

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

**Estudio comparativo y experimental de plataformas de gestión de
aprendizaje LMS para la implementación de MOOC**

Sandra Milena Galeano Muñoz

Laura Andrea Zuluaga Díaz

Proyecto de grado optar al título de Ingeniería de Sistemas

Asesor proyecto de grado

Milton Javier Mateus Hernández

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

Facultad de Ingeniería

Programa Ingeniería de Sistemas

Medellín

2018

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

Desde el año 2008 se han venido implementando plataformas LMS orientadas a los modelos de aprendizaje MOOC (Massive Open Online Course), las cuales sin embargo en la actualidad las organizaciones no cuentan con un esquema que les permita seleccionar la plataforma que mejor responda a sus necesidades de formación, teniendo en cuenta que en la actualidad la educación virtual se enfoca en ofertar cursos masivos abiertos a toda la comunidad. Para este trabajo consideramos la opción de elaborar una guía que facilite la selección de una plataforma LMS a partir de un estudio comparativo experimental de cuatro distribuciones en relación al desempeño para modelos de aprendizaje MOOC (Massive Open Online Course).

Realizar un estudio comparativo experimental de cuatro plataformas LMS (dos *Open Source* y dos Comerciales) que nos permita entender el desempeño de cada una, tanto a nivel de hardware como de software, para posteriormente ejecutar la implementación y análisis y así encontrar la más apropiada en entornos masivos virtuales.

Hoy en día no hay estudio de referencia que ayude a seleccionar una plataforma teniendo en cuenta los requerimientos del sistema requeridos al momento de implementar una u otra plataforma LMS (Learning Management System).

Todas las plataformas nos ofrecen diversidad de opciones a la hora de ofertar un LMS MOOC, sin embargo, por costos, rendimiento y capacidad la más opcionada es Moodle. Aprovechando las bondades de la tecnología en la nube este tipo de servicios es más rentable y de mejor calidad.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

El presente trabajo de grado fue posible gracias a los docentes asesores Javier Mauricio Duran Vásquez y Milton Javier Mateus Hernández, los cuales con su disposición y apoyo constante siempre nos brindaron su conocimiento y experiencia para la desarrollo de este proyecto. Y al Instituto Tecnológico Metropolitano ITM, por brindarnos apoyo a la hora de la implementación de las plataformas LMS en la nube con su convenio con el proveedor de servicios Microsoft. A nuestras familias que siempre nos alentaron a seguir colocando todo nuestro empeño y sacar el trabajo de grado con éxito.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

LMS Acrónimo de Learning management system, un sistema para la gestión del aprendizaje.

WEBMIN Herramienta de configuración de sistemas accesible vía web para sistemas Unix, como GNU/Linux y OpenSolaris.

MOOC Es el acrónimo en inglés de Massive Online Open Courses (o cursos online masivos y abiertos)

MICROSOFT AZURE es conjunto en constante expansión de servicios en la nube para ayudar a su organización a satisfacer sus necesidades comerciales. Le otorga la libertad de crear, administrar e implementar aplicaciones en una tremenda red mundial con sus herramientas y marcos favoritos.

NEW RELIC Plataforma de inteligencia digital que permite a los desarrolladores, operadores y equipos de tecnología medir y monitorear el rendimiento de sus aplicaciones e infraestructura

DEMOS Software de prueba

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. MARCO TEÓRICO.....	11
3. METODOLOGÍA	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1 Pruebas a plataforma CLAROLINE <i>Open Source</i>	28
4.2 Pruebas a plataforma MOODLE <i>Open Source</i>	33
4.3 Resultados obtenidos en las pruebas realizadas a las plataformas <i>Open Source</i>	40
4.4 Análisis de plataformas comerciales	42
4.5 Pruebas a plataforma Blackboard Comercial	42
4.6 Pruebas a plataforma Docebo Comercial.....	46
4.7 Análisis a plataformas comerciales	49
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	51
REFERENCIAS	55

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE FIGURAS

Figura 1 Historia y evolución de E-learning	11
Figura 2 Implementación de servidor MOOC como estrategia educativa	18

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE TABLAS

Tabla 1 Factores de éxito de los MOOC: algunas consideraciones críticas.....	17
Tabla 2 Comparación máquinas Virtuales VS máquinas Cloud.....	25
Tabla 3 Resultados arrojados de cada tiempo en la Plataforma de prueba Azure – Claroline.....	40
Tabla 4 Resultados arrojados de cada tiempo en la Plataforma de prueba Webmin – Claroline	41
Tabla 5 Resultados obtenidos de cada tiempo en la plataforma de prueba Azure –Moodle	41
Tabla 6 Resultados obtenidos de cada tiempo en la plataforma de prueba Webmin –Moodle	41
Tabla 7 Tiempos de respuesta Herramienta Jmeter.	44
Tabla 8 Información de usuarios Herramienta Jmeter.	45
Tabla 9 Tiempo promedio de conexión Herramienta Jmeter.	48
Tabla 10 Muestra de accesos para 22 usuarios Herramienta Jmeter	49

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Muestra de resultados de Web Min y Microsoft AZURE primer ingreso	29
Gráfica 2 Muestra de resultados de Microsoft AZURE transcurridos 15 minutos.	30
Gráfica 3 Muestra de resultados de Web Min transcurridos 15 minutos	31
Gráfica 4 Muestra de resultados de Microsoft AZURE transcurridos 30 minutos	32
Gráfica 5 Muestra de resultados de Web Min transcurridos 30 minutos.	32
Gráfica 6 Muestra de resultados finales de Microsoft AZURE.	33
Gráfica 7 Muestra de resultados Microsoft AZURE primer ingreso.	34
Gráfica 8 Muestra de resultados New Relic primer ingreso.	34
Gráfica 9 Muestra de resultados WebMin primer ingreso.	35
Gráfica 10 Muestra de resultados New Relic transcurridos 10 minutos.	35
Gráfica 11 Muestra de resultados Microsoft AZURE transcurridos 10 minutos.	36
Gráfica 12 Muestra de resultados WebMin transcurridos 10 minutos.	36
Gráfica 13 Muestra de resultados New Relic transcurridos 20 minutos	37
Gráfica 14 Muestra de resultados Microsoft AZURE transcurridos 20 minutos	37
Gráfica 15 Muestra de resultados WebMin transcurridos 20 minutos.	38
Gráfica 16 Muestra de resultados finales Microsoft AZURE.	39
Gráfica 17 Muestra de resultados finales New Relic.	40
Gráfica 18 Muestra de resultados finales WebMin.	40
Gráfica 19 Muestra de monitorio a plataforma Blackboard a través de la Herramienta Site24/7	43
Gráfica 20 Muestra de promedio de velocidad a plataforma Blackboard a través de la Herramienta Site24/7.	44
Gráfica 21 Tiempo de carga Herramienta Jmeter	45
Gráfica 22 Tiempos de respuesta plataforma Docebo Herramienta site24/7	46
Gráfica 23 Tiempo de respuesta Herramienta Site24/7	46
Gráfica 24 Herramienta Site24/7	47
Gráfica 25 Resultados de prueba transcurridos 7 minutos herramienta Site24/7	47
Gráfica 26 Tiempo de carga de la plataforma Docebo en la Herramienta Jmeter	48

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

Las plataformas virtuales educativas han abierto múltiples posibilidades de aprendizaje y han permitido la máxima interacción entre estudiantes y docentes, incluso grandes organizaciones optan por la formación virtual para capacitar a sus empleados. Al aumentar la demanda para las plataformas LMS estas están fallando en el rendimiento y esto impide en tiempo real un mejor acceso e interacción con los usuarios.

Por ello, es necesario realizar un análisis del rendimiento y capacidad de las plataformas. Para esto se tendrán como base cuatro plataformas diferentes y desde estas considerar cuáles son las que más se adaptan a las necesidades específicas de una organización o sistema educativo, teniendo en cuenta que la educación virtual actualmente está avanzando al aprendizaje MOOC (Massive Open Online Course) el cual se centra en el aprendizaje independiente, permitiendo mejorar las competencias y conocimientos de los usuarios que ingresan.

Este nuevo sistema nos arroja un mayor consumo de recursos al contar con más usuarios dentro de la plataforma, lo que genera una exigencia más alta de las características físicas con la que debe cumplir la plataforma para que su rendimiento no se vea afectado.

Objetivo General

Elaborar una guía que facilite la selección de una plataforma LMS a partir de un estudio comparativo experimental de cuatro distribuciones en relación al desempeño para modelos de aprendizaje MOOC (Massive Open Online Course).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Objetivos Específicos

- Identificar criterios de valoración en relación al desempeño en hardware y software para una buena implementación de la plataforma LMS en organizaciones con públicos educativos masivos (MOOC).
- Seleccionar cuatro plataformas (dos comerciales y dos *Open Source*) LMS que se puedan implementar para modelos MOOC.
- Evaluar cualitativa, cuantitativa y experimentalmente el hardware y software de las plataformas LMS de acuerdo a los criterios de valoración identificados.
- Definir perfiles organizacionales de acuerdo a las necesidades que surgen en el desarrollo o adquisición de una plataforma LMS orientada a públicos masivos.

