



Gestión Eficiente de Cursos Online: La Experiencia de @CursoCloudAWS en la UPV*

Germán Moltó

Instituto de Instrumentación para Imagen Molecular (I3M). Centro mixto CSIC – Universitat Politècnica de València – CIEMAT, camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España

Abstract

El creciente interés por la formación online es incuestionable hoy en día, con MOOCs siendo cursados por miles de alumnos. Sin embargo, para que la formación online se popularice es necesario que los profesores perciban que el esfuerzo necesario para preparar y gestionar un curso online es asumible. Este artículo propone una arquitectura basada en herramientas y servicios en la nube para simplificar la gestión de un curso online, desde el uso de laboratorios remotos automáticamente configurados hasta automatizar la comunicación con los estudiantes y recopilar retroalimentación sobre el curso. Esta aproximación ha sido aplicada en la producción, distribución y gestión del Curso Online de Cloud Computing con Amazon Web Services (@CursoCloudAWS¹). El artículo describe la metodología, herramientas y resultados de la experiencia para destacar que es posible crear cursos online ofreciendo laboratorios remotos, con una mínima carga de gestión para el instructor, al tiempo que se proporciona una experiencia de aprendizaje de alta calidad a una audiencia a escala mundial.

Keywords: *Cloud Computing, MOOC, Technology-enhanced Learning, Remote Laboratories, Online Learning*

Resumen

*Este artículo es una versión traducida, revisada y ampliada del artículo “On Using the Cloud to Support Online Courses” enviado al congreso internacional 2014 Frontiers in Education Conference (FIE 2014), destinada a difundir la experiencia en la UPV.

¹La abreviatura @CursoCloudAWS se refiere a la cuenta de Twitter del curso, disponible en <http://www.twitter.com/CursoCloudAWS>

The increasing interest of online learning is unquestionable nowadays, with MOOCs being taken by thousands of students. However, for online learning to go mainstream it is necessary that professors perceive that the effort required to prepare and manage an online course is manageable. For that, this paper proposes an architecture based on tools and Cloud services that simplifies the process of managing an online course, from delivering on-demand fully customized remote laboratories to communication automation for student engagement and feedback gathering. This approach has been applied to produce, distribute and manage an Online Course on Cloud Computing with Amazon Web Services (@CursoCloudAWS). The paper describes the methodology, tools and results of this experience to point out that it is possible to deliver online courses with automatically provisioned remote labs, with minimal management overhead, while still providing a high quality learning experience to a worldwide audience.

Keywords: Cloud Computing, MOOC, Aprendizaje Mejorado por la Tecnología, Laboratorios Remotos, Formación Online.

1 Introducción

La formación online (Moore y Kearsley 2011) ha florecido en los últimos años con los avances en las redes de comunicación y el acceso ubicuo a Internet. Con el surgimiento de plataformas educativas como Coursera, edX o Udacity, profesores pioneros comenzaron a crear los llamados MOOCs (*Massive Online Open Courses*) que son cursados por miles de estudiantes de todo el mundo a través de Internet. De hecho, hoy en día existe numerosas herramientas y servicios para facilitar la creación de material educativo de acceso online. Por ello, es más fácil que nunca producir y gestionar cursos online de éxito que puedan ser cursados por estudiantes de cualquier parte del mundo (Sun y col. 2008).

Típicamente, los cursos online incluyen vídeo-lecciones, documentación, tests de opción múltiple y plataformas de comunicación y colaboración para conseguir una experiencia de aprendizaje remoto de calidad para el alumno. Los cursos relacionados con ingenierías suele requerir además la realización de prácticas de laboratorios donde los alumnos desarrollen las destrezas apropiadas mediante las herramientas usadas en sus correspondientes áreas de trabajo. Esto ha sido abordado en el pasado mediante diferentes aproximaciones que van desde el uso de i) simuladores, como por ejemplo los trabajos (Güney, Ekşi y Çakıroğlu 2011) y (Fang, Nielson y Kawamura 2013); ii) laboratorios virtuales (ver por ejemplo (Kolota 2011),(Alexiadis y Mitianoudis 2013)); iii) paquetes software para ser instalados, como es el caso de (Bezerra, Fraga y Dias 2013) y, iv) máquinas virtuales para ser descargadas por el alumno, como por ejemplo en (Gaspar y col. 2008) y (Romero-Zaldivar y col. 2012).

Cloud Computing y, especialmente, los servicios en la nube pueden ayudar en gran medida a soportar las actividades que surgen en la gestión de un curso online. Uno de los modelos de servicio del Cloud (ver (NIST) para más información) es SaaS (*Software as a Service*) donde se acceden a aplicaciones en línea a través de un navegador

web, como es el caso de Google Apps. Otro modelo de servicio es IaaS (*Infrastructure as a Service*), en el que recursos de cómputo y almacenamiento se pueden aprovisionar de un proveedor de Cloud público mediante un modelo de pago por uso. Este artículo aboga por usar ambos modelos para gestionar eficientemente cursos online.

