1999).

Para llevar a cabo el cumplimiento de estas leyes es necesario mantener los principios didácticos que rigen el proceso de enseñanza-aprendizaje. Uno de los principios es el carácter audiovisual, que representa la unión de lo concreto y lo abstracto, y que determina el carácter intuitivo de la enseñanza. Su importancia se fundamenta en el capítulo XX de la Didáctica Magna donde se plantea que “es necesario que el conocimiento empiece por los sentidos” (Comenio, 1971). El segundo principio es la estructuración y organización del contenido, el cual debe conformarse en la asignatura, en el plan de estudio, en el programa y en el libro de texto. El tercer principio plantea el carácter científico, donde el contenido de la enseñanza tiene que reflejar la realidad que presenta la ciencia contemporánea de manera tal que en la conciencia de los alumnos se llegue a crear una correcta imagen del mundo objetivo que los rodea. El cuarto principio expresa la sistematización que se garantiza en la organización de las disciplinas escolares en los planes de estudio. A través de éstos, el alumno debe apropiarse consecuentemente de los contenidos que ofrece cada asignatura, de una manera lógica, aprovechando conocimientos anteriores y formando el basamento adecuado para la futura adquisición de otros. El quinto principio sugiere un carácter único, planteándose que por medio del ordenamiento graduado e interrelacionado de las asignaturas en el plan de estudio se puede resolver el problema pedagógico y político de lograr una escuela única. El último principio, que establece la relación entre materias y las experiencias de su aplicación en planes y programas de estudio, hace referencia a la interrelación o concatenación de todos los fenómenos naturales, sociales y humanos.

Unido a los elementos didácticos que conforman el PEA se deben tener en cuenta los modelos educativos propuestos por Díaz Bordenave<sup>2</sup>. Es posible clasificar estos modelos básicos como exógenos y endógenos. El modelo exógeno está planteado desde fuera del destinatario, como externo a él: el educando es visto como objeto de la educación; en tanto el modelo endógeno parte del destinatario: el educando es el sujeto de la educación. La educación que enfatiza el proceso, no por eso se desentiende de los contenidos y de los efectos; pero su acento básico no estará nunca en éstos, sino en el proceso personal del educando.

En el análisis que se realiza en este artículo, el PLE se concibe como un sistema basado en procesos. Por tal motivo, se considera como el modelo educativo el endógeno donde el educando es el actor fundamental.

La educación que pone el énfasis en el proceso destaca la importancia del proceso de transformación de la persona y las comunidades. Se centra en la persona y pone el énfasis, en el proceso. Es el modelo pedagógico de Freire (1999), su principal inspirador, que lo llamó “educación liberadora” o “transformadora”.

Son los elementos expuestos de la Didáctica los que validan la construcción de escenarios centrados en el estudiante. No obstante, en este caso se considera un modelo híbrido donde el proceso educativo se centra tanto en el curso como en el estudiante. Como se muestra en la sección siguiente existen múltiples esfuerzos desarrollados por una comunidad de pedagogos y tecnólogos que impulsan ésta área del eLearning.

## Entornos de aprendizaje personalizado

Desde el año 2001 la idea de qué es un PLE se viene tratando en proyectos, congresos, revistas; pero aún no se ha llegado a un acuerdo. Existe una gran diversidad de conceptos de PLE, pues son vistos desde dos perspectivas: una tecnológica y otra pedagógica.

Desde el enfoque pedagógico un entorno de ese tipo responde a conceptos que hacen referencia al aprendizaje abierto y flexible lo cual implica que haya flexibilidad de lugar, tiempo, métodos y ritmo de enseñanza y aprendizaje. Es un modelo centrado en el alumno en vez del profesor, su objetivo es ayudar a los estudiantes a volverse autónomos en su aprendizaje a lo largo de toda la vida y el rol del profesor cambia, convirtiéndose en mentor y facilitador del aprendizaje (Salinas, 2002). Es decir, le brinda al alumno la posibilidad de participar activamente en la toma de decisiones sobre su aprendizaje, refiriéndose a un modelo educativo o filosofía centrada en el alumno. Además, se plantea que el potencial para desarrollar un aprendizaje auto-dirigido reside fuera de la propia tecnología, reside en el diseño didáctico del entorno de formación<sup>3</sup>. Esto último se considera, en este trabajo, como un principio a tener en cuenta en el desarrollo de sistemas informáticos que soporten este tipo de aprendizaje.

