



II Jornadas Nacionales
IV Jornadas de la UNC
Experiencias e Investigación
en Educación a Distancia y
Tecnología Educativa

Implementación de un prototipo de laboratorios virtuales para la enseñanza de las ciencias básicas en Educación a Distancia

María Elena CIOLLI

Depto. Cs. Exactas e Informática IUA (Argentina) meciolli@iua.edu.ar

Paula Natalia MURAT

Becaria IUA (Argentina) pmurat571@alumnos.iua.edu.ar

Nicolás Emiliano CARGNELUTTI

Becario IUA (Argentina) ncargnelutti104@alumnos.iua.edu.ar

Eje y sub-eje seleccionados

Eje: Procesos de enseñanza y aprendizaje con TIC

Sub-eje: Incorporación de las TIC en la enseñanza disciplinar (Sociales, Naturales, Exactas y Artes)

Resumen

La formación práctica en las asignaturas del área de las ciencias básicas es un tema de interés para las universidades, ya que se hace imprescindible complementar la enseñanza teórica con la ejecución de experimentos con participación directa de los estudiantes. Estas experiencias, tradicionalmente problemáticas por los costos y riesgos de los laboratorios reales, en algunos casos se hacen inviables, especialmente en el caso de la modalidad de educación a distancia. En efecto, como parte de los recursos didácticos que se ponen en forma remota a disposición de los estudiantes, se debe incluir la posibilidad de recrear experiencias de laboratorio, lo que no siempre encuentra una solución apropiada.

Es aquí donde cobran importancia los laboratorios virtuales mediante las tecnologías de la información y comunicación (TIC), como una opción válida y viable para los procesos de enseñanza-aprendizaje, tanto en la modalidad a distancia como en la presencial, constituyéndose en un complemento de los laboratorios tradicionales. Estos laboratorios se pueden incorporar a las plataformas de aprendizaje virtual y estar al alcance de todos los estudiantes en cualquier lugar y momento, sin generar gastos adicionales, permitiendo resultados similares a los laboratorios reales y con la posibilidad de repetir experiencias tantas veces como sea necesario.

El objetivo principal del presente trabajo de investigación es el desarrollo e implementación de plataformas virtuales que posibiliten simular experiencias de laboratorios de ciencias básicas. La finalidad es que el alumno pueda reproducir y comprender fenómenos de estas ciencias, explorando y comprobando desempeños esperados y previamente estudiados a través de las formulaciones correspondientes.

Esta experiencia se inscribe dentro de la actividad de investigación prevista por la Facultad de Ciencias de la Administración del Instituto Universitario Aeronáutico de la Fuerza Aérea Argentina, con una larga e intensa trayectoria en el campo de la educación a distancia, institución que siempre está atenta para actualizar sus técnicas de trabajo y recursos didácticos, acorde a las tendencias pedagógicas y a los progresos en el campo de las TIC.

El alcance de esta experiencia incluye: a) la selección de asignaturas y temas a ser simulados, b) la identificación de requerimientos funcionales generales y específicos, c) la identificación de los requerimientos no funcionales, d) el análisis de los recursos tecnológicos más convenientes a ser utilizados, e) el diseño, desarrollo, integración y puesta en servicio de una plataforma piloto y f) la configuración y evaluación exhaustiva de la plataforma piloto operando como laboratorios virtuales en las asignaturas sobre temas previamente seleccionados.

Palabras Clave

TIC, Laboratorios virtuales, Ciencias básicas, Educación a distancia

Contexto: la enseñanza de ciencias básicas a distancia



El nuevo paradigma de educación a distancia, originado por el uso intensivo y globalizado de las TIC, ha dado pie a que muchas barreras o dificultades en torno a la enseñanza sean atenuadas, pero aun así, también está obligando a concebir nuevas formas de implementar prácticas tradicionales y exclusivas, hasta hace no mucho tiempo, del aula de clases. Una de esas prácticas, es la realización de laboratorios de ciencias básicas, para así complementar y validar los contenidos aprendidos en la teoría por el alumno.