Concretamente, el artículo describe la experiencia del autor en producir y gestionar el *Curso Online de Cloud Computing con Amazon Web Services*, un curso de formación permanente ofertado desde el Instituto de Instrumentación para Imagen Molecular (I3M) de la Universitat Politècnica de València (UPV). Este curso se ofertó por primera vez en Julio de 2013 y en menos de un año se han realizado 7 ediciones del mismo (una edición cada 1-2 meses aproximadamente), con más de 150 alumnos formados (20-30 alumnos por edición) de más de siete países diferentes (principalmente de España y Latinoamérica), obteniendo una satisfacción promedio de 9.2 sobre 10. Además, el curso ofrece prácticas sobre laboratorios remotos, gestionados por el instructor, al que los alumnos se conectan en remoto para realizar actividades prácticas. Estos recursos se aprovisionan y configuran automáticamente sobre un proveedor Cloud usando herramientas desarrolladas en la UPV y puestas a disposición de la comunidad académica. Esto ha supuesto un reto técnico para automatizar al máximo la gestión del curso con el objetivo de reducir la carga del instructor sin menoscabo de la experiencia de aprendizaje del alumno. Por ello, este artículo resume la aproximación, herramientas, metodología y lecciones aprendidas en la gestión de un curso online de estas características.

El resto del artículo está estructurado como sigue. En primer lugar, la sección 2 presenta los objetivos de este artículo. A continuación, la sección 3 describe la innovación docente llevada a cabo mediante la descripción del curso así como las herramientas y metodología seguida para la gestión del mismo. Luego, la sección 4 describe los principales resultados obtenidos, tanto desde el punto de vista del alumno como del profesor. Finalmente, la sección 5 resume las principales conclusiones de este artículo dando pie a líneas futuras de trabajo.

2 Objetivos

El objetivo de este artículo y de la innovación docente llevada a cabo es analizar las ventajas de usar herramientas y servicios Cloud para la gestión eficiente de cursos online, especialmente aquellos que involucren la realización de actividades prácticas sobre un laboratorio que requiera recursos de cómputo. Se aborda en base a la experiencia de incorporación de estas técnicas de forma aplicada en el Curso Online de Cloud Computing con Amazon Web Services durante el curso 2013/2014.

Por lo tanto, son objetivos de este artículo:

- Introducir una arquitectura de servicios y componentes basada en servicios de la UPV, complementada con servicios externos para aquella funcionalidad necesaria no cubierta por dichos servicios, con el propósito de gestionar eficientemente un curso online.



Fig. 1: Aspecto de las vídeo-lecciones y del vídeo Polimedia de presentación.

- Presentar las herramientas y servicios Cloud útiles para gestionar un curso online.
- Describir estrategias y técnicas para la gestión eficiente de un curso online.

Las experiencias descritas en el artículo son perfectamente aplicables a otros cursos y/o actividades educativas similares.

3 Desarrollo de la innovación

A continuación se describe brevemente el curso, se detalla la arquitectura de servicios Cloud utilizados, en la que se enmarca la principal innovación docente y, finalmente, se presentan estrategias para la gestión eficiente de este tipo de cursos.

3.1 El Curso Online de Cloud Computing con Amazon Web Services

Se trata de un curso online de 30 horas que dura cinco semanas, asumiendo una carga de trabajo de 1,2 horas por día lectivo, y que trata sobre Cloud Computing con un foco especial en Amazon Web Services (AWS), el proveedor Cloud pionero y actual líder. Se trata de un curso muy práctico, con laboratorios remotos de prácticas, que ayuda a los alumnos a conseguir las destrezas necesarias para dominar los servicios de AWS necesarios para crear arquitecturas de aplicaciones escalables para la nube. Es posible información adicional sobre el curso en su página web².

El curso está estructurado en tres módulos que, a su vez, se dividen en una o más unidades. Cada unidad incluye una guía de aprendizaje del alumno que vertebra todos los recursos disponibles en el curso, resumidos a continuación:

²<http://www.grycap.upv.es/cursocloudaws>

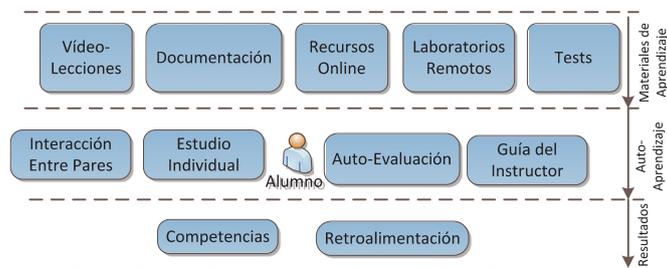


Fig. 2: Vista esquemática de un estudiante del curso online.