Desde el punto de vista tecnológico muchos autores conciben un PLE como el conjunto de herramientas, fuentes de

<sup>2</sup> BORDENAVE, J. Las Nuevas Pedagogías y Tecnologías de Comunicación, Ponencia presentada a la “Reunión de Consulta sobre la de Investigación para el Desarrollo Rural en Latinoamérica”, 1976.

<sup>3</sup> SALINAS, J.: “Algunas perspectivas de los entornos personales de aprendizaje”. TICEMUR III Jornadas Nacionales TIC y Educación. 2008.

información, conexiones y actividades que cada persona utiliza de forma asidua para aprender (Adell y Castañeda, 2010). De esta forma se crea un entorno que incluye información consultada, en el cual establecen relaciones las personas que se comunican para compartir información de interés común. También se generan mecanismos que sirven para reelaborar la información y reconstruirla como conocimiento. En ocasiones esos mecanismos se basan en las reflexiones de otras personas; así es que es posible aprender de lo que otros hagan o, simplemente seguir sus estrategias de trabajo para la obtención del conocimiento.

Lo cierto es que un PLE abarca todo lo planteado anteriormente. Se podría definir desde una posición tecno-pedagógica o mixta pues en este entorno se encuentra implicado el proceso de enseñanza-aprendizaje pero con una base potencialmente tecnológica. De manera especial hace uso de las bondades de la Web 2.0 para la creación de servicios y aplicaciones que se utilizan para organizar dicho proceso, y establecer relaciones interpersonales que faciliten el flujo de información e intercambio de la misma de forma continua.

Compartiendo la idea de Attwell (2010), un PLE se conforma en torno a aquellas herramientas que permiten tres procesos cognitivos básicos: leer, reflexionar y compartir. Para ello se deben incluir tres tipos de herramientas básicas (Adell y Castañeda, 2010): herramientas de acceso a la información, las cuales podrían ser sitios de publicación, repositorios, objetos de aprendizaje estandarizados, lectores de RSS, sitios de noticias, portales de información específica, etc; herramientas de creación y edición de información, dentro de estas podrían estar presentes las Wikis, herramientas de creación de presentaciones, mapas conceptuales, cronogramas y en general cualquier tipo de artefacto informacional; herramientas de relación con otros, de red social o de las que emerge una red social.

En una investigación realizada por CETIS (*Centre for Educational Technology and Interoperability Standards*) se identifican y describen un grupo de estándares y servicios que debe contener un PLE desde el punto de vista tecnológico (Johnson, 2006). Uno de los servicios más importantes tiene a cargo la gestión de actividades, el cual debe proveer una coordinación entre las fuentes de información o recursos y las personas o grupos, para la realización de actividades y eventos. También debe permitir la publicación de nuevas actividades, la participación de actores en otras ya creadas. De igual forma se debe garantizar el acceso a los recursos necesarios para la ejecución exitosa de las actividades. Otro de los servicios tiene que ver con la definición de los flujos de trabajo, donde se establecen una secuencia de actividades o eventos a realizarse, siguiendo las especificaciones de IMS-LD. Uno de los servicios más importantes permite la creación de grupos o asociaciones. Esta funcionalidad juega un rol fundamental para la organización de actividades, la compartición de información y el trabajo de forma colaborativa. Para este servicio proponen la utilización de FOAF y de IMS Enterprise. También sugieren otros servicios que les permitan a los estudiantes la creación de perfiles personales, descubrir nuevas fuentes de información utilizando RSS, comentar, recomendar y evaluar recursos, conocer los contenidos y actividades realizadas por otros estudiantes ya

graduados, entre otros.

