

Experiencia de pasantía en el PhET, Universidad de Colorado en Boulder

Paola Arias Ching¹

Marco Sánchez Mora²

Resumen

Este trabajo presenta los resultados de la pasantía realizada en el PhET de la Universidad de Colorado en Boulder y la sistematización de la experiencia basada en la observación, evaluación, comprensión y reflexión del proceso. Los principales resultados obtenidos de esta experiencia se pueden percibir principalmente en el PEM, donde el equipo de trabajo se ha fortalecido y cuenta con más desarrolladores, esto ayudó a que los productores académicos se pudieran dedicar específicamente al diseño instruccional y la mediación pedagógica, así como a producir materiales multimedia más complejos. Se implementó una metodología de desarrollo ágil *Ad hoc* para el PEM, que ha contribuido a la finalización de programas informáticos educativos en tres meses. A futuro, se espera incluir a estudiantes en los procesos de validación de los laboratorios virtuales en cuanto a usabilidad, accesibilidad y experiencia del usuario, así como su funcionalidad en la educación a distancia. Esto enriquecerá el proceso de desarrollo y la utilidad del material didáctico.

Palabras clave

Recursos didácticos, multimedia educativo, laboratorios virtuales, experiencia de usuario, simuladores

Abstract

¹ Licenciada en ingeniería en sistemas, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica, parias@uned.ac.cr

² Máster en Tecnología e Informática Educativa, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica, msanchezm@uned.ac.cr

This paper presents the results of the PhET internship at the University of Colorado at Boulder and the systematization of the experience based on observation, evaluation, comprehension and reflection of the process. The main results obtained from this experience can be perceived mainly in the PEM, where the work team has been strengthened and has more developers, this helped that the academic producers could be dedicated specifically to the instructional design and pedagogical mediation, as well as produce more complex multimedia materials. An agile Ad hoc development methodology was implemented for the PEM, which has contributed to the completion of educational software in three months. In the future, it is hoped to be able to include students in the validation processes of the virtual laboratories in terms of usability, accessibility and user experience as well as their functionality in distance education. This will enrich the development process and the usefulness of teaching materials.

Keywords

Instructional resources, educational multimedia, virtual laboratories, user experience, simulators

1. Introducción

En este trabajo se presentan los resultados de la pasantía realizada en el PhET de la Universidad de Colorado en Boulder, en Estados Unidos de América, en octubre de 2014. Dichos resultados corresponden a una lista definida en el marco del proyecto de laboratorios virtuales de AMI.

Se debe destacar que se participó en las reuniones del PhET de estado de la producción, de diseño, de investigación y en la reunión de la comunidad educativa de física, en la cual se expuso el estado de la educación a distancia de la UNED y de los retos en la producción de materiales didácticos.

2. Marco contextual

La pasantía realizada en el proyecto PhET de la Universidad de Colorado en Boulder, en Estados Unidos de América, forma parte de las actividades de capacitación

realizadas por la Sub iniciativa 8.4 del Acuerdo de Mejoramiento Institucional (AMI) de la UNED (UNED, 2012)

Como parte de esta Sub iniciativa, el Programa de Producción Electrónica Multimedial (PEM) debe realizar 20 laboratorios virtuales durante los años de ejecución del AMI. Para la realización de estos laboratorios, el PEM necesitaba estar actualizado, no solamente en lo que se refiere al modelo de laboratorios virtuales, sino también en las buenas prácticas de producción de este tipo de materiales multimedia. Luego de una revisión de los laboratorios virtuales realizados por diferentes universidades del mundo, se encontró que unos de los más destacados son los realizados por la Universidad de Colorado en Boulder, específicamente en el PhET.

El nombre "PhET" era originalmente un acrónimo para "Physics Education Technology o "Tecnología de la educación de la física". Sin embargo, el sitio PhET ahora incluye simulaciones sobre muchos otros temas además de la física, por lo que el acrónimo es demasiado limitado. El equipo de PhET decidió mantener el nombre porque es ampliamente reconocido.

3. Objeto o problema de estudio

En el presente documento se detallan los resultados de la pasantía realizada en el PhET de la Universidad de Colorado en Boulder, enfocados en las buenas prácticas en el desarrollo de simulaciones virtuales interactivas, ejecutadas por el equipo de producción de este proyecto.