- Vídeo-lecciones. Vídeos de unos 10 minutos en los que aparece el instructor describiendo las ideas principales sobre un determinado tema, con la ayuda de un conjunto de transparencias, tal y como se muestra en la Figura 1.a.
- Documentación. Incluye guías (o boletines) para los laboratorios remotos, artículos académicos, actividades propuestas, documentos de referencia, estándares, etc.
- Recursos online. Incluyen el análisis de *whitepapers*, consultar información en las páginas web de los proveedores, evaluar herramientas software, etc.
- Laboratorios remotos. Los estudiantes se conectan a las máquinas remotas que están configuradas con las credenciales de acceso y las aplicaciones necesarias para realizar las prácticas sobre los servicios de AWS.
- Tests de auto-evaluación. Disponibles tras cada módulo para que el alumno tenga un indicador sobre su nivel de conocimientos.
- Plataforma de colaboración. Los estudiantes interactúan con otros alumnos y con el profesor por medio de herramientas síncronas (chat, vídeo-conferencia) y asíncronas (foro, mensajes).

Esta información se resume en la Figura 2 que proporciona una visión general de un estudiante en el contexto del curso online. El estudiante recibe acceso a todos los materiales de aprendizaje desde el inicio del curso. Trabaja de forma autónoma e interactúa con otros alumnos y con el instructor para conseguir los resultados de aprendizaje esperados del curso. También cumplimenta de forma opcional cuestionarios online para obtener retroalimentación sobre los principales aspectos del curso (vídeo-lecciones, guías prácticas, etc.). Esto permite mejorar progresivamente el material con todas las sugerencias de los alumnos para incrementar iterativamente la calidad del curso en base a los intereses de los propios alumnos.

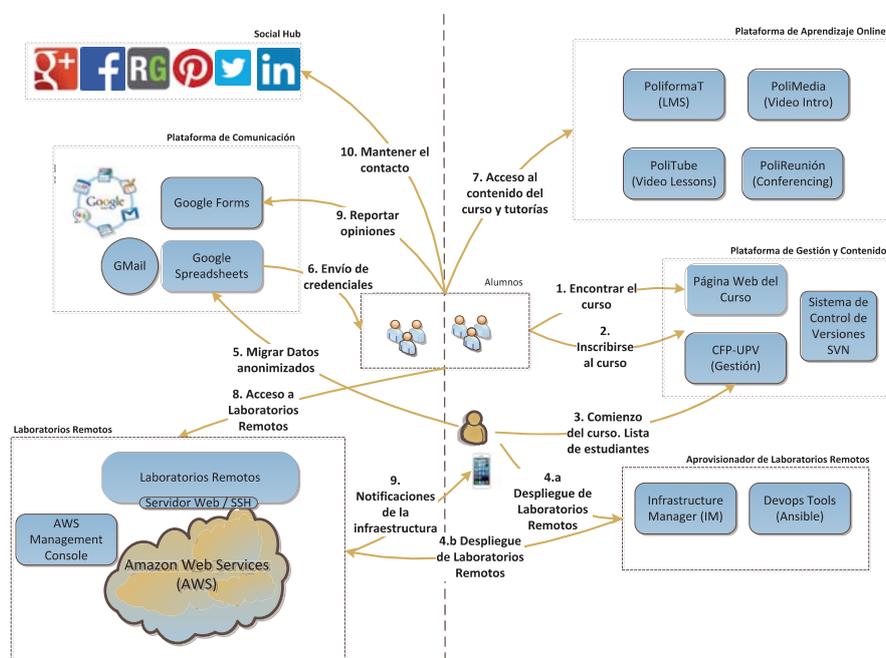


Fig. 3: Servicios involucrados en la gestión del curso online.

3.2 Diagrama de Servicios Involucrados

La Figura 3 describe los principales servicios, actores y componentes involucrados en el curso online. Los servicios proporcionados y/o disponibles desde la UPV están situados a la derecha de la figura mientras que los servicios de terceros se muestran en la parte izquierda de la figura.

Este es el flujo de trabajo que sigue un alumno típicamente. En primer lugar, los estudiantes acceden a la página web del curso para recopilar la información sobre el mismo (paso 1). Aquellos que desean inscribirse (paso 2) lo hacen a través del Centro de Formación Permanente (CFP) de la UPV. Una vez finalizado el periodo de inscripción y conocido el listado tentativo de alumnos (paso 3), el instructor despliega una o varias instancias de Laboratorios Remotos, que son máquinas virtuales desplegadas sobre AWS y configuradas dinámicamente para incluir todas las aplicaciones y configuración necesaria para realizar las actividades prácticas (paso 4). Las notificaciones sobre el estado de los Laboratorios Remotos se envían a lo largo del curso al teléfono móvil del instructor para asegurar alta disponibilidad para los estudiantes.