El presente informe describe un marco teórico en el cual se pueden evidenciar investigaciones anteriores que han realizado organizaciones y grandes instituciones Educativas sobre el tema en cuestión, acompañado de definiciones que orientan al lector sobre los términos que debe conocer para abordar el proyecto, de igual forma se entregan graficas estadísticas del comportamiento de la infraestructura de las plataformas. Seguidamente se profundiza en la metodología utilizada para la experimentación con plataformas LMS, esto mediante el análisis de gráficas y tablas estadísticas. Finalmente se hace una entrega de una guía de comportamiento físico tanto para plataformas *Open Source* como Comerciales, esto incluye Graficas, Flujos de información, datos de concurrencia, tablas de datos, discusiones y conclusiones generales y específicas, encontradas al final del desarrollo de este proyecto.

2. MARCO TEÓRICO

Una plataforma LMS es un software instalado generalmente en un servidor web que se emplea para crear, aprobar, administrar, almacenar, distribuir y gestionar las actividades de formación virtual, esto se puede utilizar como complemento de clases presenciales o para el aprendizaje a distancia. En el siguiente flujo de tiempo podemos observar la evolución de las plataformas LMS.

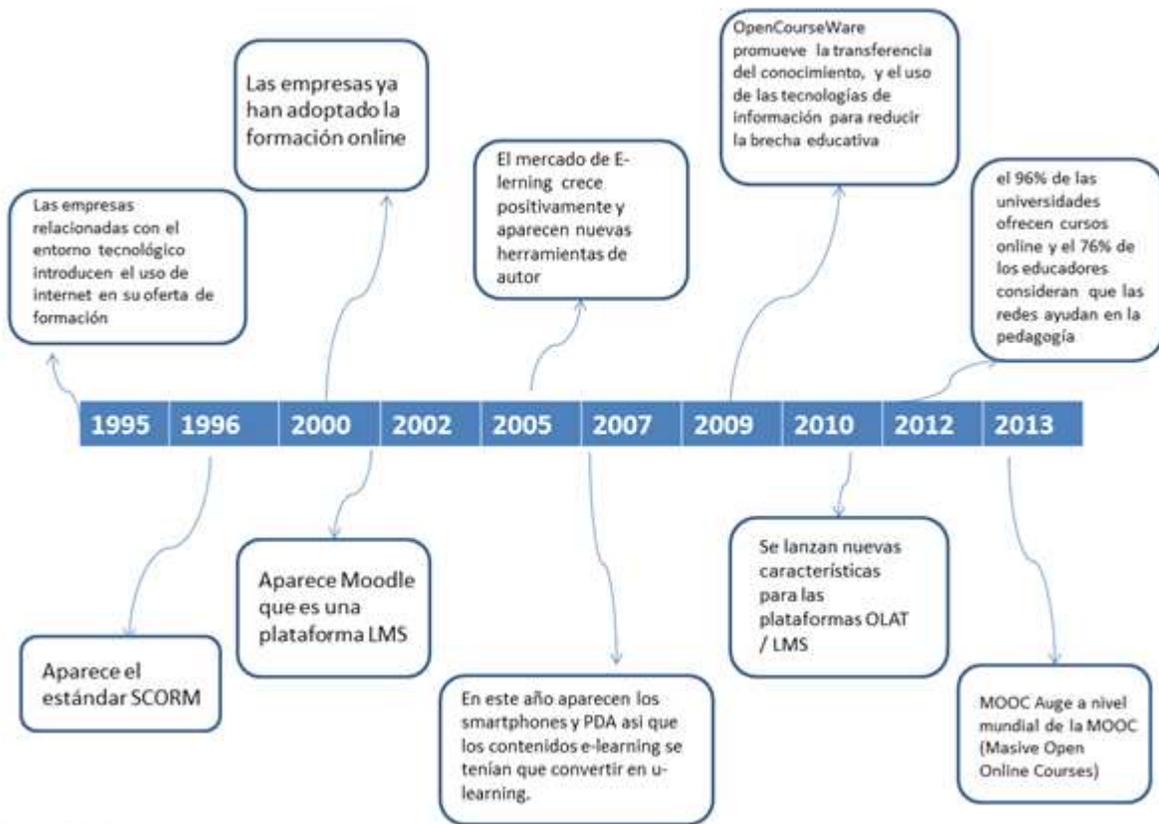


Figura 1 Historia y evolución de E-learning.

Fuente: <https://line.do/es/historia-y-evolucion-de-e-learning/dnc/vertical>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

La evolución de las plataformas de educación virtual están ligadas directamente con el desarrollo de la sociedad de la información, las tecnologías TIC suponen responder a estos requerimientos que impone la sociedad y el entorno educativo, en este contexto surgen las plataformas LMS (*Learning Management System*).

Un entorno virtual reproduce el modelo de enseñanza/aprendizaje que tiene el docente, es decir, muchos de los elementos de la educación tradicional se pueden llevar al ambiente virtual.

Ahora para entender algunos conceptos importantes dentro del contexto de la educación virtual se presentan las siguientes definiciones:

E-learning: Una plataforma e-learning, plataforma educativa web o Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje es una aplicación web que integra un conjunto de herramientas para la enseñanza-aprendizaje en línea, permitiendo una enseñanza no presencial (e-learning) y/o una enseñanza mixta (b-learning), donde se combina la enseñanza en Internet con experiencias en la clase presencial. (Fernandez A.)

Plataformas LMS: Un LMS (Learning Management System) es un sistema de gestión de aprendizaje online, que permite administrar, distribuir, monitorear, evaluar y apoyar las diferentes actividades previamente diseñadas y programadas dentro de un proceso de formación completamente virtual (eLearning). Está orientada a que estos entornos sean fácilmente accesibles, amigables, intuitivos y flexibles, permitiendo ser utilizados tanto por los administradores, coordinadores y formadores, como por los estudiantes de un determinado curso, en cualquier momento y lugar, mientras se disponga de conexión a Internet. Por otro lado, también potencian de forma destacable la interacción online entre todos los agentes implicados dentro de un proceso de aprendizaje con componente online. (Cañellas Mayor)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Un LMS sirve para poner a disposición de los estudiantes la metodología plasmada en la organización didáctica, materiales, tareas, foros, chat (entre otros) creada por un grupo de docentes para fomentar el aprendizaje en un área determinada.

A medida que vamos entrando en las dimensiones de las plataformas virtuales encontramos que existen diferentes características las cuales se destacan en estudios recientes, algunas de ellas son:

➤ **Flexibilidad**

conjunto de funcionalidades que permiten que el sistema de E-learning tenga una adaptación fácil en la organización donde se quiere implantar, en relación a la estructura institucional, los planes de estudio de la institución y, por último, a los contenidos y estilos pedagógicos de la organización. (Belloch) Por ejemplo:

- Capacidad de adaptación a la estructura de la institución.
- Capacidad de adaptación a los planes de estudio de la institución donde se quiere implantar el sistema.
- Capacidad de adaptación a los contenidos y estilos pedagógicos de la organización.

➤ **Escalabilidad**

Se refiere a la propiedad de aumentar la capacidad de trabajo de un sistema, sin comprometer por ello su funcionamiento y calidad habituales. Es decir, poder crecer sin perder la calidad en sus servicios.

➤ **Usabilidad**

La Usabilidad se puede utilizar con el fin de alcanzar una rapidez y facilidad a la hora de lograr un objetivo. Este nos permitirá darle una mayor utilidad a la plataforma.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

➤ **Funcionalidad**

Las funciones que cumple un objeto son fijadas por las necesidades que se desea que el objeto satisfaga. Un objeto es funcional si cumple las funciones que le fueron asignadas. La funcionalidad de un objeto se puede ampliar para que satisfaga mayor cantidad de necesidades y se puede mejorar para que sea más avanzada. (Congreso virtual mundial de e-learning, 2013).

➤ **Ubicuidad**

Se refiere a la capacidad de tener la información disponible a cualquier hora y en cualquier lugar. Esto nos lleva a tener la seguridad de que todo lo que necesitamos siempre va a estar a nuestro alcance.

Después de conocer las características funcionales de una plataforma LMS, encontramos que existen dos tipos de plataformas para la educación virtual las cuales son de tipo comercial (plataformas propias de una empresa, código cerrado) y las plataformas *Open Source* (código abierto). A continuación, se ofrecen algunos ejemplos de las plataformas.

