

Discussion Paper / Artículo de Reflexión - Tipo 2

Architectural approach for automatic follow up of learning activities in massive open online courses

Daniel Alberto Jaramillo Morillo / dajaramillo@unicauca.edu.co

Mario Fernando Solarte Sarasty / msolarte@unicauca.edu.co

Universidad del Cauca, Popayán-Colombia

ABSTRACT Currently it has been generated great interest in the massive open online courses, because they are considered as an “educational revolution”, since they are presented as a solution to the growing demand for higher education both in Colombia and in the world. Their main objective is to achieve a high volume of participants, allowing a global reach and a more participative learning. However, as advantages arise due to their massiveness, a number of problems or challenges are also generated. One of the main difficulties that characterize this type of courses is the lack of a suitable relationship between tutor and students, since it is impossible that tutors have a personal relationship with each of the thousands of participants. Therefore certain types of activities such as assessment and monitoring get more difficult impacting the quality of learning. In this article, it is proposed an architectural approach for tracking learning activities, which is intended to improve tutor-student relationship in an environment of massiveness to maximize the quality of learning in massive open online courses.

KEYWORDS Monitoring; MOOC; follow up; e-Learning.

Aproximación arquitectónica para el seguimiento automático de actividades de aprendizaje en cursos en línea masivos y abiertos

RESUMEN En la segunda década del siglo XXI se ha generado un gran interés en los cursos en línea masivos y abiertos, muchos los consideran una “revolución” educativa debido a que se presentan como una solución a la creciente demanda de educación superior. Su objetivo principal es alcanzar un elevado volumen de participantes, lo que les permite un alcance global y un aprendizaje más participativo. Sin embargo, debido a su masividad, se genera una serie de inconvenientes o desafíos, entre ellos, la falta de una relación adecuada entre el tutor y los estudiantes, pues es imposible que los tutores tenga un trato personal con cada uno de los miles de participantes, lo que dificulta actividades como la evaluación y el seguimiento, e impacta la calidad del aprendizaje. En este artículo se propone una aproximación arquitectónica para el seguimiento de actividades de aprendizaje, con lo cual se pretende mejorar la relación tutor-estudiante en un ambiente de masividad, para maximizar la calidad del aprendizaje en cursos en línea masivos y abiertos.

PALABRAS CLAVE Monitorización; MOOC; seguimiento; tele-educación.

Abordagem arquitetônica para o acompanhamento automático de atividades de aprendizagem em cursos on-line massivos e abertos

RESUMO Na segunda década do século XXI gerou-se um grande interesse nos cursos on-line massivos e abertos; muitos consideram-nos uma “revolução educacional” porque eles são apresentados como uma solução para a crescente demanda do ensino de nível superior. O seu principal objetivo é atingir um volume elevado de participantes, permitindo-lhes um alcance global e uma aprendizagem mais participativa. No entanto, devido à sua massificação, geram-se uma série de problemas ou desafios, incluindo a falta de uma relação adequada entre o tutor e os alunos, sendo que é impossível que os tutores tenham uma relação pessoal com cada um dos milhares de participantes, tornando difíceis atividades como a avaliação e o monitoramento, impactando também na qualidade da aprendizagem. Neste artigo é proposta uma abordagem arquitetônica para o acompanhamento de atividades de aprendizagem, que pretende melhorar a relação professor/aluno em um ambiente de massificação, para maximizar a qualidade da aprendizagem em cursos online massivos e abertos.

PALAVRAS-CHAVE Monitoramento; MOOC; acompanhamento; tele-educação.

I. Introduction

The recent evolution of communication technologies and their increasing use has generated a new trend in online education, commonly known as e-learning or tele-education, which in turn has led to progress in new forms of learning, such as courses in mass and open line –Massive Open Online Courses, MOOC– (Chen, Barnett & Stephens, 2013; Gea, Bergaz, Montes & Rojas, 2014). The courses are open and participatory in nature, and are offered free of charge to thousands of students, covering topics ranging from technology to poetry (Chen et al., 2013; Liyanagunawardena, Williams, & Adams, 2013; Gea et al., 2014).

The term “MOOC” was coined in 2008, originally by Dave Cormier to refer to the course “Connectivism and Connective Knowledge” given by George Siemens and Stephen Downes at the Manitoba University (Canada). Since then they have gained great popularity around the world, especially when Sebastian Thrun, a professor at Stanford University, offered a course of artificial intelligence for free, which reached more than 160,000 registered people (Chen et al., 2013; Gea et al., 2014). From there, large companies and renowned universities have made great efforts and invested large amounts of money for research and creating learning platforms designed to teach courses like these.

MOOC are exactly what the name suggests: online courses, with all the advantages of traditional e-learning, which highlights their versatility and flexibility. They are described as versatile because they are considered appropriate for all types of content and themes; and flexible, because they allow access to education at any time and place (Chen et al., 2013; Liyanagunawardena et al., 2013; Tovar, Dimovska, Piedra, & Chicaiza, 2013).

They differ from traditional online courses in their two main features: to be massive and open. Their size ranges from 100s–1000s of students, so the number of people who can benefit from learning courses MOOC is much higher than can in conventional online courses. In addition, its openness allows, basically, anyone with an Internet connection to join a course, access available resources without limitation, access the knowledge of teachers of recognized universities such as Stanford, MIT or Harvard, and enjoy a unique learning process, more autonomously, with networking activities and relationships that enable collaborative learning with more knowledge and experience (Chen et al., 2013; Liyanagunawardena et al., 2013; Tovar et al., 2013).

I. Introducción

En la primera década del siglo XXI, la evolución de las tecnologías de comunicación y su creciente uso han generado una nueva tendencia de educación en línea, generalmente conocida como e-learning o tele-educación, lo que a su vez, ha motivado el avance de nuevas modalidades de aprendizaje tales como los cursos en línea masivos y abiertos [Massive Open Online Courses] (Gea, Bergaz, Montes & Rojas, 2014; Chen, Barnett & Stephens, 2013), cursos de carácter abierto y participativo, que se ofrecen de forma gratuita a miles de estudiantes y que abarcan temas que van desde la tecnología hasta la poesía (Gea et al., 2014; Chen et al., 2013; Liyanagunawardena, Williams & Adams, 2013).

El término MOOC fue acuñado en 2008, originalmente por Dave Cormier para referirse al curso “Conectivismo y Conocimiento Conectivo”, impartido por George Siemens y Stephen Downes en la Universidad de Manitoba (Canadá). Desde entonces han ganado gran popularidad en todo el mundo, especialmente cuando Sebastian Thrun, profesor de la Universidad de Stanford, ofreció un curso de inteligencia artificial de forma gratuita, que alcanzó más de 160.000 inscritos (Gea et al., 2014; Chen et al., 2013). A partir de ahí, grandes empresas y universidades reconocidas han realizado importantes esfuerzos y han invertido grandes cantidades de dinero para la investigación y creación de plataformas de aprendizaje destinadas a impartir cursos como estos.

Los MOOC son exactamente lo que su nombre indica, cursos en línea, con todas las ventajas del e-learning tradicional, en donde se destacan su versatilidad y flexibilidad. Se describen como versátiles porque se consideran apropiados para todo tipo de contenidos y temas; y flexibles, porque permiten el acceso a la educación en cualquier momento y lugar (Chen et al., 2013; Liyanagunawardena et al., 2013; Tovar, Dimovska, Piedra, & Chicaiza, 2013).

Se diferencian de los cursos en línea tradicionales por sus dos características principales, ser masivos y abiertos. Su tamaño va desde cientos a miles de estudiantes, por lo tanto el número de personas que pueden beneficiarse del aprendizaje en cursos MOOC es mucho mayor que el que puede hacerlo en los cursos en línea convencionales. Además, su carácter abierto permite, básicamente, que cualquier persona con una conexión a Internet pueda unirse a un curso, acceder a los recursos disponibles sin limitaciones, tener acceso al conocimiento de profesores de universidades muy reconocidas como Stanford, MIT o Harvard, y disfrutar de un proceso de aprendizaje único, más autónomo, con actividades y relaciones en red que permiten un aprendizaje colaborativo con mayores conocimientos y experiencias (Chen et al., 2013; Liyanagunawardena et al., 2013; Tovar et al., 2013).