A continuación se migran datos parcialmente anonimizados de los estudiantes a una hoja de cálculo privada de Google Spreadsheets programada por el instructor para permitir el envío de mensajes personalizados e individualizados de forma masiva a los

alumnos, funcionalidad que no soporta actualmente PoliformaT (paso 5). Esto permite mandar con un solo click mensajes periódicos personalizados para animar a los alumnos a realizar las actividades propuestas en el curso. Por ejemplo, las credenciales de acceso a los laboratorios remotos se envían por medio de estos mensajes personalizados (paso 6). Los estudiantes pueden acceder a la Plataforma de Aprendizaje Online y los Laboratorios Remotos para progresar a través del material educativo del curso (pasos 7 y 8). Después de cada módulo, se anima a los alumnos a valorar la calidad del mismo (paso 9), en función del nivel técnico, la calidad de las vídeo-lecciones y el grado de utilidad del módulo para el alumno. Para ello se utilizan cuestiones online de Google Forms con preguntas basadas en una escala. Los estudiantes pueden suscribirse a diferentes servicios online para recibir avisos sobre futuras convocatorias de cursos y estar actualizados con noticias y avisos relacionados a través del Social Hub (paso 10).

Las siguientes subsecciones describen brevemente cada componente para detallar las tecnologías empleadas, de manera que otros instructores puedan replicar las metodologías descritas en sus propios cursos online, si lo consideran apropiado.

3.2.1 *Plataforma de Gestión y Contenidos*

Esta involucra la creación de la página web del curso, desarrollada con Bootstrap, un framework para desarrollo web que permite adaptar automáticamente el contenido de la página para que se muestre correctamente tanto en ordenadores como en dispositivos móviles. Este es un aspecto importante considerando el incremento del acceso a la web a través de dispositivos móviles (Ally 2009). La web incluye una capa social proporcionada por AddThis, una plataforma de compartición de información social. Esto permite a los visitantes publicitar el curso en diferentes redes sociales de forma cómoda. Además, es conveniente utilizar técnicas básicas de posicionamiento en buscadores (SEO - Search Engine Optimization) (Lieberam-Schmidt 2010) para aparecer en posiciones relevantes de resultados de búsqueda de Google (y otros).

También se incluye un Sistema de Control de Versiones implementado con un repositorio Subversion (SVN) en el que el profesor almacena los documentos del curso, el código fuente de la página y las recetas de aprovisionamiento automático de los laboratorios remotos. Este repositorio se usa para desplegar fácilmente el contenido del curso no solo en PoliformaT sino también dentro de los laboratorios remotos de forma automatizada y ofrecida a través de un servidor web Apache. Esto permite ofrecer un acceso rápido al material para los alumnos que se matriculan una vez comenzado el curso (entre un 15-20% de los alumnos de cada edición), para que no tengan que esperar a que el CFP les mande las credenciales.

3.2.2 Vídeo-lecciones

Las vídeo-lecciones se grabaron usando ScreenFlow con un portátil Macbook Pro usando la cámara integrada FaceTime y el micrófono interno en una sala silenciosa. Esto permite al instructor tener un control absoluto sobre el proceso de producción de los vídeos. Se usan plantillas de PowerPoint (tal y como se ve en la Figura 1.a) para homogeneizar el aspecto de las vídeo-lecciones e incorporar transparencias de título y resultados de aprendizaje, así como conclusiones antes y después de cada vídeo-lección, respectivamente. Un software alternativo para plataformas Windows podría ser Camtasia.

3.2.3 Plataforma de Aprendizaje Online

La plataforma de aprendizaje online usa los siguientes servicios:

- PoliformaT. Es el LMS (Learning Management System) corporativo de la UPV, basado en Sakai. Se utiliza la siguiente funcionalidad: i) Foros y Chat, donde los estudiantes plantean preguntas a ser contestadas por el profesor y por otros alumnos. Se puede gamificar (Deterding y col. 2011) si se considera necesario para aumentar la participación ofreciendo como recompensa el acceso a contenido adicional del curso; ii) Tests de auto-evaluación, que se generan con preguntas extraídas aleatoriamente de baterías de preguntas y que el alumno realiza tras cada modulo, siendo corregidas automáticamente; iii) Recursos, que contiene una página web que indexa todos los contenidos alojados en esta sección. Para solventar la escasa usabilidad del editor *melete* actualmente disponible en PoliformaT, el contenido del curso se estructura en un documento HTML (página web) que indexa todos los recursos almacenados en diferentes carpetas (guías, boletines, etc.). Este material se sube a la sección de Recursos a través de una conexión con el protocolo WebDAV usando la herramienta CyberDuck (para OS X). Esto permite subir fácilmente el contenido del curso a PoliformaT de una sola vez, así como desacoplarlo de dicho LMS y desplegarlo en otra plataforma. Otros ejemplos de plataformas para desplegar cursos online son Udemy y Open edX.
- Polimedia. Es un servicio proporcionado por la UPV que permite la creación de vídeos con acabado profesional grabados en un estudio especializado donde aparece el instructor presentando unas transparencias. Sin embargo, la principal desventaja de esta alternativa es que el profesor no puede realizar ningún post-proceso ni modificar el vídeo. El vídeo debe ser grabado de una sola vez o repetir la grabación en caso de fallo. Es útil para crear un vídeo de bienvenida de presentación del curso en una página web (tal y como se muestra en la Figura 1.b).
- Politube. Se trata de una plataforma de difusión de vídeos online proporcionada por la UPV donde las vídeo-lecciones se envían por streaming a los alumnos. Permite recopilar estadísticas de acceso a los vídeos.