Por otra parte, el proyecto ROLE (*Responsive Open Learning Environments*) desarrolló un nuevo concepto: el PLMS (*Personal Learning Management System*), a partir de la fusión de los conceptos PLE y LMS (*Learning Management System*) (Schanda *et al.*, 2010). Un PLMS persigue como objetivo fundamental la creación de una aplicación centrada en el aprendizaje auto-regulado combinada con el curricular, en la cual el estudiante toma del control del proceso de enseñanza pero siempre teniendo al profesor de cierta forma presente para orientarlo y guiarlo. Además, esa propuesta se basó en el modelo educativo de Integración Psico-Pedagógico el cual describe 4 fases esenciales para el proceso de enseñanza auto-regulado, resumidas en: elaboración de metas, búsqueda, aprendizaje y reflexión. Teniendo esto en cuenta un PLMS debería permitirle al estudiante planificar y organizar su proceso de aprendizaje, definir sus metas; buscar recursos y herramientas utilizándolas para el desarrollo de sus conocimientos, y sobre todo reflexionar sobre su proceso y progreso de aprendizaje para perfeccionar sus estrategias. Además en el referido proyecto se basaron en *OpenSocial* para construir los *widgets* de personalización.

Actualmente existe un proyecto llamado CAPPLE (Competencias para el Aprendizaje Permanente basado en el uso de PLEs), liderado por el Grupo de Investigación de Tecnología Educativa de la Universidad de Murcia (Paz, y Castañeda, 2014). Este proyecto pretende describir y analizar tanto en términos técnicos como funcionales, los PLE vistos como escenarios educativos. De esa forma se pretende conocer mejor los procesos de creación, gestión y enriquecimiento de esos escenarios, y determinar las herramientas y procedimientos utilizados por los estudiantes para adquirir y manipular información tanto de forma individual como colectiva. Para ello, en su primera fase, se realizó el diseño y validación de un cuestionario de recogida de información. De esa forma, es posible describir las condiciones existentes en su contexto de aplicación, e identificar las estrategias utilizadas por los estudiantes para gestionar sus conocimientos.

Hasta aquí, se observan en los principales resultados la composición de actividades de aprendizaje en un flujo que define un proceso educativo, ya sea creado por el profesor o el estudiante. Estas estrategias se centran en el proceso, en la relación entre sus actividades, dejando el contenido educativo en un segundo nivel. En ellos está presente un alto grado de comunicación que permite crear espacios de trabajo colaborativo. Las tecnologías permiten organizar el proceso de manera efectiva.

Por esas razones es una importante pieza de un PLE el concepto de actividad. Aunque se pudiera tipificar, lo cual no es objetivo de este trabajo, cualquier clasificación puede ajustarse a un único esquema de definición. Aún más importante, es la capacidad que brinda el análisis de las trazas que reflejan las construcciones de aprendizaje guiadas por los profesores y personalizadas por el estudiante. Siguiendo estas premisas a continuación se explica cómo la ontología de grafo social, propuesta en el proyecto en el cual se desarrolla este trabajo, puede extenderse para manejar actividades de aprendizaje en un sistema capaz de generar trazas auditables.

## Actividad de aprendizaje definida en una ontología de grafo social

Con el objetivo de construir grafos sociales en aplicaciones informáticas que manejen usuarios se desarrolló una ontología donde se definen diferentes conceptos sobre un modelo de grafo social. Se tuvieron en cuenta las especificaciones de *OpenSocial* de Google y el vocabulario FOAF. En el ámbito de este artículo solamente se explicará el concepto fundamental de Actividad, el cual en las secciones siguientes será ajustado a los escenarios de aprendizaje compatibles con IMS-LD.