Sin embargo, así como surgen ventajas debido a su masividad, también se genera una serie de inconvenientes o desafíos, como: la escalabilidad de las plataformas de enseñanza, la evaluación de los miles o millones de estudiantes, la

identidad de los participantes, etc. (Chen et al., 2013). Una de las principales dificultades que caracterizan este tipo de cursos es la falta de una relación adecuada entre el tutor y los estudiantes, pues es complicado –prácticamente imposible– que los tutores tengan un trato personalizado con cada uno de los participantes presentes en un curso MOOC, lo que dificulta tareas como la evaluación, la asesoría y el seguimiento (Chen et al., 2013; Claros, Cobos, Echeverría & Garmendía, 2014).

La falta de seguimiento en este tipo de cursos obliga a que el estudiante realice todas sus actividades de aprendizaje sin ningún acompañamiento o supervisión por parte de un tutor, lo que provocando en los estudiantes bajo rendimiento y falta de interés, y perjudica la calidad de la educación que se pretende impartir. Además, esta es una de las razones por las cuales los cursos MOOC tienen un gran porcentaje de abandono.

Actualmente, la educación virtual en Colombia está en desarrollo, por lo que es urgente responder a la alta demanda con investigaciones que avancen en los retos propuestos, entre ellos, desarrollar herramientas y estrategias pedagógicas apropiadas para que las instituciones logren su misión formadora, más allá de las aulas de clase. La modalidad virtual sugiere el uso y apropiación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones [TIC] como medio de entrega de la formación, por lo tanto, se requiere desarrollar investigación en teorías, modelos y metodologías (Rico, 2013).

Estos modelos deben tener en cuenta propuestas continuas y atractivas de formación para docentes, administradores y demás actores del proceso. Formación que no debe centrarse en el uso de la herramienta en sí, –aunque pueda ser parte del proceso–, sino en la concepción de lo pedagógico, lo didáctico, lo administrativo y lo normativo –reglas claras–, desde este modelo (Buitrago, 2013).

Con el fin de mejorar la relación tutor-estudiante en un ambiente de masividad, en este artículo se presenta una aproximación arquitectónica para el seguimiento automático a las actividades de aprendizaje de los estudiantes, como una propuesta para ser implementada en plataformas MOOC, con lo cual se pretende maximizar la calidad de educación con dichos cursos.

El modelo propuesto como resultado de esta investigación se describe como una aproximación arquitectónica para el seguimiento automático a las actividades de aprendizaje de los estudiantes en cursos MOOC. Se propone el sistema para ser implementado en plataformas MOOC existentes y está destinado para agregar seguimiento a dichas plataformas realizando las tareas de recolección de datos, interpretación y realimentación, teniendo en cuenta unos indicadores establecidos.

II. Seguimiento

Se ha tomado como referente el seguimiento de las actividades de aprendizaje de los estudiantes, debido a que es la

However, as advantages arise because of its massiveness, a number of drawbacks or challenges are also generated, such as: scalability of learning platforms, the evaluation of thousands or millions of students, the identity of participants, etc. (Chen et al., 2013). One of the main difficulties that characterizes this type of course is the lack of a proper relationship between the tutor and students; it is practically impossible that tutors have a personalized treatment with each of the participants present in a MOOC course, making tasks such as assessment, counseling and follow up difficult (Chen et al., 2013; Claros, Cobos, Echeverría & Garmendía, 2014).

The lack of follow up in this type of course requires the student to perform all their learning activities without any support or supervision by a tutor, thus resulting in students' underperformance and lack of interest, impairing the quality of the education. Also, this is one of the reasons why MOOC have a large percentage of participant abandonment.

Currently, virtual education in Colombia is developing, so it is urgent to respond to the high demand research progress in the proposed challenges, including developing tools and appropriate pedagogical strategies for institutions to achieve their formative mission, beyond the classroom. The virtual method suggests the use and appropriation of Information Technology and Communications [ICT] as a means of delivering training, required to develop research on theories, models and methodologies (Rico, 2013).

These models should take into account the continuous and attractive proposals for teachers, administrators and other stakeholders in the process. Training should not focus on the use of the tool itself, although it may be part of the process; but rather in the conception of the pedagogical, didactic, administrative and regulatory rules from this model (Buitrago, 2013).

In order to improve the tutor-student relationship in an environment of massiveness, we propose an architectural approach to follow up the activities of students' learning automatically, as a proposal to be implemented in MOOC platforms, aiming to maximize the quality of education in such courses.

The proposed model is described as an architectural approach for automatic follow-up of the learning activities of students in MOOC. The system is to be implemented in existing MOOC platforms and is intended to add tracing these platforms performing the tasks of data collection, interpretation and feedback, taking into account some established proposed indicators.

II. Follow-up

Follow-up is taken as regards the monitoring of learning activities of students, because it is a tool to ensure compliance with the established objectives, and thus to maximize the quality of education offered with MOOC (Sampieri, 2008; Claros et al., 2014; Roig, Mengual & Suárez, 2014).

Although the term “follow-up” is used in many fields such as industry, projects, process control, medicine, etc., there is no generalized definition of this concept, but applied according to the area where it is implemented. Often, there is no sufficient theoretical support that defines and describes, such as educational ambit, much less if we look at e-learning or MOOC. However, it is understood that the task is to monitor or observe the process by which a student acquires knowledge and skills, ensuring that the objectives are met.

Yousef, Chatti, Schroeder and Wosnitza (2014) define monitoring as a “procedure for verifying activities compliance and results in terms of quantity, quality and time for recommending actions that enable satisfactorily achieve results, aims and objectives of project”. Monitoring is carried out in order to verify activities’ compliance to achieve the objectives.

Moreover, looking at the field of e-learning, a definition for follow-up was not found. However, Sampieri (2008) defines a monitoring system that is “implemented in order to oversee a process in which indicators are established and observation methods are defined to record the state of the process, interpret and provide feedback on those statements “. This is because for online courses, monitoring of learning activities cannot be performed by a tutor (Sampieri, 2008; Claros et al., 2014; Roig et al., 2014; Yousef et al., 2014) and should be realized with the aid of computer systems.

Of the different definitions found (Sampieri, 2008; Zegarra & Alvarado, 2010; UNDP, 2012; MEN, 2012), as a reflection the definition of monitoring is proposed as an ongoing process designed to obtain, systematically, accurate information allowing one know how to march learning activities, based on the proposed objectives on the course. This should not only allow one to know the student’s progress, but also to provide adequate feedback to lead to the desired learning situation. This process consists of different tasks or activities, among which are the establishment of indicators or targets, data collection, and their interpretation and feedback.

herramienta que permite garantizar el cumplimiento de los objetivos establecidos y, de esta forma, maximizar la calidad de educación que se ofrece con los cursos MOOC (Sampieri, 2008; Claros et al., 2014; Roig, Mengual & Suárez, 2014).

Aunque el termino de seguimiento es utilizado en muchos ámbitos como la industria, los proyectos, los procesos de control, la medicina, etc., no existe una definición generalizada de este concepto, sino que se aplica de acuerdo con el área donde es implementado y con frecuencia no se cuenta con un soporte teórico suficiente que lo defina y lo describa, como es el caso del ámbito educativo, mucho menos si lo buscamos en e-learning o MOOC. Sin embargo, se entiende que su tarea es supervisar u observar el proceso por medio del cual un estudiante va adquiriendo conocimientos y habilidades, garantizando que se cumplan los objetivos propuestos.

Yousef, Chatti, Schroeder y Wosnitza (2014) definen el seguimiento como un “procedimiento establecido para verificar el cumplimiento de actividades y resultados en términos de cantidad, calidad y tiempo, que permita recomendar acciones que posibiliten alcanzar satisfactoriamente los resultados, propósitos y objetivos del proyecto”. De donde se puede rescatar que el seguimiento se realiza con el fin de verificar el cumplimiento de actividades para poder alcanzar los objetivos propuestos.