- Polireunión. Basada en Adobe Connect, esta es una plataforma de vídeo-conferencia web que permite a los profesores y estudiantes compartir conversaciones de vídeo y de audio, documentos, pizarras, preguntas de opción múltiple, etc. Esta herramienta se utiliza especialmente para aquellas consultas que no puedan resolverse por e-mail. Únicamente es necesario un navegador web con soporte para Adobe Flash. También existen clientes para plataformas iOS (iPad y iPhone) aunque la funcionalidad es más reducida.

3.2.4 Laboratorios Remotos y su Despliegue

Los Laboratorios Remotos consisten en una o más máquinas virtuales que proporcionan un entorno pre-configurado para que los estudiantes puedan utilizar los servicios de AWS. Esto contrasta con la tendencia actual en cursos online y MOOCs de proporcionar una máquina virtual descargable para que los estudiantes la ejecuten en sus portátiles, teniendo que lidiar con la instalación y potenciales incompatibilidades de las mismas. Por el contrario, no es necesaria ninguna configuración especial para acceder a los laboratorios remotos del curso, más allá de un cliente SSH y un navegador web.

Para ello, cada Laboratorio Remoto se despliega y configura automáticamente para proporcionar: i) un conjunto de cuentas de usuario para acceder mediante SSH ; ii) la herramienta AWS CLI necesaria para interactuar con AWS y iii) una copia del material del curso accesible mediante un servidor web como mecanismo de respaldo para tener acceso al material en caso de fallo en PoliformaT o cuando el CFP todavía no ha mandado las credenciales de acceso al alumno. Esto permite que los alumnos tenga acceso rápido al material en cuanto formalizan la matrícula, sin tener que esperar unas cuentas horas hasta que el CFP entrega las credenciales al alumno y autoriza su acceso al sitio PoliformaT.

El Aprovisionador de Laboratorios Remotos (Moltó y Caballer 2013) es un sistema que permite desplegar infraestructuras virtuales complejas sobre proveedores Cloud, como es el caso de Amazon Web Services. El instructor proporciona la descripción de los laboratorios remotos indicando: i) los requisitos hardware necesarios (memoria RAM, arquitectura de CPU, etc.); ii) el sistema operativo, por ejemplo GNU/Linux Ubuntu 12.04 y iii) la configuración, que incluye cuentas de usuario, paquetes software y ficheros de configuración necesarios para que los alumnos se encuentren el entorno de trabajo listo para ser usado.

El despliegue de los Laboratorios Remotos se realiza usando la herramienta Infrastructure Manager (IM)³ una herramienta de código abierto, accesible también como servicio Cloud y puesta a disposición de la comunidad académica, que permite el despliegue de infraestructuras en múltiples infraestructuras Cloud. Esta herramienta puede ser reutilizada por otros docentes con requisitos similares. Es posible encontrar más información sobre esta herramienta en (Caballer y col. 2014).

³Infrastructure Manager - <http://www.grycap.upv.es/im>

3.2.5 Plataforma de Comunicación

La Plataforma de Comunicación permite difundir mensajes personalizados a los estudiantes así como recopilar las opiniones de los alumnos sobre cada módulo del curso. Está basada en las herramientas gratuitas de Google Apps y consiste en una hoja de cálculo de Google Spreadsheets que recopila la asignación de credenciales y dirección IP del laboratorio remoto para cada alumno. Incluye una serie de scripts, programados por el autor, para el envío de e-mails en base a dicha información. Por ejemplo, al inicio del curso se envía un correo de bienvenida personalizado a cada alumno para incluir sus credenciales de acceso. Esto se realiza con un mínimo esfuerzo por parte del instructor, que únicamente debe importar el nombre y correo de los alumnos a dicha hoja privada y los mensajes se mandan con un solo click. También existe un calendario público creado con Google Calendar e integrado en la página web con una planificación de las futuras ediciones del mismo.

Tras cada módulo se anima al alumno a que valore la calidad del mismo en base a las vídeo-lecciones, la calidad técnica y su percepción del grado de utilidad de dicho módulo para el alumno. Esta información se manda por medio de formularios en línea creados con Google Forms para describir de forma cuantitativa la calidad de curso. También hay campos de respuesta abierta con sugerencias de mejora que puede realizar el alumno.