El motivo de esta búsqueda es dotar al equipo de producción del Programa de Producción Electrónica Multimedial (PEM) de insumos prácticos para la ejecución de la producción de laboratorios virtuales para la Universidad Estatal a Distancia (UNED).

4. Fundamentación teórica

Como parte de los hallazgos detectados en el equipo de producción de los simuladores del PhET, se encontró el dominio y uso de conceptos como accesibilidad, experiencia del usuario (UX por sus siglas en inglés), desarrollo ágil de software y modelo vista controlador. Explicar estos conceptos nos ayudará a entender mejor los

procesos desarrollados en esa universidad y a reconocer los mejores procedimientos a implementar en la UNED.

Accesibilidad

Según Pintos Fernández (2014), la accesibilidad es la “posibilidad de acomodarse a las necesidades de los usuarios y sus limitaciones o preferencias” (p. 7), en la web se puede medir como la facilidad que ofrecen los sitios para que cualquier persona los acceda en diferentes condiciones. Con ella se intenta que las interfaces se adapten a los usuarios para que cualquiera pueda utilizarlas y conseguir el acceso a la información que en ellas se coloca.

Asimismo, este mismo autor plantea que la usabilidad es la facilidad con la que se puede utilizar una herramienta, objeto o interfaz. Con ella se mide cuan fácil son de utilizar los entornos virtuales.

Experiencia del usuario

El diseño de experiencia del usuario (UX) es la creación y sincronización de los elementos que afectan la experiencia de los usuarios con una particular compañía, con la intención de influenciar sus percepciones y comportamientos (Unger y Chandler, 2012, p.3). Esto incluye los elementos que un usuario puede tocar, como los productos tangibles, escuchar e incluso oler. El diseño de UX incluye los objetos con los que puede interactuar, incluso más allá del espacio físico, tal como interfaces digitales y por supuesto personas. Uno de los desarrollos más emocionantes de los últimos años mezcla los elementos que afectan los sentidos en una experiencia más rica e integrada (Unger y Chandler, 2012, p.3).

Por su parte, Hartson y Pyla (2012) reconocen que, si bien estudiar la usabilidad es importante, ya que es clave en asegurar una experiencia del usuario de calidad, no es suficiente centrarse solamente en ella. La experiencia del usuario es más que la usabilidad, ya que su estudio se centra en la persona más allá que en la tecnología.

Metodología de desarrollo ágil

Uno de los conceptos mencionados por los desarrolladores del PhET es el uso de una metodología ágil para el desarrollo de los simuladores. De acuerdo con Gómez

Ruedas (2016), los modelos ágiles ofrecen la posibilidad de que el *software* “se desarrolle rápidamente para aprovechar nuevas oportunidades y responder a la presión competitiva” (p. 153). Con este modelo se pueden entregar las aplicaciones rápidamente y evitar que, en un entorno cambiante, cuando se entrega el software las necesidades de su creación hayan cambiado. El objetivo de las metodologías ágiles es la satisfacción del cliente y la entrega rápida del software de forma sucesiva, creado por grupos pequeños muy motivados y con simplicidad general del desarrollo.

De forma similar, Amaya Balaguera (2015) reconoce que las metodologías ágiles están basadas en el desarrollo iterativo que se centra en capturar mejor los requisitos que cambian a través del tiempo y gestionar mejor los riesgos. El proyecto se descompone en desarrollos de distinta longitud y en cada uno de ellos se entrega un producto completo. Además, cada uno de estos desarrollos en su conjunto construye el proyecto completo.

Siguiendo con Gómez Ruedas (2016), la metodología ágil se contrapone al modelo en cascada, el cual necesita que toda la etapa de diseño esté lista para poder continuar con el desarrollo. Esta situación provoca que se necesite mucho más tiempo para la entrega.

Modelo vista controlador

Por otra parte, los desarrolladores de los simuladores mencionaron utilizar el modelo vista controlador, el cual promueve la división de datos y la lógica de un sistema de la interfaz de usuario. Se componen de 3 elementos: el modelo es la información o los datos administrados por el sistema y gestiona el acceso a ellos, la vista se encarga de presentar la información al usuario y el controlador es el componente que responde a los eventos que suceden; ya sean estos generados por el usuario o por otros sistemas (Cardador Cabello, 2014).