Por otra parte, buscando en el ámbito del e-Learning, no se encontró una definición para seguimiento. Sin embargo, Sampieri (2008) define un sistema de monitorización como aquel: “implementado con el fin de supervisar un proceso en el que se establecen indicadores y se definen métodos de observación para registrar los estados del proceso, interpretarlos y proporcionar retroalimentación sobre dichos estados”. Esto debido a que para cursos en línea, el seguimiento de las actividades de aprendizaje no puede ser realizado por un tutor (Claros et al., 2014; Roig et al., 2014; Sampieri, 2008; Yousef et al., 2014) y, entonces, debe realizarse mediante la ayuda de sistemas informáticos.

De las diferentes definiciones encontradas (Sampieri, 2008; Zegarra & Alvarado, 2010; UNDP, 2012; MEN, 2012), a modo de reflexión se propone la definición del seguimiento como un proceso permanente, destinado a obtener, de manera sistemática, información certera que permita saber cómo marchan las actividades de aprendizaje, teniendo como base los objetivos propuestos en el curso; este debe, no solo permitir conocer el progreso del estudiante, sino además, brindar una retroalimentación adecuada que dirija el aprendizaje hacia la situación deseada. Dicho proceso, consta de diferentes tareas o actividades entre las cuales se encuentran, el establecimiento de indicadores u objetivos, la recolección de datos, su interpretación y una retroalimentación.

III. Metodología

La metodología se abordó a través de una perspectiva de vigilancia tecnológica, la cual se define como “la búsqueda, detección, análisis y comunicación de informaciones orientadas a la toma de decisiones sobre amenazas y oportunidades

externas en el ámbito de la ciencia y tecnología” (Ashton & Klavans, 1997). Esta vigilancia tecnológica se compone de cuatro fases: planeación, captación, análisis y comunicación, las cuales se describen a continuación.

A. Planeación

En esta fase se identificaron las fuentes de información más relevantes y las palabras clave que orientaron el proceso de búsqueda de información:

- Fuentes: IEEE Xplore Digital Library, Science Direct, Google Scholar.
- Palabras clave: seguimiento, monitorización, follow up, monitoring.

Estas palabras fueron combinadas con la palabra MOOC debido a que orienta la búsqueda al ámbito deseado. En la **TABLA 1** se muestran los resultados del proceso de búsqueda de los documentos relacionados con las palabras clave.

B. Búsqueda y captación

En esta fase se obtiene un corpus compuesto por los artículos o documentos más relacionados sobre la temática del proyecto. Para ello, se hizo una revisión del título, el resumen y la introducción, con el fin de descartar documentos no relevantes para la investigación. La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos después del análisis de relevancia.

Como se puede observar, los documentos encontrados, debido a lo reciente del tema, son muy pocos. Sin embargo, en la **FIGURA 1** se puede apreciar cómo se ha incrementado el número de publicaciones entre 2011 y 2014, lo que se muestra como un gran interés en la investigación alrededor de los MOOC.

Search / Búsqueda	IEEE Xplorer	Science Direct	Google Scholar
(MOOC)	327	583	39600
(MOOC & Seguimiento)	0	3	1
(MOOC & Monitorización)	0	1	0
(MOOC & Follow)	18	271	0
(MOOC & Follow up)	1	213	0
(MOOC & Monitoring)	16	59	2

Table 1. Total result of references / Resultado total de referencias

Search / Búsqueda	IEEE Xplorer	Science Direct	Google Scholar
(MOOC)	23	29	33
(MOOC & Seguimiento)	0	0	1
(MOOC & Monitorización)	0	0	0
(MOOC & Follow)	1	11	0
(MOOC & Follow up)	5	8	0
(MOOC & Monitoring)	1	4	0

Table 2. Results obtained after analysis of relevance / Resultados obtenidos después del análisis de relevancia

III. Methodology

The methodology was approached through the perspective of technological surveillance, which is defined as “the search, detection, analysis and reporting of information-oriented decision-making on external threats and opportunities in the field of science and technology” (Ashton & Klavans, 1997). This technological surveillance consists of four phases: planning, collection, analysis and communication, which are described below.

A. Planning

In this phase the most relevant information sources and keywords that guided the process of finding information are identified:

- Sources: IEEE Xplore Digital Library, Science Direct, Google Scholar.
- Keywords: seguimiento, monitorización (follow up, monitoring).

These words were combined with the MOOC word to drive the search to the desired level. **TABLE 1** shows the results where the search process documents-related keywords are displayed.

B. Search and capturing

In this stage a corpus of articles or documents related to the theme of the project is obtained. To this end, we scrutinized the team title, abstract and introduction, in order to rule out irrelevant documents for the investigation. Table 2 shows the results obtained after this analysis of relevance.

As can be seen, the number of documents, due to the recent subject, is very few. However, in Figure 1, the increase in the number of publications between 2011–2014 can be seen, which demonstrates the major interest in research around the MOOC.

C. Analysis

This phase consisted of a study on information corpus constructed, in accordance with the objectives set for the

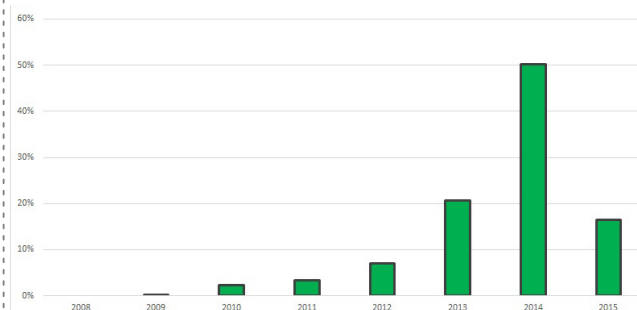


Figure 1. Percentage of attendance per year of search results / Porcentajes de concurrencia por año de los resultados de la búsqueda

IV. Proposed model

As already mentioned, MOOC are online courses whose main objective is to provide education virtually. But not all are equal MOOC: its most general classification divides them into two: cMOOC and xMOOC (Chen et al., 2013; Liyanagunawardena et al., 2013; Claros et al., 2014). On the one hand, cMOOC aim to generate knowledge collaboratively and are based on the amount of contributions that can be generated by its participants. However, they do not have a structure or an evaluation to measure the knowledge or learning level acquired by the student. xMOOC, meanwhile, are courses that have a structured and evaluation content, based on the presentation of content through short videos and supporting documents that are very close to traditional online courses and have become very popular in universities. Because of this, most platforms are geared to offer such courses (Chen et al., 2013; Claros et al., 2014).

xMOOC allow one to define the structure or content of the course, activities that students must perform (video, reading documents, participating in forums, workshops, etc.), and assessments by which it can measure the level of learning. That is, this type of course is based on learning activities and obtaining a measure of assimilation of knowledge, all in accordance with the objectives that the tutor wants to achieve. This is therefore where a system that allows for following up the activities of student learning is required.

The proposed model as a result of this research is described as an architectural approach for automatic follow up of the learning activities of students in MOOC. The system is to be implemented in existing MOOC platforms and is intended to add follow up to those performing the tasks of data collection, interpretation and feedback platforms, taking into account some established indicators.

From the analysis of these activities, we now give a general outline, where the components of this system are proposed. The conceptual model, services and component diagram demonstrates the parts that describe the components and system behavior.

A. Conceptual Model

Based on the definition of follow up, the conceptual model serves as a reference for the teaching-learning process that occurs in a MOOC platform. It is further assumed that the courses to which this model is applied are structured under an instructional design, where there are elements such as the definition of objectives, assessment, resources or

C. Análisis

Esta fase consistió en un estudio sobre la información del corpus construido, de acuerdo con los objetivos planteados para el esquema de vigilancia tecnológica. La aproximación arquitectónica que se describe en las siguientes secciones es el resultado del análisis de cada uno de los documentos relevantes obtenidos.

D. Comunicación

Esta fase consistió en documentar y dar a conocer los resultados logrados con el desarrollo del trabajo. Se ha documentado y escrito una monografía que detalla los resultados obtenidos, y se ha preparado el presente artículo.