La realización de experiencias en el laboratorio, presenta complicaciones para quienes estudian de una forma no presencial, dado que esto puede requerir que el alumno se traslade considerables distancias hacia el lugar fijado para la experimentación, o una disponibilidad horaria que tal vez el estudiante no tiene, coartando de esta manera la flexibilidad otorgada por dicha modalidad de estudio. Sumado a esto, se presentan dificultades en otras aristas del proceso educativo: para los institutos o universidades, la adquisición y mantenimiento de los laboratorios es onerosa, no siempre se dispone del espacio u horarios necesarios para llevar a cabo las experiencias, las que su vez, por su naturaleza, presentan riesgos latentes tanto para profesores como alumnos. Desde la perspectiva pedagógica existen procesos que pueden no ser muy gráficos o difíciles de observar, sin facilitar a una comprensión acabada de los temas estudiados, y, por el otro lado, hay procesos que ocurren en tiempos muy dilatados, demorando la experimentación [1].

Al ser la experimentación un pilar de suma importancia para el estudio de las ciencias básicas, es necesario encontrar medios que permitan superar, o al menos atenuar las dificultades enumeradas, garantizando al alumno la posibilidad de llevar a cabo sus prácticas. Para realizar esta tarea, uno de los medios más estudiado y probado, es el de los laboratorios virtuales (LV), los cuales consisten en simulaciones por computadora que buscan “aproximar el ambiente de un laboratorio tradicional (LT)” (Herrerros y Rosado, 2004).

Entre los motivos que han llevado a su difusión cada vez mayor, están la posibilidad de repetir las experimentaciones cuantas veces se quiera, la disponibilidad de la simulación para el alumno en cualquier momento y lugar, y la flexibilidad que se deriva de esto, ya que usando LV no existe la exposición a peligros o accidentes como en el caso de los Laboratorios Tradicionales. También se hace evidente la disminución de costos, comparativamente, a la hora de su puesta en marcha en clase, debido a que la

representación de fenómenos complejos puede llevarse a cabo de una manera más ilustrativa, resultando más comprensibles pues es más factible que todos los alumnos, independientemente de su número, puedan interactuar con la experiencia, en contraste con la asistencia a un laboratorio en un lugar físico. [2]

A modo de resumen, se exponen en la siguiente tabla las principales diferencias entre los LT y los LV.

Laboratorios Tradicionales	Laboratorios Virtuales
Equipamiento físico	Equipamiento virtual
Acceso local	Acceso remoto
Las experiencias se pueden repetir un número acotado de veces	Las experiencias pueden repetirse cuantas veces se quiera.
Costos elevados (materiales, mantenimiento...)	Disminución de costos.
La interacción puede verse afectada por la cantidad disponible de recursos.	Altamente interactivo.
Limitaciones de tiempo, espacio, materiales, personal.	Alta disponibilidad y accesibilidad.
Implican experiencias prácticas muy provechosas.	Se constituyen como una experiencia más limitada.

Sobre el proyecto y la institución

El Instituto Universitario Aeronáutico (IUA) es una institución universitaria dependiente de la Fuerza Aérea Argentina con una trayectoria extensa en el dictado de carreras en modalidad presencial y a distancia, tarea que viene realizando desde el año 1987. Acorde a lo antes dicho, el IUA está pendiente de todas las novedades y facilidades que surgen desde el punto de vista pedagógico y de los progresos en el campo de las TIC en relación a la educación a distancia.

Ante la necesidad de incrementar las potencialidades y mejorar los resultados obtenidos en este campo, actualmente se desarrolla en el IUA un proyecto de

investigación sobre el uso de TIC para implementar plataformas virtuales que simulen experiencias de laboratorio, para las asignaturas de física, química y matemáticas.

A partir del citado proyecto de investigación, el IUA persigue enriquecer el estudio circunscrito al área de ciencias básicas, a través de la posibilidad de complementar la teoría dictada correspondiente a las distintas materias que integran el área, haciendo participe al alumno para que pueda observar, indagar y verificar en la práctica los principios, teorías y fenómenos estudiados.