Para las plataformas *Open Source* tenemos:

Moodle

Moodle es un software diseñado para ayudar a los educadores a crear cursos en línea de alta calidad y entornos de aprendizaje virtuales. Tales sistemas de aprendizaje en línea son algunas veces llamados VLEs (Virtual Learning Environments) o entornos virtuales de aprendizaje. La palabra Moodle originalmente es un acrónimo de *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* (Entorno de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos y Modular).

Una de las principales características de Moodle sobre otros sistemas es que está hecho en base a la pedagogía social constructivista, donde la comunicación tiene un espacio relevante en el camino de la construcción del conocimiento. Siendo el objetivo generar una experiencia de aprendizaje enriquecedora. Una de las

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

fortalezas de Moodle es que es Software Libre. La institución que lo instale está autorizada a copiar, usar y modificar Moodle. En consecuencia, la plataforma Moodle conforma un sistema permanentemente activo, seguro y en constante evolución. (Moodle, 2016)

Claroline

Claroline Connect es un *Learning Management System*, es decir un software de gestión de aprendizajes, libre que se puede descargar gratuitamente. Después de años de pruebas tenemos como resultado una plataforma innovadora y moderna que vuelve a situar a cada persona en el centro de su formación, ofreciéndole la posibilidad de crear, compartir, elegir y organizar los elementos que componen su aprendizaje. Además, la plataforma ha sido pensada con un enfoque colaborativo, permitiendo a cada uno interactuar con otros usuarios y avanzar así hacia el proyecto común. (Claroline)

Pero si queremos optar por una comercial tenemos algunos ejemplos:

Blackboard

Es una plataforma informática de teleformación (e-learning) que permite construir y administrar cursos en línea, e impartir formación a través de Internet, llevando a cabo la tutorización de maestros y el seguimiento de los alumnos. (Blackboard, 2017)

Docebo

Es una plataforma que permite combina el aprendizaje formal, social y experiencial con la gestión de habilidades para maximizar el desempeño de los estudiantes en su proceso de formación. Con su plataforma Docebo LMS en la nube, se pueden realizar proyecto de eLearning en cuestión de minutos e impartir instantáneamente la capacitación a usuarios alrededor del mundo. Con Docebo y

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

su opción de marca blanca puede personalizar su sistema de gestión de aprendizaje añadiendo el logotipo de su empresa, esquema de color, diseño y dominios personalizados. (docebo, s.f)

Las plataformas virtuales han abierto múltiples posibilidades de aprendizaje a distancia, esto permite la interacción entre estudiantes y docentes de las diferentes instituciones educativas, incluso de grandes organizaciones que optan por la formación virtual para capacitar a sus empleados bajo plataformas LMS.

Mediante esta propuesta se busca explorar las diferentes alternativas de educación virtual a distancia orientada al aprendizaje MOOC (Massive Open Online Course).

Un MOOC no es otra cosa que un curso online abierto a una gran cantidad de estudiantes que integra la conectividad de las redes sociales y la gran cantidad de recursos abiertos y de libre acceso que se encuentran en Internet. Sin embargo, lo más importante de un MOOC es la participación activa de cientos o miles de estudiantes enfocados a un objetivo común el aprendizaje. Y aunque puede existir el apoyo de profesores asistentes y una estructura temporal de varias semanas de duración, generalmente no genera ningún tipo de obligaciones a excepción del acceso a internet y la motivación personal. (Sánchez & Escribano, 2014)

El artículo “Factores de éxito de los MOOC: algunas consideraciones críticas” de la Revista RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Información entrega datos del análisis de plataformas MOOC realizado en 2013 a efectos de mostrar los volúmenes de cursos en cada plataforma, como se puede observar en la siguiente tabla.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 1 – Principales Plataformas MOOC a nivel internacional (elaboración propia a partir de muestreo de fecha Julio 2013)

Plataforma	URL	Número de cursos	País
Coursera	https://www.coursera.org/	416	USA
EdX	https://www.edx.org/	56	USA
Udemy	http://www.udemy.com/		USA
Udacity	http://www.udacity.com/	30	USA
OpenClass-BETA de Pearson Ltd.	http://www.openclass.com/open/home/index	--	UK
Lore (Noodle)	http://lore.com/	--	USA
Canvas	https://www.canvas.net/	--	USA
Venturelab	http://venturelab.stanford.edu/	12	USA
Coursesites	https://www.coursesites.com	32	USA
OpenCourseWare	http://www.ocwconsortium.org/	3,500	USA
P2PU	https://p2pu.org/es/	--	USA
Google Course Builder	http://code.google.com/p/course-builder/	40	USA
OpenLearn LabSpace	http://www.open.edu/openlearn/ http://labspace.open.ac.uk/	>1000	UK
Open Learning Initiative-Carnegie Mellon Univ.	http://oli.cmu.edu/	18	USA
Leuphana Digital School	http://digital.leuphana.de/	1	GER
Knight Center	http://knightcenter.utexas.edu/distancelearning	3	USA
OpenHPI	https://openhpi.de/	2	GER
MRUniversity	http://mruniversity.com/	7	USA
OpenLearning	https://www.openlearning.com/	32	AUS
ALISON	http://alison.com/	550	USA
University of the people	http://www.uopeople.org/	75	USA
Saylor.org	http://www.saylor.org/	278	USA
Symynd (Share your mind)	http://www.symynd.com/	9	USA
Open Yale Courses	http://oyc.yale.edu/	50	USA
GCF Learn Free	http://www.gcflearnfree.org/	750	USA
Nixty	http://nixty.com/	>200	USA
SantaFe MOOCs	http://www.santafe.edu/Mooc/subscribe	1	USA
Unx	http://www.redunx.org/web/guest/home	5	ES
UnedComa	http://unedcoma.es/	20	ES
Crypt4you	http://www.criptored.upm.es/crypt4you/portada.html	2	ES
MiriadaX	http://miriadax.net/	100	ES
UPVX-Universidad Politécnica de Valencia	http://www.upvx.es/	13	ES
Bureau Veritas Business School MOOC-España	http://www.bvbusiness-school.com/cursososelearning/cursos-Mooc-abiertos-online.aspx	1	ES

Tabla 1 Factores de éxito de los MOOC: algunas consideraciones críticas.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Fuente: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?pid=S1646-98952014000100009&script=sci_arttext&tlng=en#4

Los datos estadísticos (Poy, Raquel & Gonzales-Aguilar, Audilio) indican un acceso considerable a este tipo de plataformas de aprendizaje; sin embargo, los estudios realizados indican una tasa elevada de abandono de los cursos, en este mismo artículo el autor indica que entre el 75 y el 90% abandonan el curso. Los primeros estudios de usuario apuntan a que las elevadas tasas de abandono pueden indicar un error en el diseño centrado en el usuario (2014).

Se puede observar el resultado del primer estudio en profundidad del primer curso de la célebre plataforma edX, desarrollada la Universidad de Harvard, y que reunió la abrumadora cifra de 155.000 estudiantes entre marzo y junio de 2012, apunta que apenas un 10% de los alumnos superó el curso, y solo un 3% participó en el Foro de Debate abierto en el curso. En cuanto a los alumnos que obtuvieron el certificado de superación del curso, su participación en el Foro sí habría superado el 53%. (Poy & Gonzalez Aguilar , 2014)

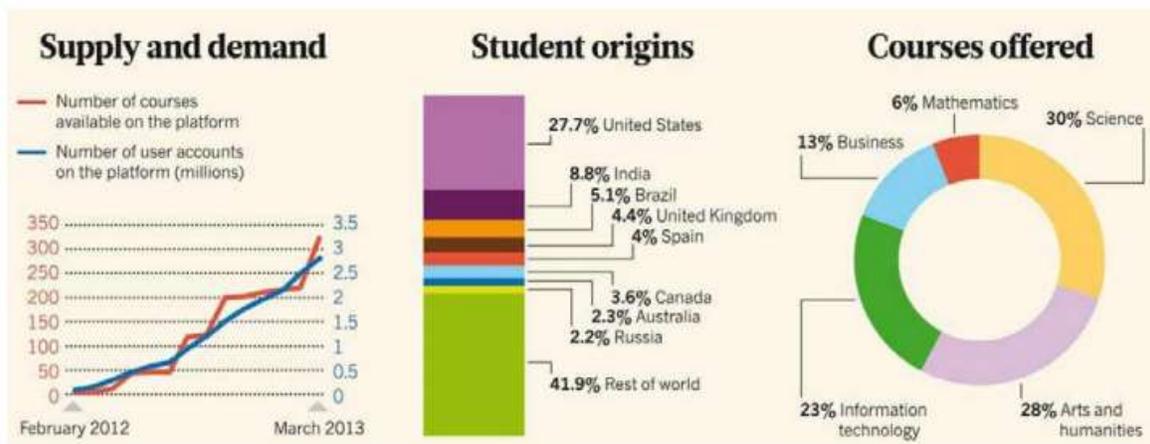


Figura 2 Implementación de servidor MOOC como estrategia educativa.