IV. Modelo propuesto

Como ya se ha mencionado, los MOOC son cursos en Línea cuyo objetivo principal es brindar educación de manera virtual. Pero no todos los MOOC son iguales, su clasificación más general los divide en dos: los cMOOC y los xMOOC (Chen et al., 2013; Liyanagunawardena et al., 2013; Claros et al., 2014). Por una parte, los cMOOC tienen como objetivo la generación del conocimiento de manera colaborativa y se basan en la cantidad de aportes que pueden ser generados por sus participantes, sin embargo, no cuentan con una estructura ni con una evaluación que permita medir, de alguna forma, el conocimiento o el nivel de aprendizaje que adquiere el estudiante; los xMOOC, por su parte, son cursos que cuentan con un contenido estructurado y evaluaciones, se basan en la presentación de contenidos a través de videos cortos y documentos de apoyo, se acercan mucho a los cursos en línea tradicionales y se han vuelto muy populares entre las instituciones universitarias, debido a esto, la mayoría de las plataformas están orientadas a ofrecer este tipo de cursos (Chen et al., 2013; Claros et al., 2014).

Los xMOOC permiten definir la estructura o contenido del curso, las actividades que los estudiantes deben realizar –mirar videos, leer documentos, participar en foros, realizar talleres, etc.–, y las evaluaciones mediante las cuales se puede medir el nivel de aprendizaje. Es decir, este tipo de cursos se basa en realizar actividades de aprendizaje y obtener una medida de asimilación del conocimiento, todo esto en concordancia con los objetivos que el tutor quiera alcanzar, por ende, es aquí donde se requiere de un sistema que permita realizar el seguimiento a las actividades de aprendizaje del estudiante.

El modelo propuesto como resultado de esta investigación se describe como una aproximación arquitectónica para el seguimiento automático a las actividades de aprendizaje de los estudiantes en cursos MOOC. Se propone el sistema para ser implementado en plataformas MOOC existentes y está destinado a agregar seguimiento a dichas plataformas realizando las tareas de recolección de datos, interpretación y realimentación, teniendo en cuenta unos indicadores establecidos.

A partir del análisis de dichas actividades, se propone un esquema general, en donde se muestran los componentes de

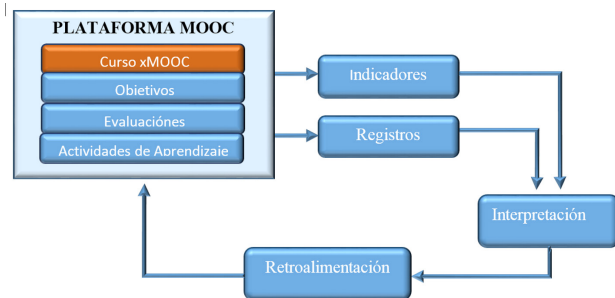


Figure 2. Conceptual model, basic components of the monitoring system/
Modelo conceptual, componentes básicos del sistema de seguimiento

este sistema. A continuación se presentan las partes que describen los componentes y el comportamiento del sistema: el modelo conceptual, los servicios y el diagrama de componentes

A. Modelo conceptual

Basando en la definición de seguimiento mencionada, se plantea el modelo conceptual teniendo como referencia el proceso de enseñanza-aprendizaje que puede darse en una plataforma MOOC. Se asume además, que los cursos a los cuales se aplica este modelo, están estructurados bajo un diseño instruccional, en donde se cuenta con elementos como la definición de objetivos, la evaluación, los recursos o el diseño de actividades (Zapata-Ros, 2013), que faciliten el seguimiento a las actividades del estudiante.

El sistema de seguimiento está estrechamente relacionado con el diseño instruccional del curso, ya que por una parte se cuenta con una definición de objetivos los cuales se convertirían en los indicadores a tener en cuenta para el seguimiento. Y segundo, se cuenta con actividades de aprendizaje definidas las cuales serán el objeto de monitorización constante del sistema. El modelo conceptual se presenta en la FIGURA 2. El modelo muestra cuatro componentes básicos para el sistema de seguimiento, indicadores, registros, interpretación y retroalimentación.

Indicadores

Los indicadores son puntos de referencia para comparar metas, objetivos o desempeños dentro de un contexto determinado del que nos interesa conocer su evolución en el tiempo. Se refieren a la medida con la cual se quiere supervisar el cumplimiento de los objetivos planteados para las actividades de aprendizaje, por lo tanto, serán obtenidos a partir de los objetivos propuestos en el diseño del curso.

Registros

Se refiere a la manera, los métodos o las herramientas utilizadas para la recolección de datos que brinden información acerca de las actividades de aprendizaje realizadas por los estudiantes dentro de un curso. En este caso, el sistema deberá ser capaz de monitorizar aquellas actividades de aprendizaje que se hayan definido dentro del diseño del curso.

Interpretación

Hace referencia a la forma en que los datos obtenidos acerca de las actividades de aprendizaje deben ser procesados, teniendo como referencia las escalas o medidas dispues-

design activities (Zapata-Ros, 2013), to facilitate following up of student activities.

The monitoring system is closely related to the instructional design of the course, because on the one hand it has the definition of objectives that would become the indicators to be considered for monitoring. Secondly, it has defined learning activities that will be the subject of constant system monitoring. The conceptual model is presented in FIGURE 2. The model has four basic components for system monitoring: indicators, records, interpretation and feedback.

Indicators

Indicators are benchmarks to compare goals, objectives or performance within a given context from which we want to know their evolution over time. They refer to the measure with which one wants to monitor compliance with the objectives for learning activities. It therefore will be obtained from the objectives proposed in the course design.

Records

This refers to the manner, methods or tools used for data collection to provide information about the learning activities by students within a course. In this case, the system must be able to monitor those learning activities that are defined within the course design.

Interpretation

This refers to the way that the data obtained about the learning activities should be prosecuted, with reference to the scales or measures provided by the indicators defined. The methods or tools used should generate concrete results on the fulfillment of the objectives set for the learning activities within the course, seeking to reflect the progress and status of the student.

Feedback

This refers to the form or tools used for the results of the interpretation to be given to the tutors and students, so that they can act and improve the learning process. What is sought here is to generate texts views, tables or images that clearly demonstrate the progress or status of the student. It also seeks to generate automatic alarms when the goals or objectives of the course are not met. In such a case, both the student and the tutor should be alerted.

Given the above, the follow-up system is responsible for: constant-capture data-monitoring of learning activities on a MOOC platform; the interpretation of the data obtained from the platform, based on defined indicators; the development of texts, visualizations or alarms based on the

interpretation made reports; the delivery of reports to the MOOC platform; and sending alarms to tutors and students.

B. Services

The system must provide certain types of services to its users; in this instance, students and organizations. Each of these can access the services provided through the MOOC platform. Recalling that the proposed system aims to add follow-up to existing platforms, service use, display of results and data access generally is controlled by the access allowed by the learning platform.

Set follow up

This allows the course tutors to determine which learning activities will be monitored, and also behavior monitoring. The learning activities of each course will depend on its structure, i.e. the content, tools and activities that the guardian has organized in the course design. For each activity objectives and targets should be established, which will become the indicators that will be part of the monitoring.

Change follow-up

Through this service, the tutor may modify their choice of activities to be monitored and measured values of the indicators, depending on the results hoped to be achieved. Both activities and indicators are obtained from the design of the course. Therefore, with this option, one cannot change the learning activities to be performed by the student. This also happens with the indicators.

Set feedback

This includes: configuration reports, whose purpose is to set the way in which the monitoring results can be displayed, i.e. by tables or graphs, and indicate which results should be presented in the report, since in some cases, everyone can or should be in it; and setting alarms, which as its name implies, allows one to configure which types of alarm to have (e.g. text messages, emails, notifications platform) when there is compliance with the established objectives.

Modify feedback

This allows for the modification of the characteristics of reports and alarms configured for monitoring.

Application reports

This service is intended to show the reports generated at the time that tutors or students request.