La principal ventaja de utilizar el Modelo Vista Controlador es que el *software* está creado de forma modular, que es fácil de entender y de actualizar, y que se puede modificar alguno de sus componentes sin la necesidad de afectar a los demás.

5. Metodología

La metodología seleccionada para la pasantía consistió en actividades del orden cualitativo, las cuales se orientaron a obtener la información más importante del proceso de realización de los simuladores. De esta forma, se eligió participar como observadores de las reuniones planificadas por el equipo de trabajo para la semana del 16 al 22 de octubre de 2014. Además, se coordinaron entrevistas con los 9 miembros del equipo de producción.

En el caso de la observación, en las diferentes reuniones se utilizó un diario, en el cual se realizaron anotaciones, y en el caso de las entrevistas se utilizó un instrumento semi estructurado que se adecuó a cada uno de los roles del equipo de producción. En el caso de los programadores se realizaron preguntas más orientadas al proceso de desarrollo, en el caso de las diseñadoras, más orientado al proceso de planificación y producción académica, y, finalmente, en el caso de los miembros del equipo especializados en la investigación, preguntas orientadas a los temas que se están analizando y la visión que se tiene de los simuladores que realizan.

Se participó en las reuniones del PhET de estado de la producción, de diseño, de investigación y en la reunión de la comunidad educativa de física. Se siguió el cronograma de actividades realizadas detallado en la Tabla 1.

Tabla 1

Actividades realizadas durante la pasantía en el PhET de la Universidad de Colorado en Boulder.

Día	Actividades	Descripción
1	Reunión general PhET	Reunión de estado del PhET coordinada por Oliver Nix, con proyectos que están en desarrollo. Reunión de diseño con los desarrolladores, diseñadores y otros asesores.
2	Contacto con la directora Reuniones con el equipo de trabajo PhET	Entrevista a la directora del PhET, Kathy Perkins. Se compartió información de la UNED y su modelo pedagógico, por otro lado, se continuó conociendo el proceso de desarrollo del PhET. Entrevista a Amanda McGarry, líder diseñadora, especialista en contenidos sobre matemática en educación.

Tabla 1

Actividades realizadas durante la pasantía en el PhET de la Universidad de Colorado en Boulder.

Día	Actividades	Descripción
3	Reuniones con el equipo de trabajo PhET	Entrevista a Michael Dubson, experto en ciencia e ingeniero de software, sobre el uso de los simuladores con los estudiantes. Entrevista a Amy Rouinfar, líder diseñadora, especialista en ciencias. Reunión de investigación del PhET, en la cual se discutió el uso de <i>eye tracking</i> para la validación de los procesos de interacción con los estudiantes. Además, se discutieron los procesos de pruebas de usabilidad.
4	Reuniones con el equipo de trabajo PhET	Entrevista a Emily Moore, investigadora y antigua líder diseñadora de los simuladores. Entrevista a Yuen-ying Carpenter, investigadora asociada del PhET, profesora de química en la UC Boulder.
5	Reuniones con el equipo de trabajo PhET	Entrevista a Ariel Paul, investigador del PhET y coordinador de desarrollo de los simuladores. Entrevista a John Blanco, ingeniero de software, desarrollador de simuladores para el PhET.

Nota: se describen las actividades realizadas previa coordinación con los miembros del PhET.

6. Logros alcanzados

Los resultados obtenidos durante la realización de la experiencia, se dividen en 7 secciones temáticas: el proceso de producción de simuladores, la organización del equipo de producción, las condiciones de calidad, la implementación de los simuladores, las consideraciones frente al uso de dispositivos móviles, el *software* de producción y algunos elementos adicionales.

El proceso de producción de los simuladores

En general el diseño de los simuladores responde a un diseño enfocado en la interacción. Siempre la preocupación es conocer con certeza cuál será la realimentación que recibirán los estudiantes. Se dura tres meses en el diseño del simulador, y cerca de un año en el desarrollo total. En el caso de los traslados (*ports*) se



tarda en promedio ocho meses. El proceso de desarrollo (programación) se inicia hasta que se termina el diseño del simulador.

Todas las semanas hay reuniones de estado (*status meetings*) en las que se exponen los avances en el desarrollo de los simuladores y se toman decisiones sobre el camino a seguir con cada uno.