Los resultados concretos que se derivan de los procesos de trabajo definidos para este proyecto, consisten en lo que se conoce como Objetos de Aprendizaje (OA), esto es, “cualquier recurso digital que puede ser utilizado para el aprendizaje” (Willey, 2001). En este caso específico, lo que se quiere lograr son OA constituidos por simulaciones de experimentaciones de ciencias básicas, elegidas de acuerdo a los requerimientos de las materias correspondientes, y con los recursos teóricos y de evaluación que cada tutor decida agregarles, terminando por constituirse en módulos autocontenidos a los que los estudiantes puedan acceder a través de la **plataforma de aulas virtuales** del instituto en las que serán implementados.

Arquitectura, metodología de desarrollo e implementación

El proceso seguido para la obtención de los resultados mencionados, consta de las siguientes etapas: a) selección de las asignaturas y temas a ser simulados, conjuntamente con el profesor de la cátedra; b) identificación de los requisitos, tanto funcionales como no funcionales, globales y específicos; c) selección y análisis de las herramientas y tecnologías más adecuadas para llevar a cabo el desarrollo; d) hacer el diseño y desarrollo de los objetos de aprendizaje usando las herramientas elegidas, y de acuerdo a los criterios y requisitos determinados; e) realización de pruebas de funcionamiento e integración en plataformas piloto, es decir, aulas virtuales de prueba; f) la configuración y evaluación exhaustiva de la plataforma piloto operando como laboratorios virtuales en las asignaturas sobre temas previamente seleccionados.

El proceso se lleva a cabo en el marco de una arquitectura basada en la integración de herramientas, estándares y funcionalidades, teniendo en cuenta los factores condicionantes del entorno de trabajo, y una serie de criterios establecidos desde el punto de vista técnico, pedagógico y de adecuación de las simulaciones al fenómeno que se pretende representar.

Los componentes fundamentales de la arquitectura son:

Laboratorios virtuales o simulaciones: se definen como un espacio de trabajo electrónico, desarrollado y mediado por TICs, diseñado para la experimentación y colaboración a distancia, representando algún fenómeno observable en la naturaleza, o en un LT [3]. En el presente proyecto, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios para la selección de simulaciones

Perspectiva pedagógica/educacional	Perspectiva técnica
Las simulaciones deben representar adecuadamente los fenómenos o experiencias a simular, para explorar y comprobar desempeños esperados.	Las simulaciones deben ser libres y open source.
Las simulaciones seleccionadas deben adecuarse a los requerimientos de los planes de estudio de las materias en las que son requeridos.	Las simulaciones deben poder embeberse fácilmente, para asegurar así su interoperabilidad.
Las simulaciones tienen que ser cuantificables, dando lugar a la realización de mediciones y cálculos de propagación errores.	Las simulaciones deben ser altamente interactivas.

Las herramientas relevadas y elegidas para adquirir las simulaciones, por cumplir con los criterios enumerados fueron: PhET interactive simulations [4], Open Source Physics (OSP) [5] y Educaplus[6].

La herramienta de autor: se trata de programas informáticos, pensados para desarrollar materiales educativos de forma sencilla, con la flexibilidad suficiente como para que el usuario los personalice, edite, gestione, comparta y reutilice a su gusto, y con la posibilidad de crearlos con el contenido que se desee, y de incorporar en ellos recursos de naturalezas variadas, como imágenes, videos, texto, animaciones, entre otros [7]. Las herramientas de autor están orientadas para ser usadas por una gran variedad de usuarios, sin necesidad de que posean conocimientos técnicos o de programación. Este componente es el que permitirá crear los OA que contengan a las

simulaciones, y cualquier otro contenido (conceptual, evaluativo) que sea necesario integrar. En este contexto, se seleccionó la herramienta de autor eXeLearning por su facilidad de uso, disponibilidad para múltiples plataformas, la riqueza de sus funcionalidades y de recursos que permite incorporar, y por último, pero no menos importante, por estar alineado con el estándar SCORM [8].