C. Diagram components

On the basis of the conceptual model and the services that should be provided, a diagram with the basic components of the system is proposed: **FIGURE 3**.

tas por los indicadores definidos. Los métodos o herramientas utilizadas deberán generar resultados concretos sobre el cumplimiento de los objetivos planteados para las actividades de aprendizaje dentro del curso, buscando reflejar el progreso y el estado del estudiante.

Retroalimentación

Se refiere a la forma o herramientas utilizadas para que los resultados obtenidos de la interpretación sean entregados a los tutores y estudiantes, de manera que se pueda actuar y mejorar el proceso de aprendizaje. Lo que se busca aquí es generar visualizaciones –textos, tablas o imágenes– que permitan mostrar con claridad cuál es el progreso o estado del estudiante. Se busca también generar alarmas automáticas cuando no se esté cumpliendo con las metas u objetivos del curso, en caso tal, tanto el estudiante, como el tutor, deberán ser alertados.

Teniendo en cuenta lo anterior, el sistema de seguimiento deberá ser el encargado de: la monitorización –captura constante de datos– de las actividades de aprendizaje sobre una plataforma MOOC; la interpretación de los datos obtenidos desde la plataforma, teniendo como base unos indicadores definidos; la elaboración de reportes –textos, visualizaciones o alarmas– con base en la interpretación realizada; la entrega de reportes a la plataforma MOOC; y el envío de alarmas hacia los tutores y estudiantes.

B. Servicios

El sistema debe ofrecer cierto tipo de servicios hacia sus usuarios, para este caso, tutores, estudiantes y organizaciones. Cada uno de estos podrá acceder a los servicios prestados a través de la plataforma MOOC. Recordando que el sistema planteado tiene el objetivo de agregar seguimiento a plataformas ya existentes, el uso de servicios, la visualización de resultados y el acceso a datos en general, será controlado por el acceso permitido por la plataforma de aprendizaje.

Configurar seguimiento

Permite a los tutores del curso establecer qué actividades de aprendizaje serán monitorizadas y el comportamiento de la monitorización. Las actividades de aprendizaje de cada curso dependerán de su estructura, es decir del contenido, las herramientas y las actividades que el tutor haya organizado en el diseño del curso. Para cada actividad se deberá establecer unos objetivos y unas metas, los cuales se convertirán en los indicadores que harán parte del seguimiento.

Modificar seguimiento

A través de este servicio el tutor podrá modificar su elección de las actividades a monitorizar y los valores de medida de los indicadores, dependiendo de los resultados que espere lograr. Cabe recordar que, tanto las actividades, como los indicadores, se obtienen a partir del diseño del curso. Por lo tanto, desde esta opción no se podrá modificar las actividades de aprendizaje a realizar por el estudiante. De la misma forma sucede con los indicadores.

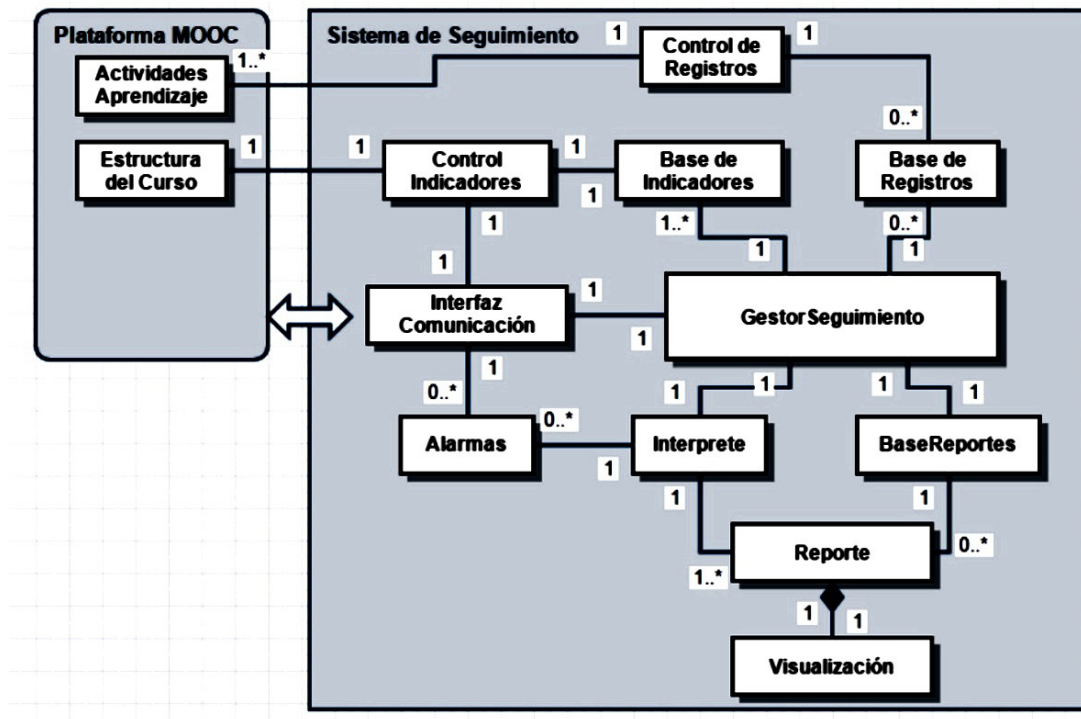


Figure 3. Diagram of components, follow-up system activities for MOOC students /
Diagrama de componentes, sistema de seguimiento a las actividades de estudiantes de cursos MOOC

Configurar realimentación

Esto incluye: la configuración de reportes, cuyo propósito es poder configurar la manera en que podrán ser visualizados los resultados del seguimiento, es decir, mediante tablas o gráficas, e indicar qué resultados se deben presentar en el reporte, pues en algunos casos, no todos pueden o deben estar en él; y la configuración de alarmas, que como su nombre lo indica, permite configurar qué tipos de alarma se desea tener (mensajes de texto, correos electrónicos, notificaciones en plataforma) cuando no se estén cumpliendo con los objetivos establecidos.

Modificar retroalimentación

Permite la modificación de las características de reportes y alarmas configuradas para el seguimiento.

Solicitud de reportes

Mediante este servicio se pretende poder mostrar los reportes generados en el momento que los tutores o estudiantes los soliciten.

C. Diagrama de componentes

Teniendo como base el modelo conceptual y los servicios que se deberían prestar, se propone un diagrama que con los componentes básicos del sistema, dicho diagrama se muestra en la FIGURA 3.

Este diagrama, puede servir de referente para la generación de los diagrama de clases necesarios que permitan la implementación del módulo sobre una plataforma MOOC. A continuación se describe cada uno de los componentes que conforman el sistema.

FIGURE 3. can serve as a reference for generating the class diagram necessary to enable the implementation of the module on a MOOC platform. The following sections describe each of the components that make up the system.

Control indicators

This component allows one to configure and manage the indicators that will serve as a reference for monitoring the activities of learning; therefore, initially, when the course is created, it is responsible for analyzing the content structure, tools, activities, and aims, and from there, to generate indicators. It also makes it possible to add, remove or modify indicators, depending on the discretion of the tutor.

Base indicators

This component is responsible for the management of indicators in a repository, i.e. all communication processes with the database; it allows one to enter, save, edit, delete, or look for indicators, and enables the delivery of instances of the same, so that other components can work with that data.

Through this component, a database defining the indicators shown, which can be described from very specific data, such as results of evaluations, to competencies or behaviors (Sampieri, 2008; Yousef et al., 2014; DeBoer & Breslow,

2014). Some of the most commonly used indicators in MOOC courses are the percentages of approval of assessments, the minimum number of admissions to the platform, view content, the number of attempts in exercises, and participation in forums.

Record control

This controls how data will be obtained to make the follow-up. This component is responsible for gathering information, interacts with the MOOC platform, and collects data about event-generated student activities on the platform. All the activities for which an indicator is already defined will be monitored, an instance of the record being generated and sent for storage and processing. Usually, most platforms handle records on the activities of students in log files, which should be captured and processed by this component.

Database records

This is responsible for record management, and performs all the communication processes with the database to store, update and delete records. This component checks for repeated records or those that are not useful, and proceeds to remove them, or if appropriate, updates them.