Todo el proceso de desarrollo queda plasmado en un documento que cuenta con 10 secciones. *Audience*, explica la audiencia a la que están dirigidos los simuladores. En *Learning goals* se establecen los objetivos de aprendizaje perseguidos con los simuladores. *Standards* muestra los estándares de educación nacionales y estatales vinculados con el simulador. *Design* es la sección de diseño, donde se explican las consideraciones funcionales y gráficas de los simuladores. En *Overview* se explica el funcionamiento general del simulador.

En la sección llamada *Mockups* se muestran bocetos gráficos y explica el funcionamiento de los simuladores. *Resources* explica los recursos encontrados para la creación de los simuladores. Se incluyen tanto simuladores de terceros que abordan los mismos conceptos como teoría relacionada con esos conceptos. *Interview notes* detalla los resultados de las entrevistas a los estudiantes. En *Meeting notes* quedan plasmadas todas las discusiones y sus resultados de las reuniones de desarrollo de los simuladores. Funciona como una minuta y cuenta con todas las decisiones tomadas con respecto al funcionamiento del simulador.

Finalmente, en *Ideas for activity sheet*, se van incluyendo las ideas que surgen para las guías de actividades del simulador. Estas guías de actividades le ofrecen al docente y al estudiante propuestas de uso de los simuladores. Este archivo sirve como documentación no solamente del proceso de producción, sino como guía para futuros cambios que se le deban hacer a los simuladores.

Cuando llega el momento de las entrevistas a estudiantes se ponen a prueba las características del simulador, se hace un análisis de su usabilidad y se observan las reacciones y forma de uso del estudiante. Estas entrevistas se graban y se analizan. Se

registra cómo los estudiantes utilizan los simuladores y lo que dicen. Los resultados del análisis se colocan en el documento.

La metodología de desarrollo es *Ad hoc*, la crearon según sus necesidades con el pasar de los años, sin embargo, cada desarrollador tiene sus propias estrategias. Es por esto que se prefiere el desarrollo con metodologías ágiles, ya que siempre se van desarrollando pequeñas partes y se van probando. Todas las semanas los desarrolladores tienen algo para mostrar y validar con el resto del equipo.

Además, los desarrolladores utilizan el patrón Modelo Vista Controlador para el desarrollo de los simuladores, ya que les permite que los tres elementos se mantengan por separado y los ajustes realizados a cualquiera de ellos no interfieran con los demás. En el proceso se integran los diseñadores y desarrolladores para que todos aporten en la producción y cuenten con un punto de vista de usabilidad y de diseño pedagógico.

Asimismo, incorporan consultores, personas que utilizarían los simuladores, dentro del proceso de desarrollo. Estas personas también participan en discusiones semanales sobre el desarrollo de los simuladores.

Cuando se encontraron con la necesidad de desarrollar simuladores en HTML5 no encontraron todas las librerías base con las que ya contaban en Java y Flash. Por este motivo, decidieron desarrollar sus propias librerías y ponerlas a disposición de cualquier persona. En este proceso se tardaron bastante tiempo, pues requiere un trabajo minucioso y además cuentan con gran cantidad de simuladores en producción.

Organización del equipo de producción

Son muchas personas las que aportan en el proceso de desarrollo de cada simulador. Para empezar, un diseñador líder (*lead designer*) trabaja la apariencia e interfaz del simulador y establece algunas consideraciones pedagógicas. Luego, un consultor participa como especialista en la materia y como profesor que utilizaría el simulador. Además, se nombra un desarrollador líder quien se encargará de la mayor parte de la programación del simulador. Por otra parte, otras personas del equipo del PhET colaborarán con consideraciones pedagógicas, de diseño gráfico y de usabilidad.

En las reuniones de estado, los presentes realizan aportes al desarrollo de cada simulador. El encargado de producción tiene un rol coordinador de la reunión y anota todos los aportes al simulador.

En sus inicios el desarrollo de los simuladores se hacía entre todo el equipo y eso dificultaba el proceso. Luego, cuando se introdujeron los simuladores de química se decidió hacer grupos más pequeños. Estos grupos pequeños trabajan más rápido. Elemento fundamental en la metodología de desarrollo ágil.