Aula virtual: conocida formalmente como LMS (Learning Management System), es un software basado en web, y utilizado para la gestión, seguimiento y obtención de reportes de cursos, con el fin de guiar y administrar de manera automática y simple el proceso de aprendizaje de los mismos [9]. A través de la carga de los OA en las aulas virtuales correspondientes, los alumnos pueden accederlos y visualizar sus contenidos, que en este caso, se tratan fundamentalmente de las simulaciones. El LMS que utiliza el IUA es e-ducativa [10], constituyéndose desde el inicio del proyecto en otro factor que determinó la elección de las herramientas restantes, y la metodología de trabajo.

Todo el trabajo realizado a lo largo de sus distintas etapas, está atravesado por el estándar SCORM (Sharable Content Object Reference Model) 1.2 de ADL (Advanced Distributed Learning), siendo éste el que favorece la integración e interoperabilidad de los recursos empleados en diferentes entornos. A partir del estándar, se obtienen objetos de aprendizaje reusables, compatibles con distintas plataformas, con la posibilidad de adaptarlos según las necesidades del curso o tutor y de accederlos a distancia.

Para los profesores, el seguimiento y supervisión del alumno es fundamental durante el dictado de un curso, lo cual es contemplado en el contexto SCORM, en donde es el LMS el que tiene la capacidad de seguir el progreso del alumno a través del contenido. De esta forma, el profesor podrá conocer el nivel de progreso que cada alumno tiene a lo largo de las distintas unidades de contenido, y a su vez será capaz de disponer de reportes de evaluaciones hechas en las aulas virtuales [11].

Resultados

Como resultado del presente proyecto, se obtuvieron objetos de aprendizaje para ser usados para el dictado de la materia Física I de la carrera Ingeniería en Sistemas; el contenido de dichos OA consiste en una parte conceptual, que describe el tema tratado desde el punto de vista teórico, junto con guías de manejo de los laboratorios



virtuales a los que acompaña, y por otro lado la parte experimental, que integra a la simulación propiamente dicha. Asimismo, se diseñaron las actividades de evaluación correspondientes a esos contenidos, para poder evaluar lo aprendido por el alumno.

Además de la generación del material propiamente dicho, se realizaron diversas pruebas sobre aulas virtuales piloto para verificar y definir la implementación del seguimiento del alumno en su desempeño durante el cursado, pudiendo establecerse lo siguiente:

- e-educativa permite al tutor observar el progreso de cada alumno en su recorrido por el curso a nivel global.

- e-educativa permite al tutor observar el progreso de cada alumno en su recorrido por cada módulo que forma parte del curso SCORM.

- e-educativa genera reportes de evaluaciones múltiple opción en los cuales se explicitan observaciones globales de su realización, tales como fecha y hora de realización, tiempo empleado para completar el examen, porcentaje de respuestas correctas, estado del examen, entre otras; el reporte también presenta una cuadrícula detallada en la cual se indican las respuestas elegidas por el alumno, y la respuesta correcta. Un detalle notable detectado durante las pruebas de generación de reportes, fue que si la evaluación es externa a e-educativa, es decir un cuestionario generado por la herramienta eXeLearning y exportado como paquete SCORM dentro de e-educativa, el mismo deberá ser necesariamente una única actividad del tipo "Cuestionario SCORM" de un solo nivel, para que la plataforma pueda generar el informe que se describió.

Una vez que los objetos de aprendizaje se construyeron y probaron, se seleccionaron aquellos representativos de la segunda parte de la materia de Física I para emplearlos durante la cursada del segundo semestre lectivo del año 2015, subiéndolos al aula virtual correspondiente para que además de complementar la formación teórica de los alumnos, sus evaluaciones relacionadas se constituyan como la segunda actividad obligatoria de la materia.

Finalmente, y para conseguir una retroalimentación cualitativa y cuantitativa por parte de los alumnos, respecto a la nueva experiencia educativa propuesta, se elaboró una encuesta para que completen antes de finalizar el actual cursado. De esta forma, el equipo de trabajo del proyecto dispondrá de la información necesaria a partir del



ordenamiento y manipulación de los datos obtenidos, que servirá de guía para la mejora de sus prácticas y la confección de posteriores desarrollos.

Las siguientes figuras muestran la implementación de los LV en el aula virtual.