Interpreter

This is the component where tools or applications are defined to explain the evidence of compliance with the objectives based on defined indicators. It receives instances records of student activities and indicators, performs the analysis or comparison, and delivers a result. In it one can have, from statistical calculations of assessments, to calculate rates of participation or interaction with the platform. The obtained results in this component are sent to generate reports and alarms.

Report

This is responsible for generating reports, from the data sent by the interpreter. Reports can be graphs or charts to observe the behavior of students with learning activities. Once the report has been generated, it is sent for storage. For the generation of graphics, it is supported by the display component.

Display

This component uses tools or applications that make it possible to generate graphs from the reports. Each report must have an associated graph, so that their understanding is facilitated.

Control de indicadores

Este componente permite configurar y administrar los indicadores que servirán de referente para el seguimiento a las actividades de aprendizaje, por tanto, inicialmente, cuando el curso es creado, se encarga de analizar su estructura – contenido, herramientas, actividades, objetivos– y, a partir de ahí, de generar los indicadores. Además, hace posible agregar, quitar o modificar indicadores, dependiendo del criterio del tutor.

Base de indicadores

El componente se encarga de la gestión de los indicadores en un repositorio, es decir, de todos los procesos de comunicación con la base de datos; permite ingresar, guardar, modificar, eliminar, o buscar indicadores, y hace posible la entrega de instancias de los mismos, para que otros componentes puedan trabajar con dichos datos.

A través de este componente, en una base de datos se representa la definición de los indicadores, los que pueden describir desde datos muy específicos, como los resultados de las evaluaciones, hasta competencias o comportamientos (Sampieri, 2008; Yousef et al., 2014; DeBoer & Breslow, 2014). Algunos de los indicadores más utilizados en cursos MOOC son: porcentajes de aprobación de las evaluaciones, número mínimo de ingresos a la plataforma, vista de contenidos, número de intentos en ejercicios y participación en foros

Control de registros

Controla la manera en que serán obtenidos los datos para realizar el seguimiento. Este componente es el encargado de la recolección de la información, interactúa con la plataforma MOOC y recolecta los datos acerca de los eventos generados de las actividades del estudiante sobre la plataforma. Todas aquellas actividades para las cuales se encuentre definido un indicador serán monitorizadas, se genera una instancia del registro y se envía para su almacenamiento y posterior procesamiento. Por lo general, la mayoría de las plataformas manejan registros sobre las actividades de los estudiantes en archivos log, dichos archivos deberán ser capturados y procesados por este componente.

Base de registros

Se encarga de la gestión de los registros, realiza todos los procesos de comunicación con la base de datos para poder almacenar, actualizar y eliminar registros. Este componente verifica si hay registros repetidos o que no sean útiles, y procede a eliminarlos, de ser el caso los actualiza.

Intérprete

Es el componente dónde se definen herramientas o aplicaciones para explicar la evidencia del cumplimiento de los objetivos con base en los indicadores definidos. Recibe instancias de los registros de las actividades de los estudiantes y de los indicadores, realiza el análisis o comparación, y entrega un resultado. En él se puede tener, desde cálculos estadísticos de evaluaciones, hasta el cálculo de índices de participación o interacción con la plataforma. Los resultados obtenidos en este componente son enviados para la generación de reportes y alarmas.

Reporte

Es el encargado de la generación de los reportes, a partir de los datos enviados por el intérprete. Los reportes pueden ser graficas o tablas que permitan observar el comportamiento de los estudiantes con las actividades de aprendizaje. Una vez generado el reporte, es enviado para su almacenamiento. Para generación de las gráficas se apoya en el componente de visualización.

Visualización

En este componente se definen las herramientas o aplicaciones que hacen posible la generación de graficas a partir de los reportes. Cada reporte debe tener una gráfica asociada, de tal forma que se facilite su entendimiento.

Base de reportes

Gestiona la comunicación con la base de datos, guarda, modifica y actualiza los reportes generados. También permite la búsqueda y entrega de reportes con el fin de ser visualizados por los tutores y estudiantes.

Alarmas

Este componente analiza los reportes en busca de resultados no deseados, en caso de que un estudiante no esté alcanzando las medidas definidas en los indicadores, se debe generar una alarma. Dicha alarma debe ser comunicada, tanto al tutor, como por el estudiante involucrado, para que de esta manera se puedan tomar las acciones necesarias para corregir las falencias que indiquen los reportes. Las alarmas pueden ser informadas mediante el envío de mensajes de texto y correos electrónicos o ser notificadas en la plataforma MOOC.

Lo que se busca en un futuro es que, como retroalimentación, se puedan enviar recomendaciones, de tal forma que se disminuya aún más la necesidad de interacción entre el tutor y los estudiantes. Sin embargo, el hecho de brindar recomendaciones implica contar con sistemas inteligentes o agentes pedagógicos que puedan dar solución a los problemas encontrados.

Interfaz de comunicación

Este componente hace posible la comunicación entre el sistema de seguimiento y la plataforma MOOC. Uno de los componentes más importantes, ya que se encarga del procesamiento de todas las solicitudes hechas por los tutores y estudiantes a través de la plataforma de aprendizaje. Mediante este componente se podrá dar respuesta a las solicitudes de configuración y modificación de indicadores, configuración y modificación de alarmas, y solicitud de reportes.

Gestor de seguimiento

Este el componente principal del sistema, se encarga de la gestión del seguimiento a las actividades del estudiante. Cuando recibe un nuevo registro, procede a la generación del reporte para dicho registro, para ello, solicita instancias de los indicadores necesarios y encarga la interpretación de los datos y la generación de los reportes. Además, hace posible la respuesta a las solicitudes de petición de reportes hechas a través de la interfaz de comunicación.

Base reports

This manages communication with the database, saves, modifies and updates the reports that are generated. It also allows the search and delivery of reports in order to be displayed by tutors and students.

Alarms

This component analyzes the reports searching for unwanted results. If a student does not meet the measure-defined indicators, it should generate an alarm. This alarm should be communicated, to both the tutor and the student involved, so that the necessary actions can be taken to correct the deficiencies indicated. Alarms can be reported by sending text messages and emails or be notified in the MOOC platform.

What is sought in the future is that, as feedback can send recommendations, further interaction between the tutor and students is decreased. However, the fact of providing recommendations means having intelligent systems or pedagogical agents that can provide solutions to any encountered problems.

Communication interface

This component enables communication between the monitoring system and the MOOC platform. This is one of the most important components, as it performs the processing of all requests made by tutors and students through the learning platform. This component will be able to respond to requests for configuration and modification of indicators, alarm configuration and modification, and application reports.

Tracking manager

This is the main component of the system, which is responsible for monitoring the management of student activities. When it receives a new record, it proceeds to generate a report for such a recording, then asks instances of the necessary indicators and instructs the interpretation of data and generation of reports. Also, it enables the response to requests made through the communication interface.

V. Implementation alternatives

A. System components

The components of the monitoring system can be implemented as sequences of code, scripts, standalone applications, code reuse, etc., which receive a data structure as input, process the information and deliver a data structure as output.

Most can be implemented from scratch; however, for the case of “tracking manager” and “interpret”, the components could consider techniques such as: expert systems, intelligent agents, binders, ontologies, etc., (Gulati, 2013; Daomin, 2013; Epstein, Acosta, Costa & Reategui, 2013), depending on the complexity with which one wants to use the tracking platform. As future work, it is intended to analyze the specific technique to use carefully.

B. *Optional platforms*

In principle, we proposed to implement the tracking system as a module that complements a selected platform, i.e. to modify the code of the platform so that the scalability characteristics for the model depend on the platform itself. Otherwise, if the system is implemented separately, which technique to be used should be considered, to ensure scalability and to cope with the massive numbers of MOOC.

We now present some implementation alternatives as to the optional MOOC platforms and their features, in order to elucidate the advantages and disadvantages of different open-source platforms, to choose one that fits our needs.