En los cursos online, cada duda surgida al alumno que no puede ser resuelta desde el material educativo puede convertirse en una pregunta al instructor, necesitando así su tiempo y atención. Para audiencias relativamente grandes esto puede ser una fuente de stress. Una aproximación efectiva es la actualización del material ante cualquier duda del alumno, con el objetivo de que ningún alumno se enfrente al mismo problema. Combinado con una sección de Preguntas Más Frecuentes, esto permite refinar de forma iterativa el material del curso de manera que converja iterativamente a un número despreciable de dudas. El objetivo es que el alumno se deslice por el material educativo con el mínimo número de escollos posible para ir adquiriendo las competencias definidas por el curso. Para ello, el material educativo, especialmente el de las prácticas, debe ser capaz de anticiparse a los problemas de los alumnos e incluir soluciones a casuística diversa para que el alumno pueda resolver de forma autónoma los problemas a los que se enfrente. De esta manera, el alumno no ralentiza su aprendizaje por unas dudas y el instructor no dedica tiempo a la resolución de las mismas. Una situación ideal para alumnos e instructores.

En cualquier caso, para un curso con carácter técnico y práctico es importante responder rápidamente a las cuestiones, dado que el alumno puede estar atascado en una parte práctica que involucra el uso de recursos computacionales reales (con un coste asociado para el curso). Cuanto más rápido y preciso se responda al alumno más alta será la tasa de satisfacción del alumno, como se demostrará más adelante en la sección de discusión. Para cursos donde los estudiantes se encuentran en diferentes zonas horarias esto supone un reto. La mayor de países de habla hispana están entre 4 y 7 husos horarios de diferencia respecto a España, por lo que es necesario utilizar

un sistema notificación apropiada para alertar al instructor sobre las dudas de los alumnos.

Aunque existen sistemas de mensajería populares como WhatsApp, esto requiere dar el número de teléfono móvil del instructor a los alumnos, lo que puede derivar rápidamente en un abuso, además de requerir que los alumnos se instalen una aplicación no gratuita en sus dispositivos. Por el contrario, en nuestro curso hemos usado los filtros en el servidor de Gmail de manera que aquellos mensajes que incluyan una determinada etiqueta en el asunto del mensaje ([CursoCloudAWS] en nuestro caso) se reenvíen automáticamente a una cuenta de correo de Boxcar 2⁴, para convertirlo en una notificación *push* entregada inmediatamente al móvil del instructor. Esto permite recibir una alerta en el móvil en cuestión 1-2 segundos tras el mensaje del alumno.

3.2.6 Social Hub

El Centro Social (o Social Hub) permite mantener el vínculo con antiguos alumnos así como servir de gancho para futuros estudiantes. Esto incluye desde servicios sociales, como Facebook, Twitter, LinkedIn o Google Plus a servicios académicos como Mendeley y ResearchGate, en el que se comparten anuncios, noticias, trabajos y artículos relacionados con el contenido del curso. Se han creado páginas específicas para el curso tanto en Facebook como en Google Plus para que los alumnos puedan indicar que les gusta el curso y darlo a conocer a sus contactos.

3.2.7 Monitorización y Seguimiento

La monitorización del estado de los laboratorios remotos es esencial para ofrecer alta disponibilidad a los alumnos. Para ello se utiliza un esquema de monitorización basado en Amazon SNS que permite definir una reglas que alertan mediante un mensaje de correo redirigido al teléfono del instructor. Esto permite alertar cuando el entorno deja de ser accesible o bien si el consumo de CPU supera el 70% durante al menos dos periodos de 5 minutos. Esto último podría ser un indicador de que hay muchos usuarios trabajando de forma concurrente, lo que puede solucionarse desplegando un nuevo laboratorio remoto.

Con respecto al seguimiento de los alumnos, éste se realiza de varias maneras. Por un lado, mediante las calificaciones obtenidas en los tests de auto-evaluación disponible en PoliformaT. Esto permite conocer el grado de progreso de un alumno, si bien la realización de los mismos es completamente opcional. Por otro lado, es posible conocer el grado de progreso de los alumnos en las prácticas. Para ello, se ha diseñado una herramienta que se ejecuta periódicamente varias veces a lo largo del día (desde los laboratorios remotos) para analizar el consumo de recursos de AWS que está realizando cada alumno. Esto permite, por un lado, recopilar de manera automática evidencias de la realización de las prácticas por parte de los alumnos. Por otro lado, permite

⁴Boxcar 2. <https://boxcar.io/client>

Pregunta	Resultado Promedio
El material del curso es suficientemente manejable	9.10
Los métodos de enseñanza son adecuados a la materia	9.03
Los Laboratorios Remotos han sido de utilidad	8.93
Los medios de comunicación han eliminado obstáculos espacio-temporales	9.18
El tutor domina los contenidos del curso	9.58
El curso se ha adaptado a mi ritmo de aprendizaje	8.45
El tutor ha atendido con rapidez mis consultas	9.60
Los medios usados para la formación (Internet + Remote Labs) tienen más ventajas que inconvenientes	9.10
Estoy satisfecho con el resultado del curso	9.20

Tabla 1: Resultados promedios a lo largo de cinco ediciones (población de 73 estudiantes).

detectar consumos excesivos de recursos, por ejemplo cuando un alumno se olvida de detener una máquina virtual en AWS.