Fuente: <http://itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/489/584>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Esto lleva a evaluar el uso que le dan los estudiantes y si verdaderamente están interesados en participar de las actividades virtuales.

En la revista de Educación a Distancia en su artículo “Diseño e implementación de cursos abiertos masivos en línea (MOOC): expectativas y consideraciones prácticas primer año 2013” se informa acerca de los estudios realizados a dos modelos MOOC de los cuales se encontraron algunas falencias en su implementación.

A continuación se nombrarán los MOOC analizados:

Fundamentals of Online Education: Planning and Applications, un curso sobre aplicación y planificación de contenidos para educación en línea. El curso se abrió al público en la plataforma Coursera, tras semanas de expectación durante su etapa de publicidad y proceso de matrícula, el 28 de enero de 2013; diseñado y supervisado por una docente experimentada en educación en línea. El curso tenía en su inicio 40.000 usuarios registrados (en su gran mayoría, personas interesadas profesionalmente en la educación en línea, es decir, diseñadores o docentes), y tuvo que ser suspendido y cancelado poco después de haber iniciado. El fallo fundamental del curso fue que la herramienta que se había previsto para la formación de grupos de trabajo, Google Spreadsheets (parte de la suite en línea Google Docs) era insuficiente para el número de estudiantes matriculados, Google Spreadsheets admite un total máximo de 50 usuarios conectados simultáneamente, un número mínimo del total de alumnos registrados en el curso, por lo que muchos estudiantes tuvieron problemas para acceder en los dos primeros días a dicha herramienta por saturación, con lo que no pudieron organizarse en grupos, algo que generó ansiedad y preocupación entre el alumnado. Un problema adicional, es que la hoja de cálculo permitía a cualquier usuario modificar, y por tanto, borrar contenido de los grupos ya existentes.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Numerosos usuarios, con o sin intención, destruyeron, duplicaron, y modificaron grupos ya creados, lo que resultó en un caos al que se añadía el ya mencionado número máximo de usuarios simultáneos. Por lo tanto este curso de dio como fallido y se evidencio la falencia que se tenía ante un escenario MOOC.

“Microeconomics for Managers”, un curso también de la plataforma Coursera impartido por un prestigioso profesor de la University of California at Irvine. Igual que en el caso de “Fundamentals of Online Education” el curso tuvo una elevadísima matrícula, y el prestigio de la institución y el profesor atrajeron a unos 37.000 estudiantes. El acceso al curso se abrió el 14 de enero de 2013, pero el profesor abandonó el curso justo a la mitad, por lo que el interpreta como falta de interés de los estudiantes: tan sólo un 40% de los inicialmente matriculados llegaron a iniciar sesión en el curso o a consultar alguna de las secciones de éste, únicamente un 25% vieron al menos un video, y menos del 2% participaba activamente en las discusiones del foro. La decepción del profesor, sin embargo, no tuvo tanto que ver con los porcentajes finales de participación (que sólo se conocieron al final del curso), como con el control efectivo que el profesor, acostumbrado a un modelo de docencia más tradicional, sentía que tenía sobre los estudiantes y su aprendizaje, más basado, como señalamos, en enseñanza distribuida y colaborativa que en el traspaso de conocimiento de forma unívoca, del profesor hacia el estudiante. En este caso no hallamos un problema de diseño o técnico, sino de expectativas por parte del profesor y de los estudiantes. (Méndez, 2013)

Como se observa en el estudio anterior, el funcionamiento de una plataforma depende no solo del diseño del curso, de las tareas o de la publicidad que se haga al mismo sino que depende también de la parte técnica, de esta puede depender el éxito o fracaso de un curso, ya que la tecnología que acompaña el curso debe ser transparente para el

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

estudiante, es decir, que este no tenga que pensar en cómo está montada la plataforma, sino que se centre en su proceso de aprendizaje. Por ello surge la inquietud de una evaluación de desempeño técnico durante el montaje o implementación de una plataforma LMS orientada a cursos masivos en línea.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. METODOLOGÍA

El proyecto de grados partió inicialmente de una consulta sobre la historia y casos en los cuales se habían implementado MOOC sobre plataformas LMS, algunos de los estudios realizados fueron: En la revista académica y virtualidad “Estudio comparativo de sistemas de gestión del aprendizaje: Moodle, ATutor, Claroline, Chamilo y Universidad de Boyacá” (Ardila Muñoz, Ruiz Cañadulce, & Castro Molano , 2015) y en el artículo “Comparative usability evaluation of three popular” (Tsironis, Katsanos, & Xenos, 2016). Los documentos mencionados anteriormente no muestran un estudio comparativo de recursos físicos que pudiéramos tomar como referencia para el análisis de nuestra implementación y evaluación de desempeño de una plataforma LMS.

Se determinaron las 4 plataformas a comparar para el estudio que fueron 2 comerciales (Blackboard y DOCEBO) y 2 *Open Source* (Moodle y Claroline), estas se escogieron después de realizar una investigación de plataformas LMS MOOC las cuales encontramos en algunas Universidades y organizaciones nacionales.

Por ejemplo, se visitó el SENA donde validamos que utilizan Blackboard, la persona encargada de su administración nos indicó que tienen la plataforma instalada mediante hosting y que su administración principal se encuentra en Bogotá, con esta plataforma la universidad ha tenido éxito al presentar los cursos MOOC. Al encontrar esta plataforma ideal para nuestro estudio se contactó a la parte comercial de Blackboard, la señora Luisa Fernanda Guerra Quintero la cual nos brindó una URL de prueba para la implementación de dicha plataforma.

Se visitó la empresa SURAMERICNA para conocer sobre la mejor forma de implementar un Moodle en una organización, ya que esta empresa cuenta con dicha plataforma para la formación virtual de sus empleados, estos escogieron Moodle porque es una plataforma

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

amigable con el usuario y consume pocos recursos. De esta plataforma encontramos que varias Universidades la tienen como LMS principal para la educación virtual y por eso fue seleccionada para nuestro estudio.

Investigando dentro del área metropolitana encontramos que la mayoría de Universidades y organizaciones tienen implementada para la formación virtual las plataformas Moodle, Blackboard y Canvas. Debido a que no encontramos otras plataformas LMS *Open Source* en Universidades u organizaciones cercanas al entorno de estudio, decidimos realizar una consulta sobre las principales plataformas LMS *Open Source*, en varios artículos coincidía la plataforma Caroline la cual dispone de herramientas que permiten a la organización un fácil diseño y uso por parte de los técnicos y usuarios, esta cuenta con un sistema de administración de enlaces y permite gestionar los envíos de documentación a los estudiantes; por lo cual nos pareció la más opciónada para nuestro estudio comparativo.

Encontramos que la plataforma Docebo ofrece un número ilimitado de usuarios, cursos y ancho de banda. Además cuenta con la última tecnología Cloud, implementada en AWS que garantiza un alto nivel de desempeño y escalabilidad, por lo cual decidimos implementarla.

Inicialmente las plataformas *Open Source* fueron montadas en servidores virtuales e implementadas dentro de máquinas físicas, con estos servidores tuvimos varias limitantes de acceso:

- No se podía realizar el acceso concurrente de varios usuarios, ya que la plataforma estaba ligada a la estación física sobre la que se había implementado, es decir, no se podía acceder desde cualquier lado.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Se investigó sobre la forma de montar las plataformas en hosting y salía costoso y para algunos no soportaban el sistema operativo (Linux) sobre el cual trabajamos el proyecto.
- La navegación sobre la plataforma dependía de la rapidez de nuestro proveedor de internet ya que manejábamos los procesos en la nube, pero este también se veía afectado por los recursos que estuviera consumiendo la máquina física sobre la que se montó la virtual.
- Se consultó sobre la posibilidad de montarlas en Amazon, sobre esta nube se nos generaba un costo que dependía de los recursos requeridos para la instancia deseada, y por el monitoreo había que pagar una herramienta propia de Amazon llamada “cloudwatch” esta generaba nuevos costos, por esto desistimos de realizar el montaje de las plataformas en dicha nube.
- Se indaga en el ITM y al tener convenio con Microsoft se tiene acceso al portal de Azure para montar ambientes de pruebas con un total 100 Dólares, lo que nos permitía hacer la implementación y pruebas funcionales de las plataformas LMS, es por esta razón fue que seleccionamos este recurso e implementamos Claroline y Moodle.