Open MOOC

OpenMOOC (n.d) is a platform for the development and management of MOOC that has the support of Harvard University and Massachusetts Institute of Technology [MIT]. It makes heavy use of video and is geared to support large user loads; scalability is based on the use of computational resources of the Amazon cloud. It uses MongoDB, the system NoSQL database, to support the capture of all data generated by users without affecting the performance of the platform, so it can be a great candidate to offer MOOC.

Google Course Builder

Google Course Builder (S. F), an application designed for MOOC, can be changed and easily extended. The latest version offers the ability to add custom components and modules, which have features that facilitate the implementation of the monitoring system. However, running on the machine application and Google, one has to pay for its use. Therefore it is recommended to evaluate the associated costs before implementation.

Open edX

OpenEdx (n.d) is releasing code on the Edx platform, known for its scalability and the ability to deploy individual servers. Unlike the other platforms mentioned, it has no associated costs of its use, and therefore has become the most widely used for offering courses in educational institutions

V. Alternativas de implementación

A. *Componentes del sistema*

Los componentes del sistema de seguimiento se pueden implementar como secuencias de código, scripts, aplicaciones independientes, reutilización de código, etc., los cuáles reciben una estructura de datos como entrada, procesan la información y entregan una estructura de datos como salida.

La mayoría de ellos pueden ser implementados desde cero, sin embargo, para el caso de los componentes “gestor de seguimiento” e “interprete”, se podrían considerar técnicas como: sistemas expertos, agentes inteligentes, clasificadores, ontologías, etc., (Gulati, 2013; Daomin, 2013; Epstein, Acosta, Costa & Reategui, 2013), dependiendo de la complejidad con que se quiera trabajar el seguimiento en la plataforma. Como un trabajo futuro, se pretende analizar detenidamente la técnica a utilizar.

B. *Plataformas opcionales*

En principio se propone implementar el sistema de seguimiento como un módulo que complemente una plataforma seleccionada, es decir, modificar el código de la plataforma de tal forma que las características de escalabilidad para el modelo dependan de la plataforma en sí. De lo contrario, si el sistema se implementa por separado, habría que tener en cuenta qué técnica se debe utilizar para garantizar su escalabilidad y dar abasto a las cantidades masivas de los cursos MOOC.

A continuación se describen algunas alternativas de implementación en cuanto a las plataformas MOOC opcionales y sus características, con el objetivo de conocer las ventajas y desventajas de diferentes plataformas de código abierto, para poder elegir una que se ajuste a nuestras necesidades.

Open MOOC

OpenMOOC (s.f) es una plataforma para el desarrollo y la gestión de MOOCs que cuenta con el apoyo de Harvard University y Massachusetts Institute of Technology [MIT]. Hace uso intensivo de recursos de vídeo y está preparada para soportar grandes cargas de usuarios; su escalabilidad se basa en el uso de recursos computacionales de la nube Amazon. Usa MongoDB, el sistema de base de datos NoSQL, para dar soporte a la captura de todos los datos generados por los usuarios sin que afecte al rendimiento de la plataforma, por lo que puede ser una gran candidata para ofrecer cursos MOOC.

Google Course Builder

Google Course Builder (s.f), aplicación destinada para cursos MOOC, se puede cambiar y extender fácilmente. La última versión ofrece la posibilidad de añadir componentes y módulos personalizados, por lo que presenta características que facilitarían la implementación del sistema de seguimiento. Sin embargo, se ejecuta en la máquina de aplicaciones de Google y hay que pagar por su uso. Por tanto se recomienda, evaluar el costo asociado si se piensa elegirla para la implementación.

Open edX

OpenEdx (s.f) es la liberación de código de la plataforma Edx, dicha plataforma se destaca por su escalabilidad y por la posibilidad de implementarla en servidores particulares. A di-

ferencia de las otras plataformas mencionadas, no tiene costos asociados a su uso, por tanto, se ha convertido en la plataforma más utilizada para el ofrecimiento de cursos MOOC en instituciones educativas. Además, es fácilmente configurable y modificable, por lo que se presenta como una buena alternativa de implementación.

Las anteriores plataformas MOOC tienen como lenguaje de programación a Python, son de código libre y permiten la creación de módulos, por tanto para cualquiera de estas plataformas se podría implementar el sistema de seguimiento propuesto.

LMS (Learning Management Systems)

Otra alternativa para la implementación de la propuesta tiene que ver con el uso de sistemas de gestión de aprendizaje [LMS] desarrollados previamente a la aparición del concepto de MOOC. Moodle (s.f.) y .LRN (s.f.) son alternativas de software libre que se pueden considerar seriamente para tal fin, pues ofrecen funcionalidades probadas y estables para el desarrollo de MOOC: gestión de usuarios, acceso a contenidos, servicios de comunicación –como foros–, y módulos de evaluación, entre otros.

La ventaja de Moodle es su popularidad y la facilidad de adaptación gracias a la tecnología PHP con la que está implementada. Su desventaja radica en la debilidad de la arquitectura para atender adecuadamente grandes cantidades de usuarios concurrentes. LearnMoodle (Teaching with..., n.d) es la plataforma desarrollada por los creadores de Moodle para el ofrecimiento de cursos en línea en donde abordan temáticas relacionadas con la utilización de dicho LMS para la creación de MOOC.

Caso distinto es el de .LRN, su robusta arquitectura, soportada en el servidor AOLServer y el servidor de aplicaciones OpenACS, garantiza un mejor rendimiento para usuarios concurrentes; en TCL TK, su tecnología de implementación no es tan popular y las curvas de aprendizaje generalmente son más largas. Morales, Hernández & Gutl (2014), ilustran la utilización de .LRN para el ofrecimiento de MOOC en la Universidad Galileo (Guatemala).

VI. Conclusiones

Los MOOC son una tecnología nueva que está en desarrollo y aún tienen muchos desafíos por cubrir. La mayoría de los inconvenientes que presentan están relacionados con su carácter masivo, entre ellos, el elevado número de estudiantes con el que trabajan, que hace imposible la relación uno a uno entre el tutor y el estudiante, lo que dificulta el seguimiento a las actividades de aprendizaje.

Este trabajo se presenta como una solución a dicho inconveniente. Se propone un modelo diseñado de forma que facilite las bases para la implementación de un sistema destinado al seguimiento automático de las actividades de aprendizaje de los estudiantes en cursos MOOC. Su aporte se centra en la relación tutor-estudiante, al facilitar información que le permita dedicar un poco más de esfuerzo a aquellos estudiantes que

on the MOOC platform. In addition, it is easily configurable and modifiable, so is a good alternative implementation.

Previous MOOC platforms based on Python are open-source and allow the creation of modules, so for any of these platforms, one could implement the proposed monitoring system.

LMS (Learning Management Systems)

Another alternative for the implementation of the proposal has to do with the use of learning management systems [LMS] previously developed with the emergence of the MOOC concept. Moodle (n.d) and LRN (n.d) are free software alternatives that could be seriously considered for that purpose; they offer proven features and stable MOOC development: user management, access to content, communication services (such as forums), and evaluation modules, among others.

The advantage of Moodle is its popularity and the ease of adaptation thanks to the PHP technology that is implemented. Its disadvantage lies in the weakness of architecture to serve large numbers of concurrent users adequately. LearnMoodle (Teaching with..., n.d) is the platform developed by the creators of Moodle that offers online courses, addressing issues related to the use of the LMS to create MOOC.

One different case is that of .LRN: its robust architecture, supported by the AOLServer server and the server applications OpenACS, ensures better performance for concurrent users; TCL TK, technology implementation is not as popular and learning curves are generally longer. Morales Hernandez and Gütl (2014) illustrate the use of .LRN for offering MOOC at the Universidad de Galileo (Guatemala).

V. Conclusions

MOOC are a new technology that is developing and still faces many challenges. Most disadvantages are related to their massive character, including the large number of students using them, which makes it impossible for a one-to-one relationship between tutor and student. This makes monitoring learning activities more difficult.

This study has presented a solution to this problem. A model is designed that provides the basis for the implementation of a system to track the learning activities of students automatically in MOOC. Its main contribution focuses on the tutor-student relationship, in supplying information to enable it to spend a little more effort for those students who need extra help. While the system could reduce large

amounts of work for the tutors, what is sought in the future is to track students automatically and autonomously; that is, to make automatic recommendations, using for this purpose intelligent systems or pedagogical agents, thus completely freeing tutors to perform this task.