Los equipos se forman por afinidad con el simulador. Si es un simulador de química se trabaja con un líder diseñador de química, si es de física, de física. Si el simulador requiere de ciertas habilidades de desarrollo se le asigna al desarrollador que haya experimentado previamente con esas habilidades. Cada líder diseñador trabaja alrededor de 4 simuladores a la vez. Depende de la complejidad de cada uno.

Condiciones de calidad

Además de la gran experiencia acumulada a través de los años por el equipo del PhET, en especial los desarrolladores, quienes se han dedicado a ir garantizando condiciones pedagógicas y de usabilidad en los simuladores, realizan entrevistas (*interviews*) con los estudiantes una vez que el simulador es funcional y se encuentra en sus etapas finales de desarrollo. En estas entrevistas se evalúa la complejidad de los simuladores frente a su diseño.

Evalúan la apariencia y cómo sienten los estudiantes los simuladores (*look and feel*), asimismo, evalúan que los principios de diseño utilizados en el desarrollo sean válidos y sigan vigentes. Se considera que el simulador debe entenderse por sí mismo, si encuentran que es necesario incluirle instrucciones, se debe mejorar el diseño.

Implementación de los simuladores con sus estudiantes

Una herramienta que se utiliza para la implementación de los simuladores es Office Mix, con ella se pueden grabar las disertaciones de los profesores e insertar los simuladores hechos en HTML5 para que los estudiantes, que se encuentran fuera de clase, puedan recibir la lección y utilizar los simuladores.

Para todos los simuladores existen hojas de trabajo para los estudiantes y para los profesores en el sitio web del PhET. Estas hojas de trabajo ofrecen una guía sobre cómo utilizarlos para el aprendizaje de los objetivos con los que fueron desarrollados.

Además, en ese sitio existen guías en video para los profesores para aprender a utilizar los simuladores y su filosofía experimental.

Como las lecciones (*lectures*) son de grupos de 300 estudiantes, algunos profesores utilizan los simuladores para hacer demostraciones virtuales en sus lecciones.

Desarrollan 5 conceptos en 50 minutos y los van ejemplificando con los simuladores. Como los estudiantes deben llegar con la materia estudiada, el profesor plantea una situación con el simulador y espera que los estudiantes den una respuesta de lo que sucederá. Los estudiantes responden con los *clickers* (dispositivos inalámbricos para dar una respuesta entre 5 opciones) y el profesor puede saber si el concepto está claro. Si no lo está, puede profundizar en él con el simulador.

Las ventajas de los simuladores están relacionadas con la visualización más ágil y la facilidad de entender los conceptos. Los simuladores están diseñados para que, por medio de la exploración, los estudiantes profundicen los conceptos físicos, químicos y matemáticos; los cuales serán la base de los exámenes. Otra ventaja es que los simuladores permiten ver con más detalle los fenómenos y aislarlos de otros conceptos que antes era más difícil lograr.

Asimismo, para los estudiantes, es más representativo que el simulador les demuestre su equivocación a que el profesor se los señale y deban confiar en su palabra.

Un elemento clave de los simuladores frente a simples animaciones es que el proceso de poder experimentar con los datos de entrada y poder observar los diferentes resultados, le permite al estudiante alcanzar sus propias conclusiones y entender mejor los conceptos.

Luego de las clases, los estudiantes pueden utilizar los simuladores para comprobar los resultados de sus tareas. Ocasionalmente algún profesor asignará una tarea utilizando los simuladores.

Otras personas que utilizan los simuladores del PhET con grupos pequeños han experimentado con grupos de 20 estudiantes con los cuales tienen una hora de trabajo con el simulador y luego dos horas de laboratorio real. Algunos de estos grupos están tratando de convertir el proceso de aprendizaje en un modelo virtual.

Decisiones tomadas frente a la tenencia de dispositivos móviles

Con respecto a los dispositivos móviles desde hace unos años se decidió apostar por las tabletas y descartar, temporalmente, los teléfonos. Esto se debe a que las tabletas permiten incorporar los mismos controles de los simuladores con algunas mejoras de interfaz, mientras que los teléfonos, por su tamaño tan pequeño necesitarían esconder gran cantidad de esos controles y volvería más complejo de usar el simulador.

Como parte de esta decisión es que se inició el desarrollo de simuladores en HTML5 y el traslado de los ya existentes en Java y Flash a este otro lenguaje.

Existen experiencias de otras organizaciones que, al ser los simuladores de código abierto, han intentado convertirlos para ser utilizados en pantallas pequeñas, como las calculadoras Texas Instruments.