Ver imagen de comparación Máquinas Virtuales VS Máquinas Cloud

	Accesibilidad	Velocidad en la navegación	Recuperación frente a desastres	Escalabilidad de recursos	Alta Disponibilidad
MAQUINAS VIRTUALES	El acceso es más complejo debido a que como son máquinas virtuales, montadas sobre una máquina física, no es de fácil acceso para varias personas a la vez. Para esto se requieren una serie de permisos sobre la red y la estación en la que se está trabajando	La velocidad de la navegación depende del internet que con el que cuenta la máquina física y las configuraciones realizadas para el uso de la red de la misma.	La recuperación frente a desastres tardará muchos más tiempo debido a que cada organización deberá tener un plan de recuperación ante desastres y se hará de forma manual, montando uno a uno cada uno de los servicios perdidos	Los recursos de las máquinas están sujetos a como se hayan implementado desde el inicio, es decir, los recursos asignados son con los que trabajará, y el aumento de estos es limitado	Si se presenta una falla es necesario reemplazar el servidor para recuperar el servicio
MAQUINAS VIRTUALES EN NUBE	El acceso es más complejo debido a que como son máquinas virtuales, montadas sobre una máquina física, no es de fácil acceso para varias personas a la vez. Para esto se requieren una serie de permisos sobre la red y la estación en la que se está trabajando	La velocidad de la navegación depende del internet que con el que cuenta la máquina física y las configuraciones realizadas para el uso de la red de la misma.	La recuperación frente a desastres tardará muchos más tiempo debido a que cada organización deberá tener un plan de recuperación ante desastres y se hará de forma manual, montando uno a uno cada uno de los servicios perdidos	Los recursos de las máquinas están sujetos a como se hayan implementado desde el inicio, es decir, los recursos asignados son con los que trabajará, y el aumento de estos es limitado	Si se presenta una falla es necesario reemplazar el servidor para recuperar el servicio

Tabla 2 Comparación máquinas Virtuales VS máquinas Cloud.

Fuente: Elaboración propia

Para cumplir nuestro objetivo de análisis de rendimiento de las plataformas tomamos 3 aplicaciones web que permiten realizar este análisis:

1. El servicio de monitoreo que trae por defecto el portal de AZURE:

Azure cuenta con un portal de monitoreo de aplicaciones y recursos de Azure las cuales poseen grandes capacidades de diagnóstico que permiten monitorear mejor las máquinas virtuales con poca configuración. El monitoreo por medio de la plataforma permite la activación de alarmas cuando se cumplan ciertos umbrales o

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

condiciones establecidas, esto nos ayuda en el diagnóstico de posibles problemas y causa raíz de eventos. La herramienta de monitoreo de Azure permite visualizar en tiempo real el % de utilización de recursos, el rendimiento del servicio, el estado operativo y diagnóstico de aplicaciones.

Por medio de esta herramienta validamos el consumo de recursos de las plataformas en diferentes espacios de tiempo, arrojando consumo de CPU, Memoria y Disco. (Wren, 2018), (Mouss, 2014)

2. *La plataforma WEBMIN recomendada para servidores LINUX*

Webmin es un panel de control con interfaz web que permite realizar la administración de servidores, este funciona para sistema operativos en Unix, tales como Linux, BSD, Solaris o HP/UX, entre otros. Webmin también puede instalarse en servidores Windows, pero con funcionalidad limitada. Es accesible a través de la web lo que indica que se puede hacer gestión de los servidores desde cualquier parte. Webmin cuenta con varios módulos de administración, para nuestro caso se utilizó el moduló "torque-webmin 0.4.2" que es el que permite monitorizar y controlar el consumo de recursos dentro de un servidor, esto se hace en tiempo real. Por medio de esta herramienta validamos el consumo de recursos de las plataformas en diferentes espacios de tiempo, arrojando consumo de CPU, Memoria y Disco. (Luaces, 2018)

3. *Newrelic que es utilizada para realizar diferentes análisis, browser, synthetics e infraestructura.*

Es una herramienta que permite hacer monitoreo de forma precisa tanto de ambientes On-premise, cloud o híbrido. En nuestro caso usamos la opción de monitoreo de infraestructura por medio del cual se puede hacer un seguimiento al estado de los servidores y host, a medida que vayan cambiando nuestras

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

aplicaciones e infraestructura se va haciendo paulatinamente un seguimiento del estado de configuración de inventario y se correlacionan esos cambios con impactos en el rendimiento de servidores y aplicaciones, NewRelic permite generar alerta al igual que Azure de acuerdo a umbrales establecidos.

Por medio de esta herramienta validamos el consumo de recursos de las plataformas en diferentes espacios de tiempo, arrojando consumo de CPU, Memoria y Disco. (Newrelic)

Cada una de estas plataformas nos permite realizar un análisis en tiempo real de los recursos consumidos por cada una de las plataformas LMS y así determinar qué tipo de plataforma presenta mejor rendimiento a la hora de un acceso masivo a un MOOC.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

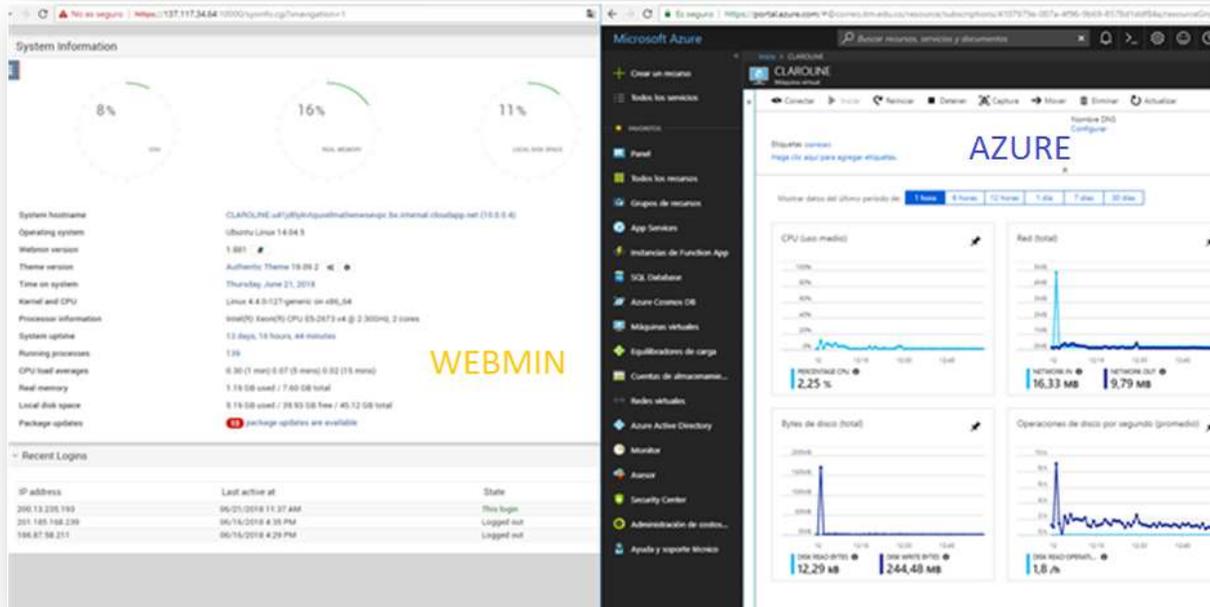
En este capítulo se exponen los resultados obtenidos para este trabajo de grado. Este constara del proceso de investigación, implementación y pruebas realizadas a las diferentes plataformas escogidas con anterioridad y teniendo en cuenta que eran unas de las más utilizadas en el mercado.

Para realizar las pruebas de rendimiento para las 2 *Open Source* utilizamos 3 herramientas de prueba New Relic, Web Min y Microsoft AZURE, y para las 2 s tenemos Jmeter y Site24/7

4.1 Pruebas a plataforma CLAROLINE *Open Source*

Para la plataforma Claroline les solicitamos a 22 estudiantes que ingresaran y realizaran diferentes actividades del Curso de Inglés B2 que nosotros configuramos para estas pruebas. En los datos presentados en la gráfica 1 se muestra el aumento en el consumo de recursos al iniciar los estudiantes a ingresar o registrarse en la página.