El instructor puede usar la aplicación para móvil AWS Management Console App para monitorizar y terminar ciertos recursos de AWS desde cualquier dispositivo basado en iOS.

4 Resultados y Discusión

El Curso Online de Cloud Computing con Amazon Web Services (AWS) tuvo su primera edición en Julio de 2013 y se han realizado hasta el momento siete ediciones (una edición aproximadamente cada 1-2 meses), con más de 150 alumnos de siete países diferentes, principalmente de países de habla hispana como España, México, Colombia, Ecuador y Perú.

La evaluación del curso se ha realizado en base a los cuestionarios oficiales que manda el CFP para ser cumplimentados online por el estudiante, sin ninguna intervención por el profesor. Los resultados de dichas encuestas se publican tal cual tras cada edición en la página web del curso. El cuestionario incluye, entre otros, las preguntas mostradas en la tabla 1. 73 alumnos (de un total de 147, ya que únicamente están disponibles los resultados hasta la quinta edición) contestaron las preguntas, ya que su cumplimentación es opcional.

La evaluación tanto del curso como del tutor por parte de los estudiantes fueron consistentemente altas. Por ejemplo, los estudiantes calificaron con un 9.20 la satisfacción promedio con el curso a lo largo de diferentes ediciones. El material del curso y la metodología educativa fueron consideradas muy apropiadas. Además, los métodos de comunicación ofrecidos por el curso resolvieron las posibles barreras, facilitando a los alumnos conseguir los resultados del curso. Los comentarios escritos por los alumnos fueron extremadamente positivos.

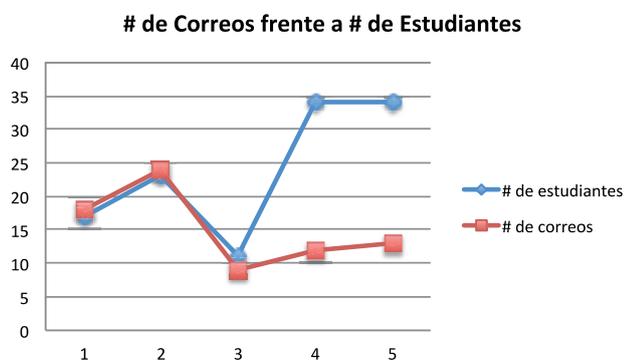


Fig. 4: Evolución del número de peticiones de ayuda de los estudiantes con respecto al número de alumnos matriculados en cada edición.

Los resultados también indican que los estudiantes perciben que el curso se adapta a su ritmo de aprendizaje. Esto es debido a la disponibilidad de todo el material educativo y los laboratorios remotos desde el inicio de cada edición. De hecho, una de las ventajas de los cursos online es evitar la sincronización de los estudiantes al ritmo indicado por el profesor, especialmente para alumnos con diferentes conocimientos previos. De hecho, los estudiantes aprenden a su ritmo sin ser obstaculizados por un instructor presencial que marque un ritmo. El instructor nunca debería ser un limitante para un estudiante avanzado que quiere aprender a un ritmo más rápido.

La Figura 4 muestra la evolución del número de correos electrónicos de alumnos, que precisaron la intervención del instructor. Se observa que la estrategia de mejora iterativa del material educativo ha permitido reducir el volumen de correos recibidos a aproximadamente 13 mensajes por edición (con un promedio de 26 alumnos por edición). Este número también incluye los mensajes publicados en el foro del curso (3-4 mensajes por edición) que principalmente reciben la contestación del tutor. Esta carga de trabajo es perfectamente asumible por un único tutor.

Para el instructor, la experiencia adquirida en la producción y gestión del curso online ha sido tremendamente gratificante. Producir materiales educativos que sean auto-contenidos en la medida de la posible dirigidos a una audiencia amplia con diferentes conocimientos previos es un reto para un educador. Esto requiere crear materiales educativos muy detallados y con diversos medios (texto, vídeo, práctica, etc.) que permite sostener el interés de los alumnos para conseguir alcanzar las competencias del curso.

El despliegue automatizado de Laboratorios Remotos ha permitido desplegar entornos de prácticas consistentes, es decir, con exactamente la misma configuración, de una edición a otra. La gestión dinámica de infraestructuras virtuales introduce una flexibilidad sin precedentes.