Dentro de las características utilizadas para el diseño de los simuladores para móviles están los botones grandes y espacios de interacción más grandes. Además, están implementando mecanismos multitáctil para algunos simuladores que lo requieran.

Software de producción

En la actualidad se encuentran desarrollando simuladores nuevos en HTML5 y trasladando los existentes a ese lenguaje. Para ello desarrollaron sus propias librerías para adecuar las posibilidades del HTML5 a sus necesidades de funcionamiento y visualización. Además, la razón más importante para crear sus propias librerías fue la necesidad de ofrecer los simuladores con una licencia abierta de libre uso, situación que solo es posible si se garantiza que la licencia de las librerías lo permita.

Otros aspectos

Como parte de sus procesos de investigación, tienen un equipo de inclusión que se dedica a investigar cómo hacer los simuladores más accesibles. Quieren lograr una integración completa con el *software* de lectura de pantalla. Además, están investigando con los dispositivos de registro del movimiento de los ojos Tobii para confirmar que la interacción ofrecida por los simuladores sea la esperada en los estudiantes.

Asimismo, tienen interés en investigar sobre la implementación de los simuladores en dispositivos móviles de pantalla pequeña como los teléfonos. Sin embargo, esto no ha iniciado. Algunos miembros del equipo consideran que el futuro se encuentra en los teléfonos, en especial en los teléfonos grandes (phablets).

7. Análisis de la experiencia

De los resultados obtenidos en la recolección de información en la pasantía en el PhET de la Universidad de Colorado en Boulder, se deben rescatar los aspectos susceptibles de ser utilizados en el proceso de producción de multimedia en el PEM, y más específicamente en la producción de laboratorios virtuales.

Del proceso de producción empleado en el PhET, se rescatan las reuniones de estado, en las que se analizan los avances semanales de la elaboración de cada uno de los simuladores. Estas reuniones aportarían a la coordinación del PEM claridad en el proceso de cada material, así como conocimiento del que hacer de los equipos de producción y de las dificultades encontradas durante la producción.

Eventualmente, se podría crear un documento que recopile todo el proceso llevado a cabo en la producción de los multimedia. Sin embargo, la existencia de diferentes roles en los equipos, así como incorporar miembros a estos equipos que no son parte del PEM, dificulta el control de un documento como este.

Un aspecto que se debe tomar en cuenta pronto por el PEM, es la inclusión de estudiantes en los procesos de validación de los materiales didácticos producidos, esto se puede realizar coordinando con las cátedras solicitantes de estos recursos y, en conjunto, provocar espacios de realimentación para la mejora de los multimedia.



Con respecto a la organización del equipo de producción, el PEM tiene un modelo acuñado con 15 años de experiencia que se ha probado en reiteradas ocasiones. Este equipo cuenta con un rol adicional al utilizado en el PhET, el diseñador gráfico, quien se encarga de la apariencia de los materiales y su participación ha garantizado recursos de altísima calidad. Si se debe reconocer, que en el PEM, delegarles a los productores académicos la programación de los multimedia ocasionó por mucho tiempo atrasos y problemas de producción. Fue necesario retomar la necesidad de contar con más desarrolladores para que formen parte de los equipos de producción.

Otro elemento importante que rescatar de la organización del equipo en el PhET es la metodología ágil de desarrollo que implementan.

Por otra parte, la decisión del PhET de orientar sus simuladores para ser utilizados en computadoras y tabletas, no sería compatible con la realidad de los estudiantes de la UNED, quienes cuentan más con celulares que con tabletas para acceder a los recursos de aprendizaje. Esto se puede ver evidenciado en las estadísticas de uso de los materiales realizados por el PEM, que muestran que un 22% del acceso a los multimedia realizados en HTML5, en el año 2016, se hace desde este tipo de dispositivos (PEM, 2016).

8. Aportes de la experiencia

Los mayores aportes de la realización de la pasantía se pueden percibir en el PEM luego de dos años de realizada, ya que algunas de las recomendaciones encontradas se han podido ir implementando de forma paulatina. Para empezar, la concepción del equipo de producción fue mejorada con la incorporación de más desarrolladores. Estos miembros de los equipos, permitieron que los productores académicos se pudieran dedicar específicamente en el diseño instruccional y la mediación pedagógica, y a su vez, fuera posible la producción de materiales multimedia más complejos desde ese punto de vista.