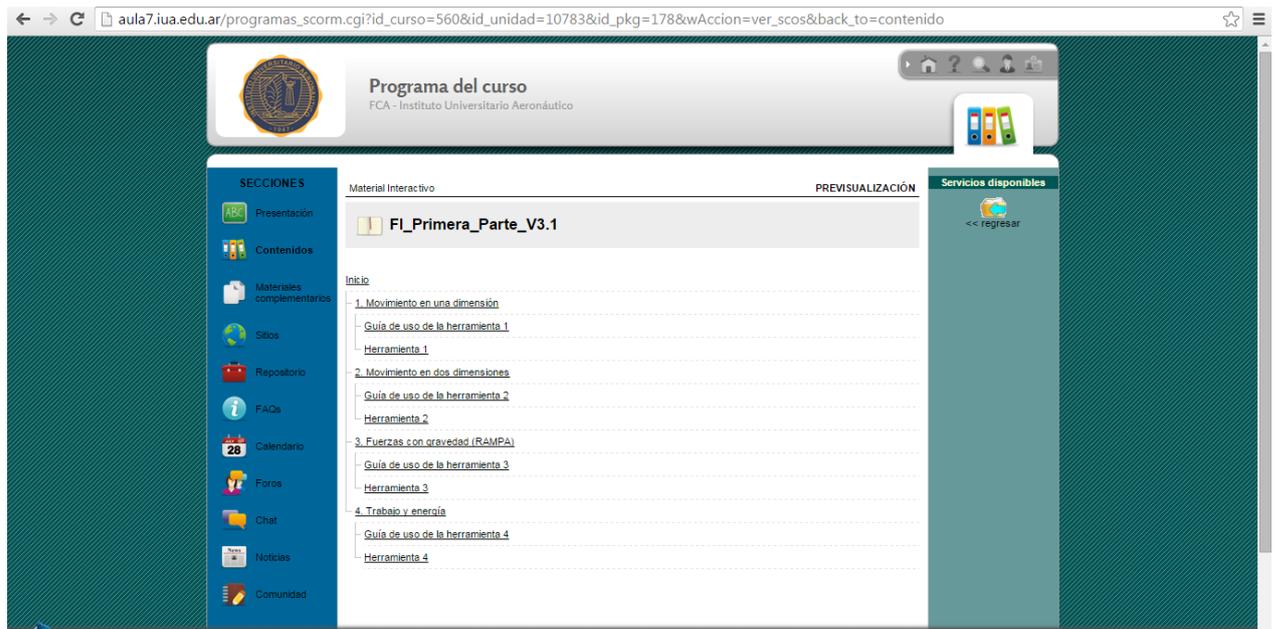


Figura 1. El paquete SCORM se ve como un árbol de contenidos dentro del aula virtual