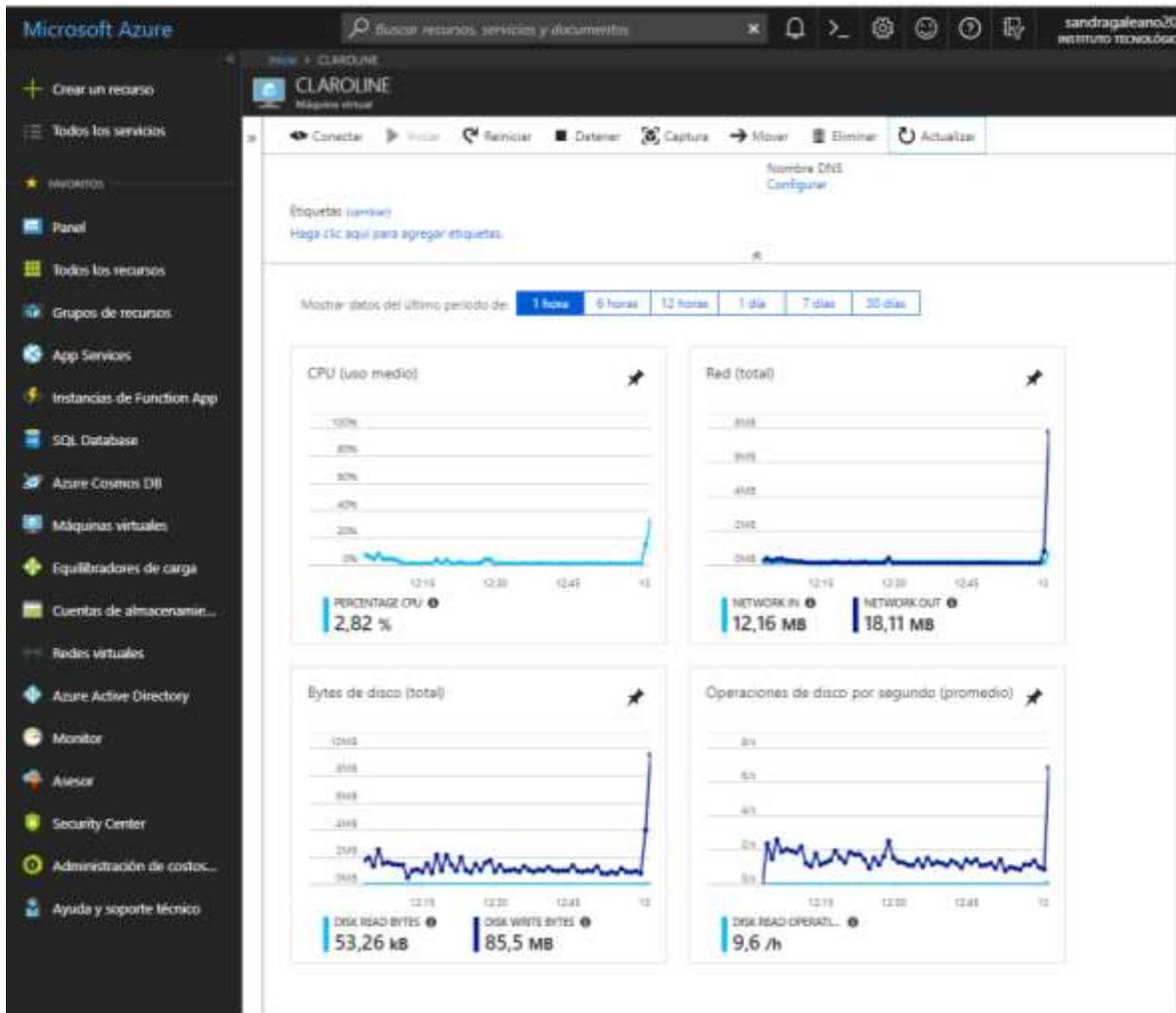
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Gráfica 1 Muestra de resultados de Web Min y Microsoft AZURE primer ingreso
Fuente: Captura tomada de los resultados de las pruebas realizadas a las Plataformas Web Min Y Microsoft AZURE

Para la gráfica 2 y 3 observamos la variación y aumento en el consumo de los recursos y que para este momento ya habían transcurrido 15 minutos después de la primera interacción con el curso; ellos se encuentran realizando las unidades y descargando los archivos de actividades.

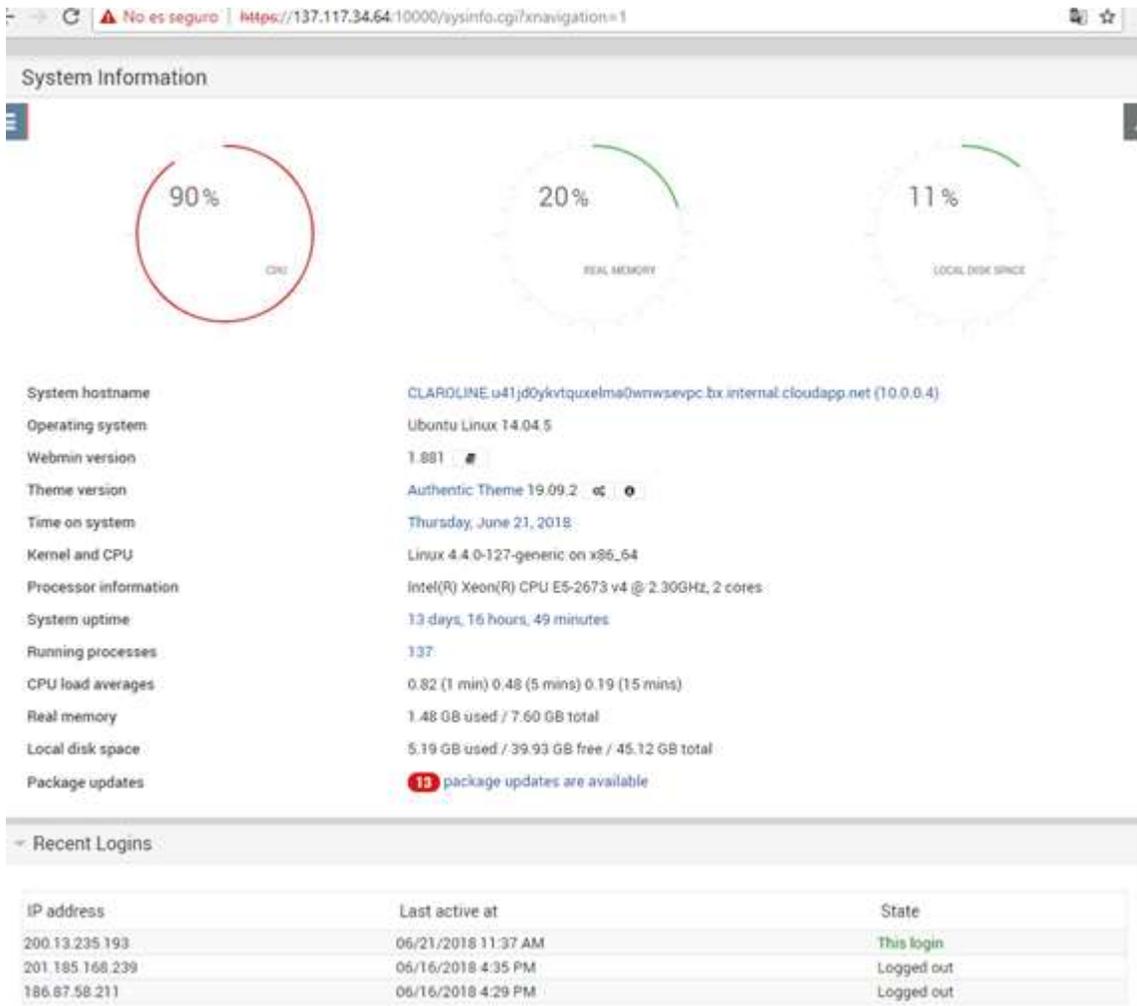
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Gráfica 2 Muestra de resultados de Microsoft AZURE transcurridos 15 minutos.

Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma Microsoft AZURE

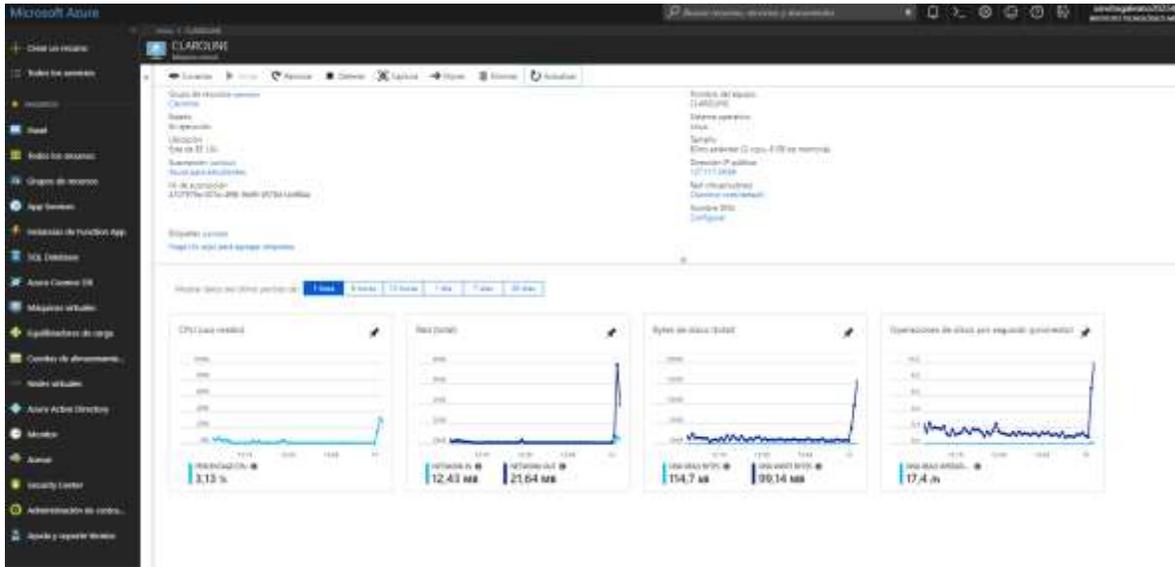
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