En la ontología, se relacionan entre sí los siguientes conceptos: Actividad, Objeto-Actividad y Objeto-Destino. A través del primero de ellos se definen una actividad y sus atributos. Como recurso accesible en la web cada actividad está identificada por una URI. Una actividad puede tener propiedades como los roles, el verbo y la fecha. A partir de una Objeto-Actividad se definen las clases de elementos que pueden constituir una actividad. Se define como Actividad cualquier acción que se realice en el sistema. Por ejemplo, el hecho de que un profesor evaluó de bien a un estudiante queda registrado en el sistema como una actividad. En ese caso el profesor sería una instancia de la clase Objeto-Actividad.

En el caso de la clase Objeto-Destino, su definición está orientada para representar relaciones binarias entre elementos del sistema. Por ejemplo, se pueden relacionar entre sí diferentes actores del sistema, se pueden relacionar los exámenes y los libros con los estudiantes, etc.

En la propuesta de adaptación, la ontología representa semánticamente los recursos de *OpenSocial*, incluyendo vocabularios bien definidos como FOAF y RDFS. Mediante el primero de ellos, es posible describir relaciones entre personas y asociaciones en grupos de acuerdo a intereses comunes, etc. Esta información social puede publicarse con atributos en un fichero XHTML mediante el microformato XFN. RDFS es un vocabulario RDF para definir clases de recursos y propiedades, el dominio y su rango de valores. Esta propuesta se basa en la estructura de Actividad como concepto fundamental de una red social, como se ha mencionado antes. A través de ella, se describe el flujo de eventos del sistema. Las personas, los grupos y las obras, son componentes que la integran. En el caso de *OpenSocial*, el recurso Actividad representa un evento y está caracterizado a partir de 4 propiedades: el origen, la acción, el objeto y su destino. El primer problema consistió en cómo representarse los componentes de una actividad OpenSocial en el modelo RDF, el cual se basa en tripletas. Según este modelo cualquier entidad que tenga una URI es un recurso y que el objeto de la tripleta también puede serlo. De esta manera, fue posible trasladar el significado de una actividad de *OpenSocial* al modelo semántico RDF, mediante la definición de nuevas clases de recursos y propiedades. Esto permitió definir un esquema de clases genéricas de recursos y propiedades, de manera que fuese posible su extensión para cualquier dominio de aplicación.

La ontología propuesta está centrada fundamentalmente en los recursos de OpenSocial: usuario, actividad, grupo y datos de aplicación. Además, usa la clase agente FOAF y extiende la relación de FOAF llamada *knows*. Para los literales tipificados

se utiliza el XML Schema. OpenSocial describe una actividad mediante los 4 elementos siguientes: actor (entidad que crea o ejecuta la actividad), acción (evento que ejecuta el actor), objeto (entidad sobre la cual se ejecuta la acción) y destino (entidad que recibe el impacto de la acción).

Fue necesario representar estos 4 componentes mediante una triada RDF. Para ello se utilizaron nodos ocultos. En la Figura 1 se puede observar cómo se representa en un modelo RDF el concepto de actividad.

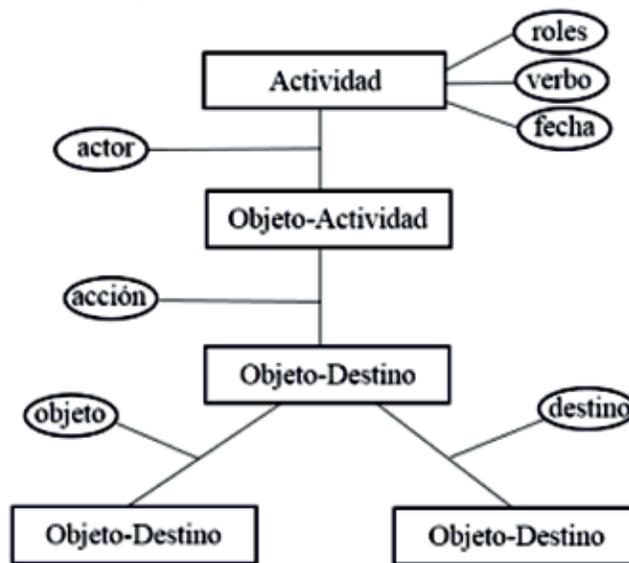


FIGURA 1. Concepto de Actividad.