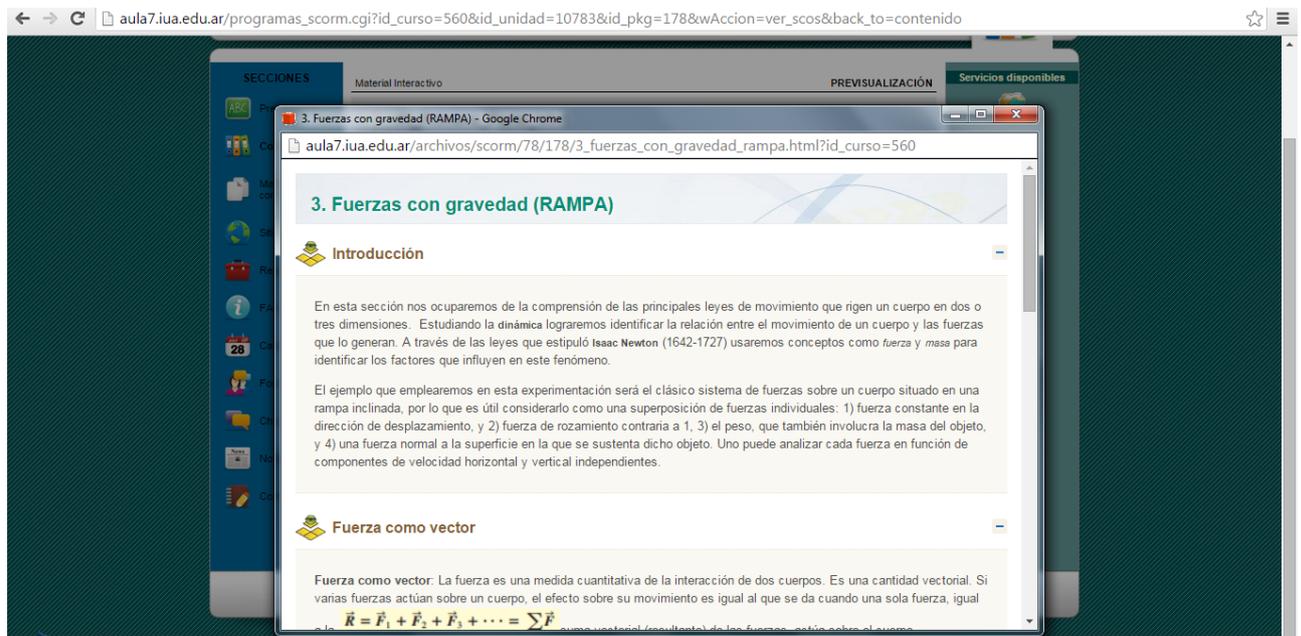


Figura 2. Parte conceptual del AO creado

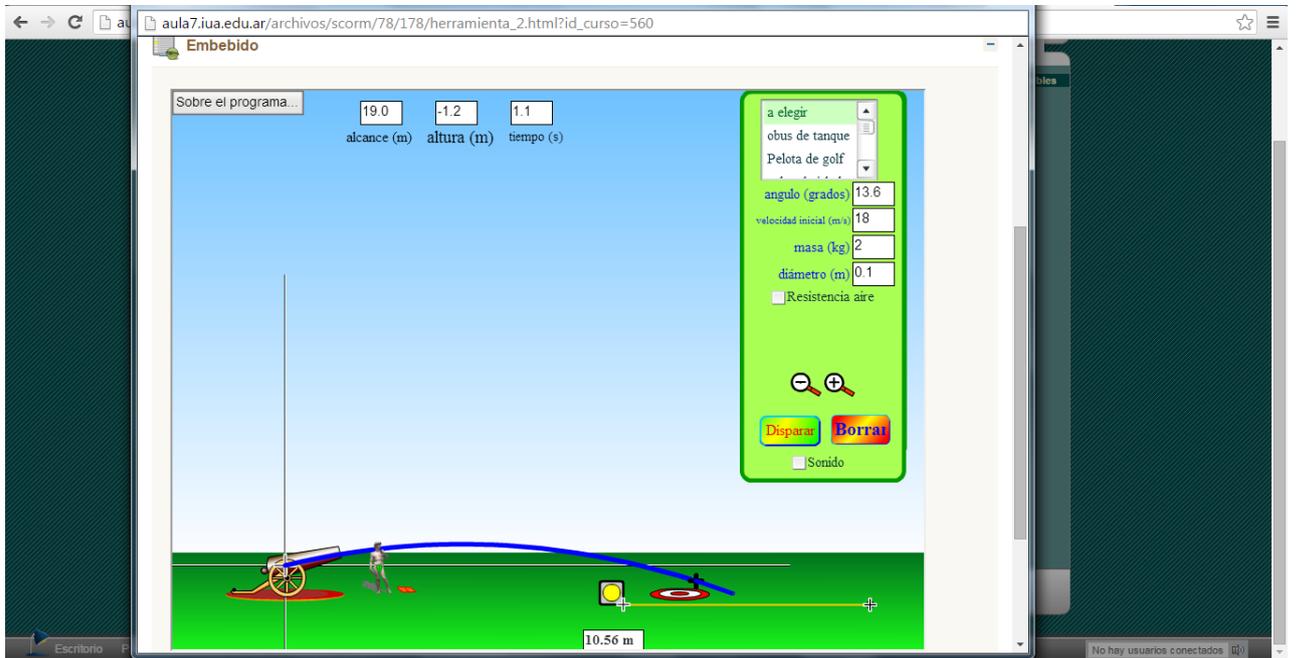


Figura 3. Parte experimental del AO creado

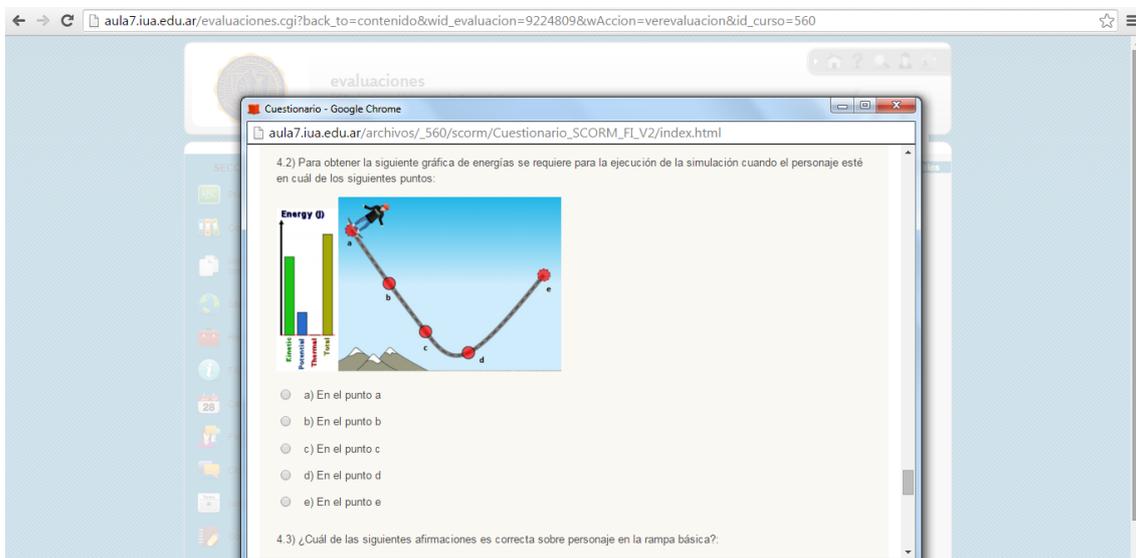