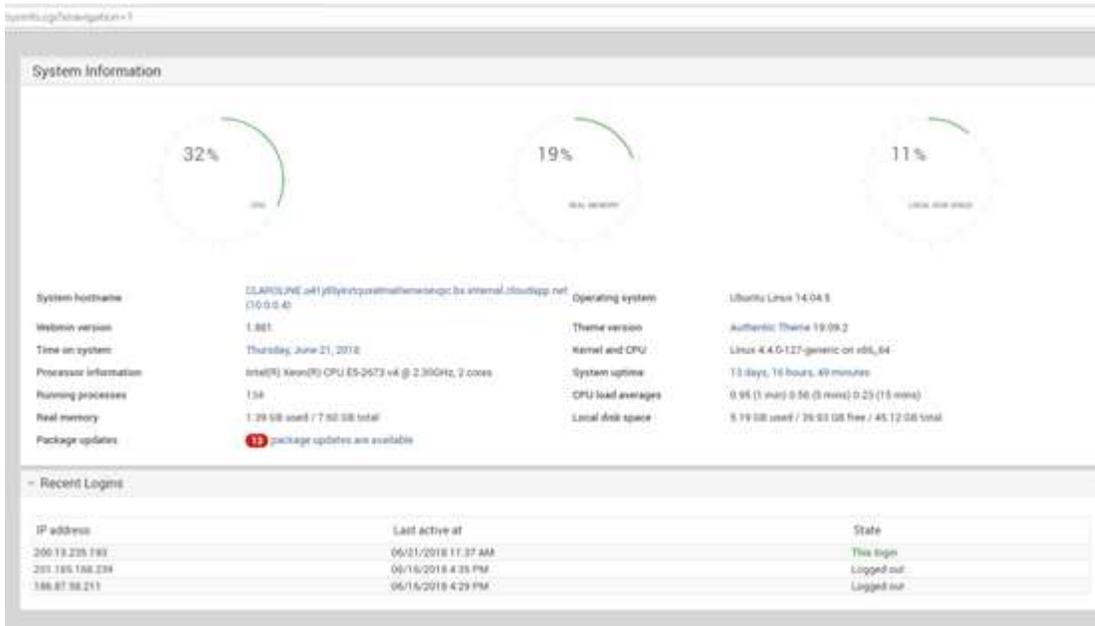
Gráfica 3 Muestra de resultados de WebMin transcurridos 15 minutos.
Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma WebMin

En los resultados siguientes de las gráficas 4, 5 y 6 ya tenemos una variación notable en todos los recursos, para estos datos ya estaban a punto de terminar las actividades de cada una de las unidades del curso.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

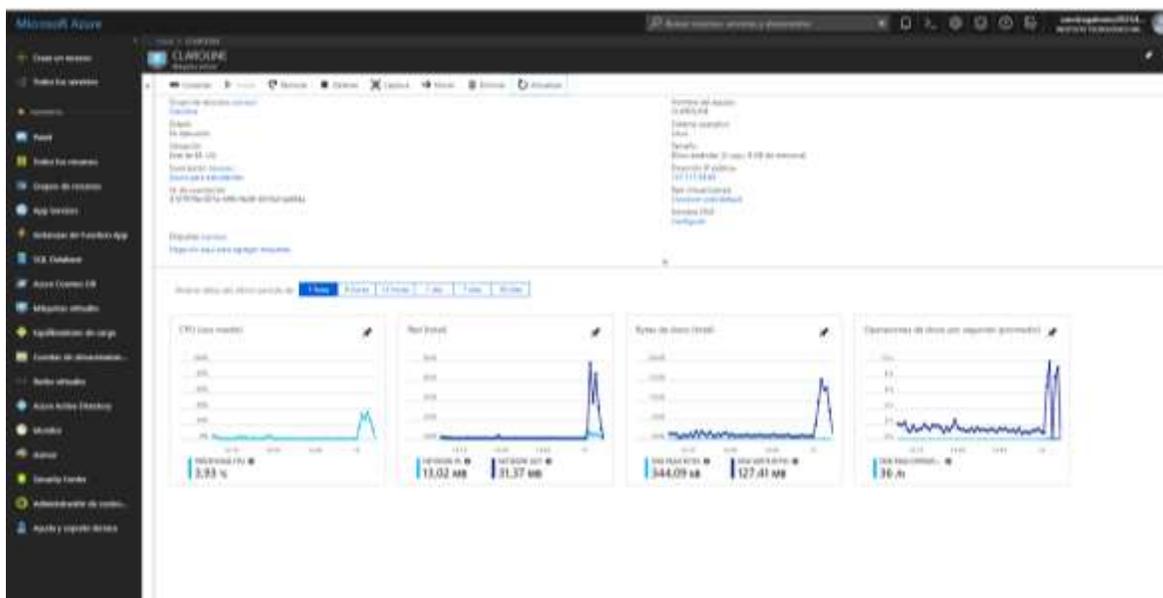


Gráfica 4 Muestra de resultados de Microsoft AZURE transcurridos 30 minutos
Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma Microsoft AZURE



Gráfica 5 Muestra de resultados de WebMin transcurridos 30 minutos.
Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma WebMin

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Gráfica 6 Muestra de resultados finales de Microsoft AZURE.

Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma Microsoft AZURE

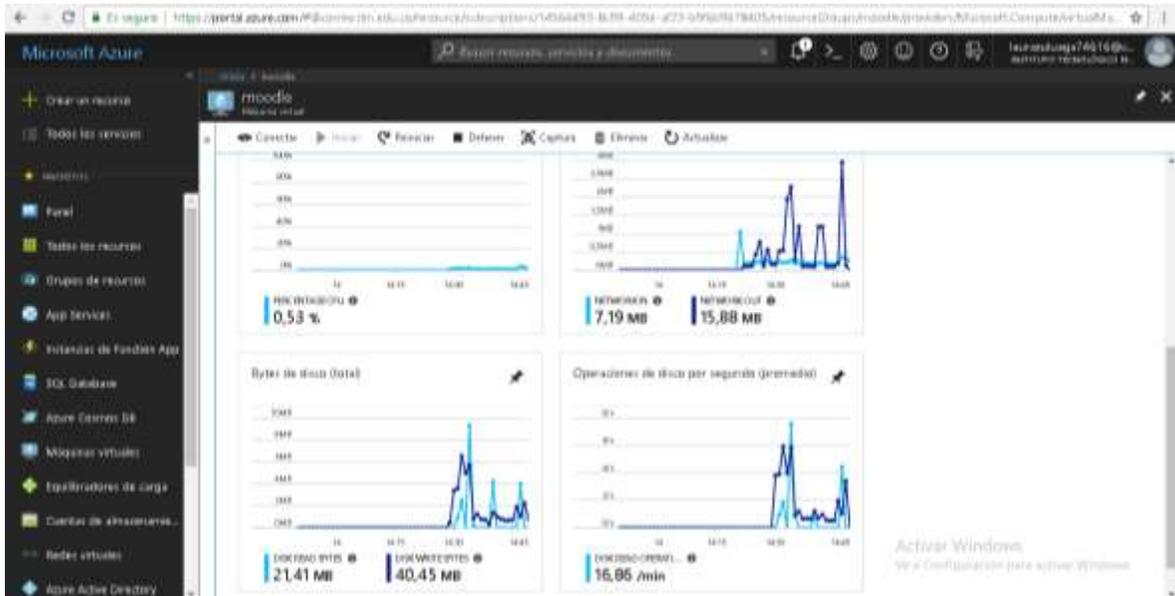
4.2 Pruebas a plataforma MOODLE *Open Source*

Para la plataforma Moodle convocamos a 22 estudiantes que ingresaron y realizaron diferentes actividades del Curso de Inglés B2 que fue configurado para las pruebas, esto con el fin de generar tráfico en la plataforma y poder tomar estadísticas del consumo de recursos. Para las pruebas tenemos 3 plataformas Webmin, Microsoft Azure y New Relic.

A continuación se mostrarán las gráficas que arrojaron las plataformas de prueba para Moodle.