Mediante la relación acción que vincula las clases Objeto-Actividad y Objeto-Destino, se pueden representar las recomendaciones de los estudiante, las evaluaciones de los profesores, los vínculos con las entradas de un blog determinado, la sindicación de un contenido, el sumario de una consulta, la comunicación con un grupo de personas, una búsqueda, una recomendación de una lectura, etc. Mediante la clase Objeto-Actividad se pueden establecer relaciones binarias. Se pueden relacionar a través de ella una persona con un libro, una persona con otra persona, un muro con un grupo de mensajes, etc. Veamos seguidamente cómo se maneja el concepto de actividad según IMS-LD.

## Extensión del concepto de Actividad de Aprendizaje en un PLMS

Una unidad de aprendizaje es un conjunto atómico de eventos educativos interrelacionados que satisfacen uno o más objetivos educativos (Koper & Manderveld, 2004). Este es un concepto de mayor granularidad con respecto a lo que es un objeto de aprendizaje. Para su definición se utilizan lenguajes que permiten la creación de modelos de unidades didácticas a partir de la descripción de actividades, donde cada una propone que algún actor que desempeña determinado rol realice tareas para lograr uno o varios objetivos, para lo cual se dispone de un contexto compuesto por recursos digitales y servicios.

Un modelo de una unidad didáctica en IMS-LD define un método como un conjunto de obras donde cada uno de sus elementos se denomina *play* (IMS, 2014). Este último está

compuesto por un conjunto de actos y éstos a su vez definen un conjunto de asociaciones de roles y actividades denominadas *role-part*. Las obras se pueden ejecutar de manera simultánea al igual que los *role-part*. En cambio, los actos se ejecutan de manera secuencial y en algunos casos, mediante ellos, se pueden representar alternativas. Las actividades pueden ser de 2 tipos: de Aprendizaje y de Soporte. Las primeras son conducidas por los alumnos y las segundas por los roles “alumno” y “docente”.

En el análisis que se aquí se presenta se manejan los métodos como procesos de aprendizaje. Una obra tal y como se define en IMS-LD (*play*) es una instancia del proceso de aprendizaje definida como un *caso* y los actos definidos en IMS-LD serán eventos de aprendizaje. Los eventos tienen las siguientes 3 propiedades fundamentales: rol, estado y actividad. El estado del evento poder ser iniciado, finalizado, activo e inactivo. El originador de un evento puede ser determinado por cualquiera de los actores del sistema PLE. En el caso de las actividades se utiliza el concepto de actividad de la ontología. Una actividad puede ser la siguiente: María le recomendó El Quijote a José. En la siguiente sección analizaremos cómo la analogía con una obra de teatro, utilizada para representar los elementos de una unidad de aprendizaje en IMS-LD, mantiene relación con el modelo de datos usado en el estándar XES de la minería de procesos.

### Minería de procesos aplicada en un PLMS

El estándar de-facto propuesto por la IEEE para el manejo de trazas mediante las técnicas de minería de procesos es el XES, el cual representa una evolución de su predecesor MXML. Una traza según XES (Van Der Aalst, *et al.*, 2004); es una secuencia de instancias de un proceso las cuales se les denominan Casos. Un Caso es una secuencia de Eventos los cuales tienen atributos y están asociados a alguna Actividad. Lo más importante que deben cumplir los eventos o actividades es que se deben poder ordenar cronológicamente, e identificar cuáles define el comienzo y terminación del proceso. Un evento puede ser el comienzo de una determinada actividad o su finalización. En el modelo de datos del XES se propone un modelo transaccional que define el estado en el cual se puede encontrar una actividad. Para lograr simplicidad en este análisis, es suficiente manejar en un PLE los 4 estados mencionados en la sección anterior.