5 Conclusiones

Este artículo ha descrito una arquitectura que simplifica la gestión de un curso online mediante la combinación de herramientas gratuitas (o de bajo coste) y servicios en la nube, para ofrecerlo a alumnos de cualquier parte del mundo. El uso de servicios en la nube para facilitar la comunicación y aprovisionar Laboratorios Remotos introduce una gran flexibilidad en la gestión de cursos online. Con la ayuda de un portátil y una conexión a internet, un instructor puede hoy en día producir cursos online de gran calidad con un mínima carga de gestión.

Los trabajos futuros se encaminan a reformular el curso para soportar la característica de matrícula continua ofrecida por el CFP desde mediados de 2014. Esto permite eliminar el concepto de edición y permitir que el alumno se matricule en cualquier momento y pueda disponibles de acceso al material educativo y un determinado número de días para completar las actividades propuestas y obtener su certificado de aprovechamiento. Esto supone un paso fundamental en la corriente EaaS (Education as a Service) donde el alumno tiene acceso bajo demanda a la formación que necesita en cada momento.

El autor está profundamente convencido que la educación online debe adaptarse a las características de los estudiantes, especialmente para los cursos técnicos, donde la educación debe proporcionarse bajo de manda, adaptándose al horario del estudiante y no al del instructor. Para ello, las técnicas descritas en este artículo pueden ayudar a conseguir esa visión de EaaS y pueden ser extrapoladas a otras actividades y cursos.

Referencias bibliográficas

- Alexiadis, Dimitrios S. y Nikolaos Mitianoudis (mayo de 2013). “MASTERS: A Virtual Lab on Multimedia Systems for Telecommunications, Medical, and Remote Sensing Applications”. En: *IEEE Transactions on Education* 56.2, págs. 227-234. ISSN: 0018-9359. DOI: [10.1109/TE.2012.2210224](https://doi.org/10.1109/TE.2012.2210224).
- Ally, Mohamed (Ed.) (2009). *Mobile Learning: Transforming the Delivery of Education and Training*. Au Press. ISBN: 1897425430.
- Bezerra, Rui M F, Irene Fraga y Albino A Dias (ene. de 2013). “Utilization of integrated Michaelis-Menten equations for enzyme inhibition diagnosis and determination of kinetic constants using Solver supplement of Microsoft Office Excel.” En: *Computer methods and programs in biomedicine* 109.1, págs. 26-31. ISSN: 1872-7565. DOI: [10.1016/j.cmpb.2012.08.017](https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2012.08.017).
- Caballer, Miguel y col. (2014). “Dynamic management of virtual infrastructures”. En: *Journal of Grid Computing*. DOI: [10.1007/s10723-014-9296-5](https://doi.org/10.1007/s10723-014-9296-5).



- Deterding, Sebastian y col. (mayo de 2011). "Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts". En: *Proceedings of the 2011 annual conference extended abstracts on Human factors in computing systems - CHI EA '11*. New York, New York, USA: ACM Press, pág. 2425. ISBN: 9781450302685. DOI: [10.1145/1979742.1979575](https://doi.org/10.1145/1979742.1979575).
- Fang, Ning, Karen Nielson y Stephanie Kawamura (2013). *Using Computer Simulations with a Real-World Engineering Example to Improve Student Learning of High School Physics: A Case Study of K-12 Engineering Education*. eng.
- Gaspar, Alessio y col. (mayo de 2008). "March of the (virtual) machines: past, present, and future milestones in the adoption of virtualization in computing education". En: *Journal of Computing Sciences in Colleges* 23.5, págs. 123-132. ISSN: 1937-4771.
- Güney, E, Z Ekşi y M Çakıroğlu (2011). "WebECG: A novel ECG simulator based on MATLAB Web Figure". En: *Advances in Engineering Software*.
- Kolota, Jakub (2011). *A Remote Laboratory for Learning with Automatic Control Systems and Process Visualization*. eng.
- Lieberam-Schmidt, Sönke (2010). "Search Engine Optimization". En: *Analyzing and Influencing Search Engine Results*. Wiesbaden: Gabler, págs. 163-203. ISBN: 978-3-8349-2453-7. DOI: [10.1007/978-3-8349-8915-4](https://doi.org/10.1007/978-3-8349-8915-4).
- Moltó, Germán y Miguel Caballer (2013). "Scalable Software Practice Environments Featuring Automatic Provision and Configuration in the Cloud". En: *The 2013 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA '13)*.
- Moore, MG y G Kearsley (2011). *Distance education: A systems view of online learning*. Wadsworth Publishing. ISBN: 978-0534506889.
- Romero-Zaldivar, Vicente-Arturo y col. (mayo de 2012). "Monitoring student progress using virtual appliances: A case study". En: *Computers & Education* 58.4, págs. 1058-1067. ISSN: 03601315. DOI: [10.1016/j.compedu.2011.12.003](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.12.003).
- Sun, Pei-Chen y col. (2008). "What drives a successful e-Learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction". En: *Computers and Education* 50.4, págs. 1183-1202.