The system is described in a general way, useful as a reference for the creation of a MOOC platform. From the diagram of components, one can obtain a class diagram adjusted to the selected platform before being implemented. Some of the components and their operation may be modified, depending on what is required for implementation. *SR*

necesiten más ayuda. Si bien, el sistema podría reducir grandes cantidades de trabajo a los tutores, lo que se busca en un futuro es poder realizar el seguimiento de los estudiantes de manera automática y autónoma, es decir, poder realizar recomendaciones automáticas, utilizando para tal fin sistemas inteligentes o agentes pedagógicos, liberando completamente a los tutores de realizar dicha tarea.

El sistema es descrito de una manera general, útil como referente para su creación sobre una plataforma MOOC. A partir del diagrama de componentes se puede obtener el diagrama de clases ajustado a la plataforma seleccionada para luego ser implementado. Algunos de los componentes y su funcionamiento podrían ser modificados, dependiendo de lo que se requiera para su implementación. *SR*

References / Referencias

- Ashton, W., & Klavans, R. (1997). *Keeping abreast of science and technology: Technical intelligence for business*. Columbus, OH: Battelle Press. Retrieved from: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300073519>
- Buitrago, S. (2013). Educación virtual, pedagogía y didáctica. *Ingenium*, 7(18), 53-61.
- Chen, X., Barnett, D., & Stephens, C. (2013). Fad or future: The advantages and challenges of massive open online courses (MOOCs). In: B. Chang (Ed.), *2015 Proceedings of the R2P Conference in Adult and Higher Education, Oklahoma City, OK* (pp. 20-21).
- Claros, I., Cobos, R., Echeverría, L., & Garmendía, A. (2014). Towards a collaborative pedagogical model in MOOCs. In *2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. (pp. 905-911). IEEE.
- Course builder [Google | Open Online Education]. (n.d). Retrieved from: <https://www.google.com/edu/openonline/index.html>
- Daomin, X. (2013). Multi-agent based e-learning intelligent tutoring system for supporting adaptive learning. In: *Intelligent Systems Design and Engineering Applications, 2013 Fourth International Conference on*. (pp. 393-397). IEEE
- DeBoer, J., & Breslow, L. (2014). Tracking progress: predictors of students' weekly achievement during a circuits and electronics MOOC. In: *Proceedings of the first ACM conference on Learning @ scale conference*. (pp. 169-170). ACM.
- Epstein, D., Acosta, O., da Costa, I., & Reategui, E. (2013). Inquiry-based learning environment using intelligent tutoring system. In: *2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. (pp. 1072-1074). IEEE.
- Gea, M., Montes, R., Rojas, B., & Bergaz, R. (2014). Massive courses by creating active learning communities. *VAEP-RITA*, 2(1), 3-10.
- Gulati, N. (2013). Framework for cognitive agent based expert system for metacognitive and collaborative E-Learning. In: *MOOC Innovation and Technology in Education (MITE), 2013 IEEE International Conference*. (pp. 421-426). IEEE.
- .LRN. (n.d.). Retrieved from: <http://dotlrn.org/>
- Liyaganunawardena, T., Williams, S., & Adams, A. (2013). The impact and reach of MOOCs: A developing countries' perspective. *eLearning Papers* (33), 1-8. Available at: http://centaur.reading.ac.uk/32452/1/In-depth_33_1.pdf
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2012). *Orientaciones para el diseño, producción e implementación de cursos virtuales*. Bogotá, Colombia: MEN.
- Moodle. (n.d.). Retrieved from: <https://moodle.org/>
- Morales, M., Hernández, R., & Gutl, C. (2014). Telescope, a MOOCs initiative in latin America: Infrastructure, best practices, completion and dropout analysis. In: *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings*. (pp. 1-7). IEEE
- OpenEdx. (2015.). Retrieved from: <http://code.edx.org/>
- OpenMOOC (n.d.). Retrieved from: <http://openmooc.org/>
- Rico, D. (2013). Propuesta de un modelo de evaluación de los procesos de enseñanza-aprendizaje en entornos e-learning. *Ingenium*, 7(16), 25-38.
- Roig, R., Mengual, S., & Suárez, C. (2014). Assessment the pedagogical quality of the MOOC. *Profesorado*, 18 (1), 27-41.
- Sampieri, M. (2008). *Monitorización del progreso en el aprendizaje* [tesis doctoral]. Universidad Politécnica de Cataluña: Barcelona, España.
- Teaching with Moodle: An introduction* (n.d). Retrieved from: <https://learn.moodle.net/>
- Tovar, E., Dimovska, A., Piedra, N., & Chicaiza, J. (2013). OCW-S: Enablers for building sustainable open education evolving OCW and MOOC. In: *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2013 IEEE* (pp. 1262-1271). IEEE.
- United Nations Development Program [UNDP]. (2012). *Handbook on monitoring and evaluation of results*. New York, NY: UNDP.
- Yousef, A., Chatti, M., Schroeder, U., & Wosnitza, M. (2014). What drives a successful MOOC? An empirical examination of criteria to assure design quality of MOOCs. In: *2014 IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 44-48). IEEE.
- Zapata-Ros, M. (2013). *El diseño instruccional de los MOOC y el de los nuevos cursos abiertos personalizados*. Retrieved from: https://scholar.google.com/scholar_url?url=http://revistas.um.es/red/article/download/238661/181351&hl=es&sa=T&oi=gsb-ggp&ct=res&cd=0&ei=iFpkV5q4C4qSmgGijKiAAg&scisig=AAGBfm3dlIFvtv153POzgzk_F6dJDELvJVA
- Zegarra, L. & Alvarado, M. (2010). *Sistema de monitoreo, seguimiento y evaluación*. La Paz, Bolivia: Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras.

CURRICULUM VITAE

Daniel Alberto Jaramillo Morillo, MSc(c) Engineer in Electronics and Telecommunications and candidate to Master in Telematics Engineering. Young researcher, member of Grupo de Ingeniería Telemática [GIT] at the Universidad del Cauca (Colombia). He served as a teacher by a working scholarship at the Telematics Department, on issues related to telecommunications networks. His research focus are tools and digital applications supporting teaching and learning online processes; currently he is investigating about indicators for automatic monitoring of learning activities of students participating in Massive Open Online Courses [MOOC] / Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones y candidato a Magister en Ingeniería Telemática. Joven investigador en el Grupo de Ingeniería Telemática [GIT] de la Universidad del Cauca (Colombia), donde se desempeñó como docente mediante beca de trabajo en el Departamento de Telemática, en temas relacionados con redes de telecomunicaciones. Sus líneas de investigación se centran en herramientas o aplicaciones digitales como soporte a los procesos de enseñanza y aprendizaje en línea, actualmente investiga sobre los indicadores necesarios para realizar seguimiento automático a las actividades de aprendizaje de estudiantes en cursos en línea, abiertos y masivos (MOOC).

Mario Fernando Solarte Sarasty, Ph.D(c) Full Professor of Department of Telematics at the University of Cauca. He is Engineer in Electronics and Telecommunications, Specialist in Project Formulation and Evaluation, Master in Engineering and Ph.D. candidate in Telematics Engineering (supported by a grant from Colciencias). Currently he investigates about automatic identification of learning styles and preferences, for adaptation to Massive Open Online Courses [MOOC], area corresponding to one of his major areas of interest: training processes supported by Internet technologies / Profesor titular del Departamento de Telemática de la Universidad del Cauca. Es Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, Especialista en Formulación y Evaluación de Proyectos, Máster en Ingeniería, y candidato a Doctor en Ingeniería Telemática (soportado mediante una beca de Colciencias). Actualmente investiga sobre la identificación automática de estilos y preferencias de aprendizaje para adaptación de cursos en línea, abiertos y masivos (MOOC), área que corresponde a una de sus mayores áreas de interés: los procesos formativos soportados por tecnologías de Internet.