Aplicando las técnicas de minería de procesos es posible realizar acciones como: descubrir modelos de procesos, extender el modelo del proceso y diagnosticar las trazas. Dentro de los algoritmos más relevantes están el *GeneticMiner*, el *HeuristicMiner* y el *FuzzyMiner*. En la vida real los procesos están pocos estructurados lo cual conduce a modelos de tipo “espaguetti”, de difícil interpretación visual. En ese sentido el último de los algoritmos mencionados permite, mediante métricas que correlacionan las actividades y que evalúan su nivel de relevancia, manejar el nivel de abstracción del modelo obtenido mediante la creación de grupos o clústeres. Dentro de los algoritmos de descubrimiento más relevantes está el *Performance Sequence Analysis*, el cual permite detectar patrones en las trazas. La estrategia basada en la Alineación de Trazas<sup>4</sup>, permite alinear múltiples trazas de manera que se pueda detectar similitudes

en las diferentes ejecuciones de un proceso. Es posible hallar, por ejemplo, el patrón común de ejecución de un proceso o la secuencia máxima de actividades comunes en varias instancias del proceso. Existen también algoritmos que permiten evaluar el cumplimiento de restricciones en las trazas directamente. Un ejemplo es el algoritmo *LTL Checker*, capaz de evaluar expresiones usando expresiones de la lógica temporal.

### Ejemplo del algoritmo Alineación de Trazas para detectar patrones de aprendizaje

La Alineación de Trazas es una técnica que se ha utilizado con éxito en Bioinformática para buscar similitudes entre secuencia de ADN y de aminoácidos de proteínas. Con su aplicación es posible detectar cambios generacionales así como patrones ancestrales.

En la Minería de Procesos es conveniente aplicar esta técnica inspeccionando las secuencias de los procesos almacenadas en los archivos de trazas, lo cual permite detectar por ejemplo el flujo de actividades principal de un proceso, posibles desviaciones de éste, patrones de ejecución, etc.

Supongamos el siguiente escenario de aprendizaje donde el curso A consta de las siguientes actividades:

Lección 1 (L1) Lección 2 (L2) Ejercicio 1 (E1) Ejercicio 2 (E2) Evaluación 1 (V1)

El curso comienza por la Lección 1, continúa con la 2 y luego con la realización en cualquier orden de los ejercicios 1 y 2. Al concluir los ejercicios se hace una evaluación, la cual si el estudiante no pasa exitosamente entonces debe volver a la primera lección y repetir el proceso; y en caso de evaluarse satisfactoriamente concluye el curso. Supongamos que tenemos 5 estudiantes que se evalúan y que las secuencias son las siguientes:

- 1: L1, L2, E1, E2, V1
- 2: L1, L2, E2, E1, V1
- 3: L1, L2, E2, E1, V1, L1, L2, E2, E1
- 4: L1, L2, E2, E1, V1
- 5: L1, L2, E2, E1, V1

Aplicando el algoritmo se puede obtener el patrón L1, L2, E2, E1, V1 como tendencia en el aprendizaje en estudiantes que no tuvieron que pasar más de una vez el curso. De esta manera, se puede construir un sistema de análisis de las actividades de aprendizaje en un escenario PLE. Los autores del presente trabajo consideran que un sistema que explote la información contenida en los datos de los registros históricos es una herramienta útil que refleja la realidad y aporta nueva información a los propios estudiantes y profesores. Es importante que los sistemas que soportan la construcción de escenarios de aprendizaje de este tipo, sean capaces de analizar la información generada a partir de los flujos de actividades y las relaciones sociales. De esta forma se complementarían los mecanismos de encuestas que se han venido empleando en algunos de los sistemas actuales y que fueron analizados.

### CONCLUSIONES

- En el contexto actual es importante disponer de recursos que permitan conocer cómo los estudiantes hacen uso de

las tecnologías de la Web 2.0 para apoyar sus procesos de aprendizaje. En ese sentido, en la Web 2.0 aparecen tecnologías útiles como las redes sociales, los blogs, los canales RSS, los sitios de microblogging, etc. A partir de la revisión que se ha realizado de los principales resultados en el área de los PLE se aprecia que desde el punto de vista pedagógico hay mucho estudio y diversas fundamentaciones teóricas. Sin embargo, existe un vacío de definiciones formales que permiten desde el punto de vista tecnológico-informático construir tales sistemas que integren coherentemente las diversas tecnologías que existen sobre las cuales se construyen escenarios PLE. Al finalizar con el artículo el lector se podría preguntar lo siguiente: ¿un PLE es un sistema informático o es un escenario de aprendizaje donde el estudiante decide cuáles actividades realizar? Particularmente, se puede interpretar como ambas cosas.