Figura 4. Evaluación de tipo cuestionario SCORM basada en las simulaciones

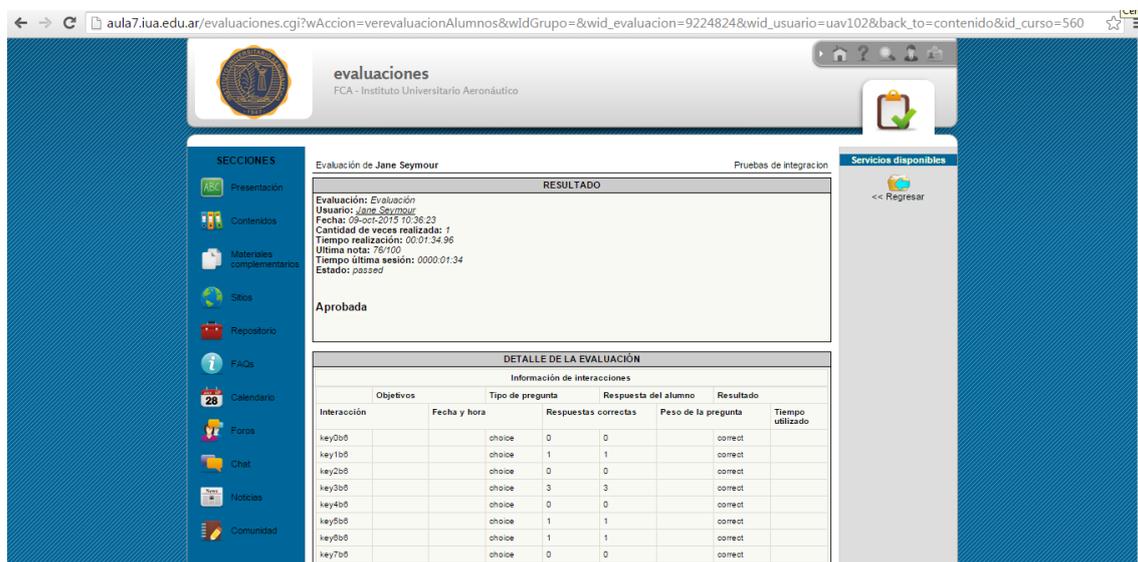


Figura 5. Reporte de la evaluación de tipo cuestionario SCORM (APA pie de imagen)