Otro elemento importante que fue posible implementar fue la creación de reuniones de estado semanales, las cuales han permitido tener claridad en la coordinación del PEM del estado de cada material. Pero, también han permitido que los propios



miembros del equipo tengan la oportunidad de manifestar las necesidades sentidas en un momento oportuno y que se logre una intervención de la coordinación o de la dirección de producción en el momento justo. Estas reuniones de estado han colaborado en agilizar los procesos de producción.

Además, vinculado a estas reuniones de estado, se implementó una metodología ágil de desarrollo al estilo PEM, que se suma a etapas de producción de forma intensiva. La metodología ágil permite que se vayan observando los avances rápidamente en cada una de las iteraciones de desarrollo, y la producción intensiva permite que el equipo de producción pueda dedicarse a cada material didáctico de forma exclusiva hasta terminarlo. Esto ha promovido el acortamiento de los tiempos de producción. Un ejemplo de esto son los laboratorios virtuales de Herramientas colaborativas para entornos virtuales (Pacheco, 2016). Estos recursos fue posible producirlos en periodos de 3 meses (PEM, 2016a).

Con la implementación de estas buenas prácticas se ha logrado la producción de 6 materiales educativos multimedia y 4 laboratorios virtuales durante el año 2016 (PEM, 2016b), así como 5 materiales educativos multimedia y 3 laboratorios virtuales en el primer semestre de 2017 (PEM, 2017).

Para el futuro, quedan pendientes dos grandes temas que son urgentes. El primero es la inclusión de estudiantes en los procesos de evaluación y validación de los materiales producidos. Por un lado, para obtener más información sobre la accesibilidad, la usabilidad y la experiencia del usuario. Pero, por otro lado, para recopilar información de la pertinencia y profundidad de los contenidos aportados en los recursos.

El segundo elemento pendiente, es la participación del PEM en los procesos de implementación de los recursos producidos. Esto permitirá, no solamente poder mejorar los materiales existentes, sino hacer mejores materiales. Además, ofrecer soluciones específicas a las diferentes necesidades de los estudiantes en un modelo a distancia.



9. Referencias

- Amaya Balaguera, Y. D. (2015). Guía metodológica ágil, para el desarrollo de aplicaciones móviles "AEGIS-MD". *Revista De Investigaciones De La UNAD*, 14(1), 97-113.
- Cardador Cabello, A. L. (2014). *Implantación de aplicaciones web en entornos internet, intranet y extranet* (MF0493_3). Madrid, ESPAÑA: IC Editorial.
- Gómez Ruedas, J. (2016). *Dirección y gestión de proyectos de tecnologías de la información en la empresa*. Madrid, España: FC Editorial.
- Hartson, R. y Pyla, P. (2012). *The UX Book*. Massachusetts, Estados Unidos de América: Morgan Kaufmann.
- Pacheco, O. (2016). *Herramientas colaborativas para entornos virtuales* (Versión 1.0) [Software]. Disponible en Multimedia UNED:
http://multimedia.uned.ac.cr/pem/herramientas_colaborativas/
- Pintos Fernández, J. (2014). *Aplicación de técnicas de usabilidad y accesibilidad en el entorno cliente: desarrollo de aplicaciones con tecnologías web* (UF1843). Madrid, España: IC Editorial.
- Producción Electrónica Multimedial (PEM). (2016a). *Informe de labores del PEM 2016*. Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.
- Producción Electrónica Multimedial (PEM). (2016b). *Evaluación del Plan operativo anual 2016*. Documento institucional. Dirección de Producción de Materiales Didácticos, Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.
- Producción Electrónica Multimedial (PEM). (2017). *Avance de la evaluación Plan operativo anual 2017*. Documento institucional. Dirección de Producción de Materiales Didácticos, Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.
- Unger, R. y Chandler, C. (2012). *A Project Guide to User Experience Design* (2ª. ed.). California, Estados Unidos de América: New Riders.
- Universidad Estatal a Distancia. (2012). *Plan de Mejoramiento Institucional* [White paper]. Recuperado de Acuerdo de Mejoramiento Institucional:
http://www.uned.ac.cr/images/ami/documentos/pmi_uned_agosto_2012.pdf