- Es por ello, que la comunidad científica del tema, trata de modelar los elementos presentes en un PLE, procurando establecer los modelos de información y funcional, como ya se ha hecho en sistemas como los repositorios digitales (estándar OAIS), las bibliotecas digitales (modelo FRBR), o como lo logró IMS con las especificaciones *Learning Design*. Se considera que es válido un enfoque mixto, es decir combinar IMS para guiar parte del proceso educativo y otra “parte” personalizada donde el estudiante aproveche las ventajas de sus relaciones, creadas en sus redes de aprendizaje mediante el uso de las tecnologías actuales.
- El modelo de PLE abordado en este trabajo, como sistema en el cual se desarrolla un escenario de aprendizaje personalizado, permite la aplicación de técnicas de Minería de Procesos. Mediante la aplicación de estas técnicas sobre las trazas de sistemas informáticos se pueden construir modelos de hechos, es decir, los que verdaderamente reflejan la realidad. A partir de ellos y de las propias trazas, se puede detectar patrones de aprendizaje, tendencias, anomalías, etc. En este caso se puede prescindir de cuestionarios y en cambio generar los

modelos de aprendizaje a partir de las trazas.

- Este artículo ha tratado de explicar algunos de los resultados existentes en el área de los PLE y elementos de la didáctica que se deben tener en cuenta. También se ha explicado cómo el concepto de unidad de aprendizaje puede adaptarse al modelo XES a través de un vocabulario definido para la construcción de grafos sociales.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se desarrolló en el marco del actual proyecto CAPES-MES “Plataforma de Apoyo al Desarrollo de Sistemas de Aprendizaje Personalizado en la Educación Superior”, entre la Universidad Agraria de la Habana y la Universidad Estatal de Campinas (UNICAMP), en Brasil. Por ello, los autores desean agradecer al organismo de ese país, *Ministério da Educação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior*, por financiar esta acción de formación y colaboración.

## SOBRE EL PRIMER AUTOR

Dr.C. Alexander Sánchez Díaz: graduado de Ciencias de la Computación en la Universidad de La Habana en el 2002. Profesor auxiliar de Matemática Discreta y Sistemas Paralelos/Distribuidos de la Universidad Agraria de La Habana (UNAH). Especialista en Computación Paralela y Distribuida, otorgado por la Universidad Politécnica de Valencia en España y Máster en Nuevas Tecnologías de la Educación en la UNAH. Doctor en Informática por la Universidad de Alicante en octubre de 2011. Líder del grupo PRONEG de la UNAH en investigaciones de la Minería de Procesos y el eLearning. Investigador del proyecto CAPES UNAH-Campinas sobre plataformas de soporte a la creación de Entornos de Aprendizaje Personalizado en la Educación Superior.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BIZER, C., HEATH, T., & BERNES-LEE T.: *Linked data - the story so far*, pp. 1-22, Semantic Web Information Systems. ISBN 978-16-0960-594-0.2009.
- CARLOS, A. Z., *Didáctica: la escuela en la vida*, Editorial Pueblo y Educación, ISSN 959-13-0681-4, La Habana, 1999.
- COMENIO, J.: DANIVV, M.A.: *Didáctica de la escuela media*, Editorial de Libros para la Educación, ISBN: 978-96-8232-102-6, La Habana, 1980.
- COMENIO, J. *Didáctica Magna*. 2a. ed., Editorial Reus, SA., ISBN: 978-84-7600-098-4, Madrid, 1971.
- FREIRE, P. *La Educación en la Ciudad*. 2da edición en español, México. DF, editora Siglo XXI de España editores, ISBN: 978-96-8232-102-3, España, 1999.
- SALINAS, J.: “Modelos flexibles como respuesta de las universidades a la sociedad de la información”, *Acción Pedagógica*, ISSN: 1315-401X, pp. 4-13, 2002.
- ADELL, J. y CASTAÑEDA, L.: *Los Entornos Personales de Aprendizaje (PLEs): una nueva manera de entender el aprendizaje*. págs. 19-30. [aut. libro] R. Roig Vila y M. Fiorucci. Claves para la investigación en innovación y calidad educativas. La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y la Interculturalidad en las aulas. ISBN 8426815227, Alcoy, Marfil, 2010.
- ATTWELL, G.: *Personal Learning Environments: The future of education?* [En línea] 2008. Disponible en: <http://www.slideshare.net/GrahamAttwell/personal-learning-environments-the-future-of-education-presentation> [Consulta: 26 de febrero de 2014].
- JOHNSON, Mark: “*The Personal Learning Environment: A Report o the JISC CETIS PLE Project*”. [En línea] 2006. Disponible en: <http://wiki.cetis.ac.uk/Ple/Report> [Consulta: 26 de febrero de 2014].
- SCHANDA, F., DIKKE, D. & MÜLLER, N.: “*Personal Learning Management Systems (PLMS): Concept, Classification, Evaluation*” [En línea] Disponible en: <http://www.role-project.eu/wp-content/uploads-role/2010/05/PLMS-ELBA-Paper-Final.pdf> [Consulta: 26 de febrero de 2014].