Conclusión

Si bien aún no se han obtenido los resultados concretos de la implementación y uso por parte de los alumnos del IUA de los laboratorios virtuales, a partir del trabajo realizado hasta este punto, y de la información recabada, se espera que los mismos aporten beneficios a los siguientes actores:

-Profesores: pueden crear módulos de estudio auto contenidos de manera rápida y sencilla, puesto que las herramientas seleccionadas otorgan a los tutores gran flexibilidad en cuanto al diseño y contenidos a incluir, y los OA creados son reutilizables, compartibles y editables, por lo que el profesor se puede centrar en el contenido y no en la forma de implementarlo.

-Alumnos: se ve enriquecida su experiencia de aprendizaje, ya que pueden realizar las experiencias desde cualquier lugar y en cualquier momento; complementar el estudio teórico e involucrarse más en su propia formación al encontrarse inmersos en un contexto de aprendizaje colaborativo y por descubrimiento.

-Institución: ahorro de costes en materiales y mantenimiento, mejora de la calidad de su oferta educativa y mejora de sus prácticas de educación a distancia mediadas por TIC.

En la actualidad, el proyecto está orientando sus indagaciones hacia el área de química, habiéndose establecido ya los requerimientos iniciales para desarrollar las actividades de investigación necesarias.



Bibliografía

- [1] Estrada, M.V.H. y Nájera, M.J. (2007). Ventajas y desventajas de usar laboratorios virtuales en educación a distancia: la opinión del estudiantado en un proyecto de seis años de duración. *Educación*, 31(1), 91-108.
- [2] Herreros, J.R. y Rosado, L. (2004). Aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la física. En A. Mocholí Salcedo, E. Ballester Sarrías, R. Capilla Lladró (Presidencia). 6º Congreso Tecnologías aplicadas a la Enseñanza de Electrónica TAAE. Congreso llevado a cabo en Valencia, España.
- [3] UNESCO. (2000). Informe de la reunión de expertos sobre laboratorios virtuales. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001191/119102S.pdf>
- [4] Universidad de Colorado (2015). About PhET. Recuperado de: <http://phet.colorado.edu/en/about>
- [5] Compadre.org (2015). About OSP. Recuperado de: <http://www.compadre.org/osp/webdocs/about.cfm>
- [6] Peñas, J. Qué es Educaplus.org. Recuperado de: http://www.educaplus.org/page-que_es_educaplus.html
- [7] Colomer, D.C. y Mínguez, T.R. (Abril de 2013). Revisión de herramientas de autor para el diseño de actividades educativas. *Didáctica, innovación y multimedia*, no.25. Recuperado de: <http://dim.pangea.org/revistaDIM25/docs/AR25herramientasdeautortarraja-OK.pdf>
- [8] eXelearning.net (2015). Características. Recuperado de: <http://exelearning.net/caracteristicas/#tab1>
- [9] Ninoriya, S., Chawan, P.M. y Meshram, B.B. (2011). CMS, LMS and LCMS For eLearning. *International Journal of Computer Science Issues*, 8(2), 644-647. Recuperado de: <http://ijcsi.org/papers/IJCSI-8-2-644-647.pdf>
- [10] e-educativa. *Manual de administración aula-Versión 7.08.03*. [en línea]. 2014 [fecha de consulta: 21 de octubre de 2015]. Recuperado de: <http://manuales.educativa.com/estable/open/upgrades/v7.08.03.pdf>
- [11] Advanced Distributed Learning. *Sharable content object reference model. Version 1.2. The SCORM overview* [en línea]. 2001 [fecha de consulta: 21 de octubre de 2015]. Recuperado de: http://www.adlnet.org/wp-content/uploads/2013/09/SCORM_1.2_Overview.pdf