PAZ PRENDES, M. y CASTAÑEDA, L.: "Componentes básicos para el análisis de los ple de los futuros profesionales españoles: en los albores del proyecto capple". EDUTEC. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, ISSN: 1135-9250, 2014.

KOPER, R., & MANDERVELD, J.: "Educational Modelling Language: Modelling Reusable, Interoperable, Rich and Personalized Units of Learning", *British Journal of Educational Technology*, ISSN 1467-8535, 35(5): 537-55, 2004.

IMS: *Global Learning Consortium, Learning Design Specifications*. [En línea] Disponible en: <http://www.imsglobal.org> [Consulta: 26 de febrero de 2014].

VAN DER AALST, W. M. P., WEIJTERS, A. J. M. M., MARUSTER, L.: "Workflow Mining: Discovering Process Models from Event Logs", *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, ISSN 1041-4347, 16 (9): 1128-1142, 2004.

**Recibido:** 22/09/2014.

**Aprobado:** 19/04/2015.

**Publicado:** 14/06/2015.

Alexander Sánchez Díaz, Profesor Auxiliar, Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez", Carretera Tapaste y Autopista Nacional km 23 ½, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba, Correo electrónico: [sanchez@unah.edu.cu](mailto:sanchez@unah.edu.cu)

## **Programa de Investigación en Ingeniería Agrícola**

**Se realizan investigaciones en áreas de la Ingeniería Agrícola y Agroindustrial que plantean soluciones a problemas sectoriales o regionales de impacto nacional.**

### **Líneas de investigación:**

- Geohidrología
- Mantenimiento y reparación de la maquinaria agrícola
- Sistemas y tecnologías para la mecanización
- Ingeniería y tecnología de alimentos

**Se cuenta actualmente con máquinas para la cosecha del maíz, frijol, transplantadoras de piña, reventadora de amaranto, cosechadora de jamaica, cosechadora de cacahuate, sembradoras de precisión de diferentes tipos y capacidades.**

### **Coordinar con:**

**Ing. Marco A. Rojas Martínez**

### **Director del**

**Dpto. de Ing. Mecánica Agrícola  
Tel.: (595) 2 1500 ext. 5719**

### **Dpto. de Irrigación**

**Tel.: (595) 2 1500 ext. 5690**

**"Marcando el rumbo  
de la Ingeniería  
Agrícola en México,  
en el Tercer Milenio"**

**Universidad  
Autónoma  
Chapingo**