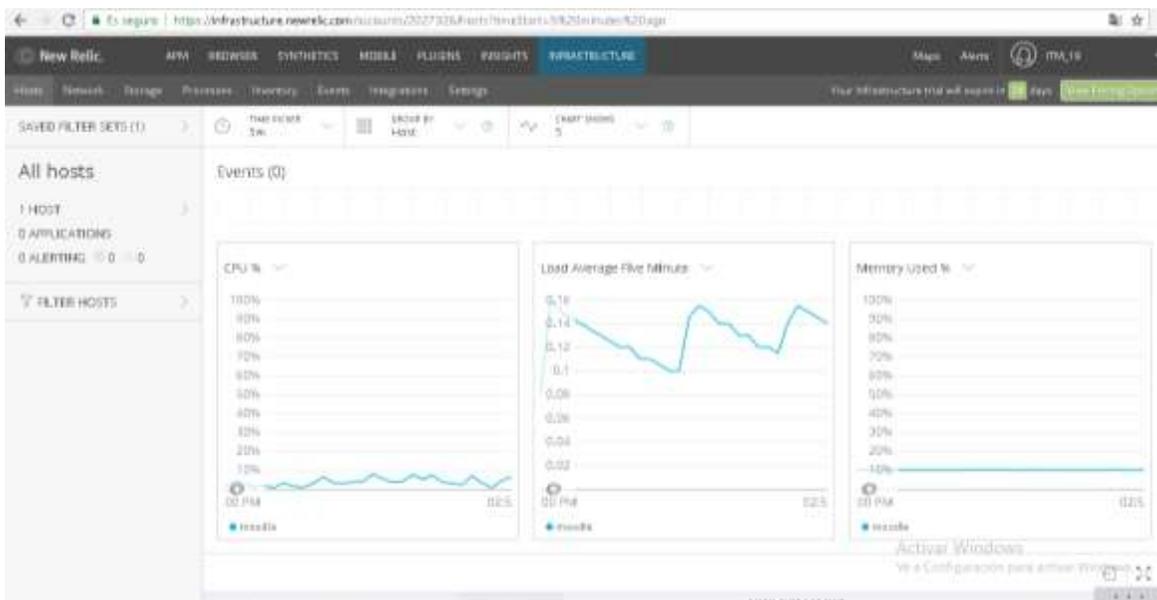
En los resultados de las gráficas 7, 8 y 9 se muestran las variaciones con los primeros estudiantes ingresando a la plataforma de Moodle, todos accedieron con facilidad y comenzaron a realizar las unidades del curso.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Gráfica 7 Muestra de resultados Microsoft AZURE primer ingreso.

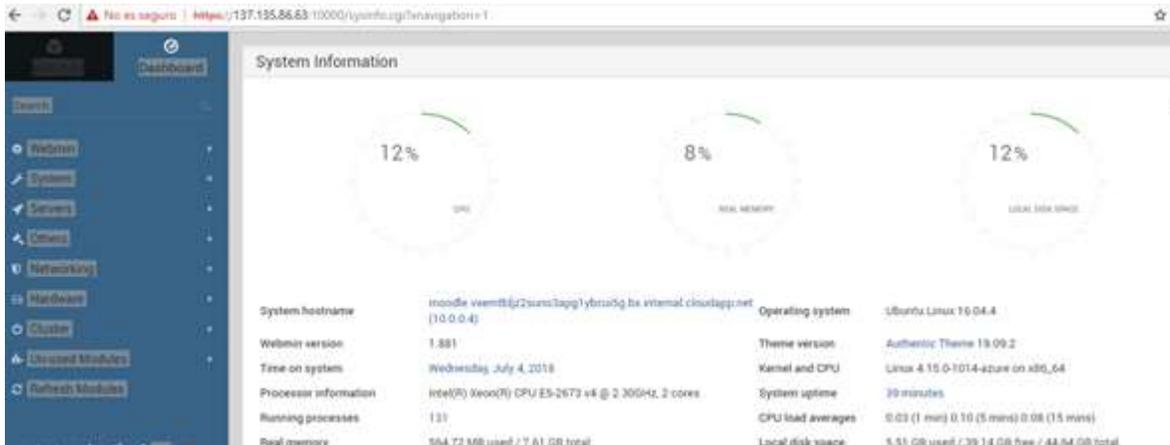
Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma Microsoft AZURE



Gráfica 8 Muestra de resultados New Relic primer ingreso.

Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma New Relic.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

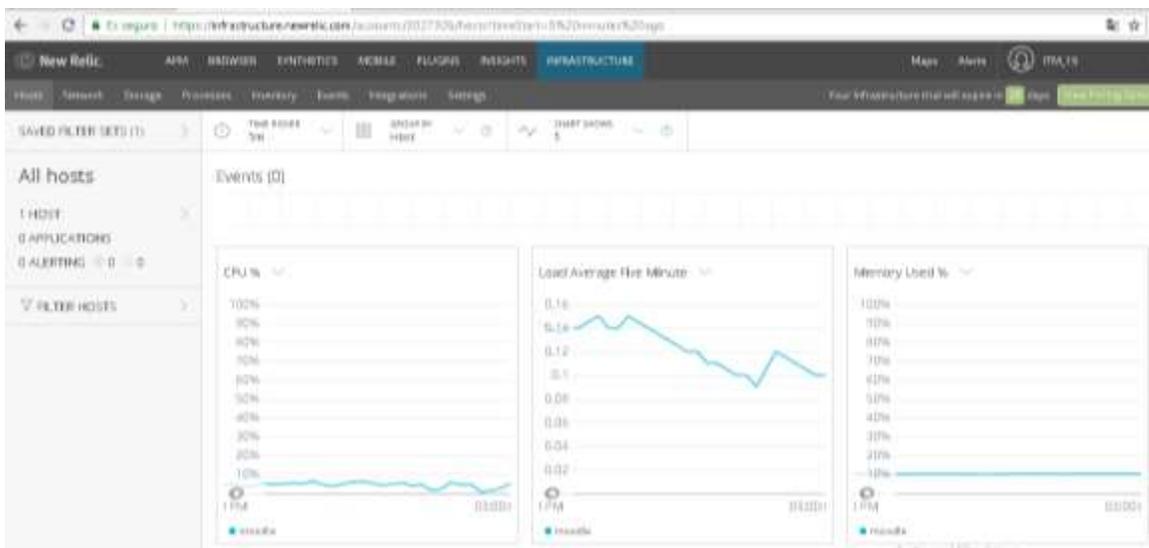


Gráfica 9 Muestra de resultados WebMin primer ingreso.

Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma WebMin.

En los siguientes resultados de las gráficas 10, 11 y 12 nos muestran la variación del consumo transcurridos 10 minutos.

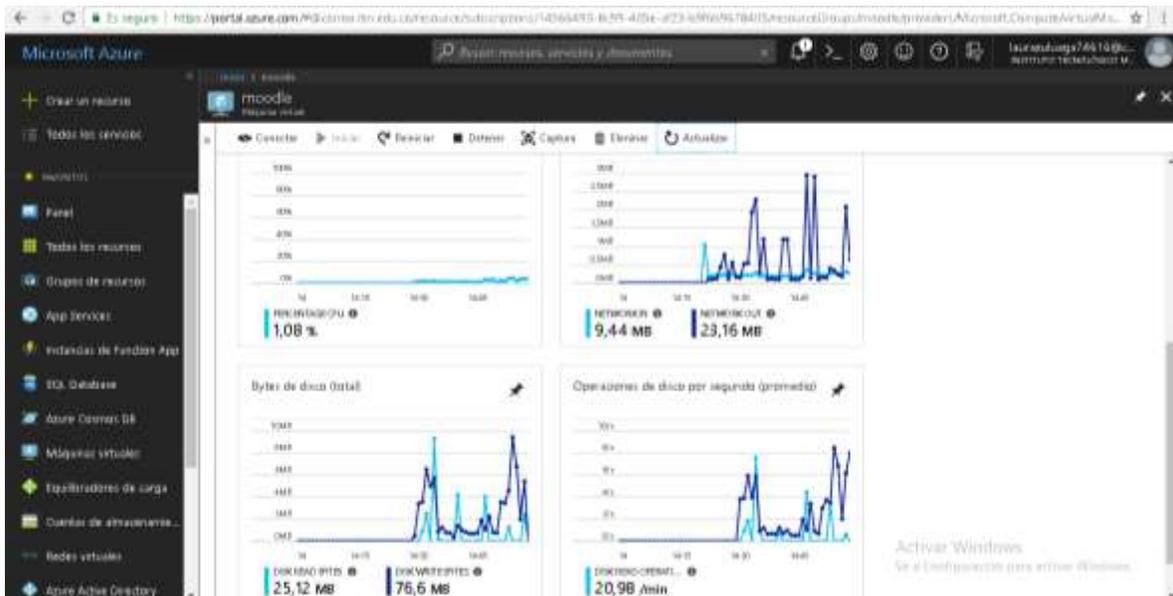
Mediante las diferentes herramienta de monitoreo se evidencian los cambios en las gráficas de consumo (CPU, Memoria y Disco), sin embargo los resultados arrojados están dentro de los parámetros normales de consumo, un consumo anormal estaría por encima del 50%.



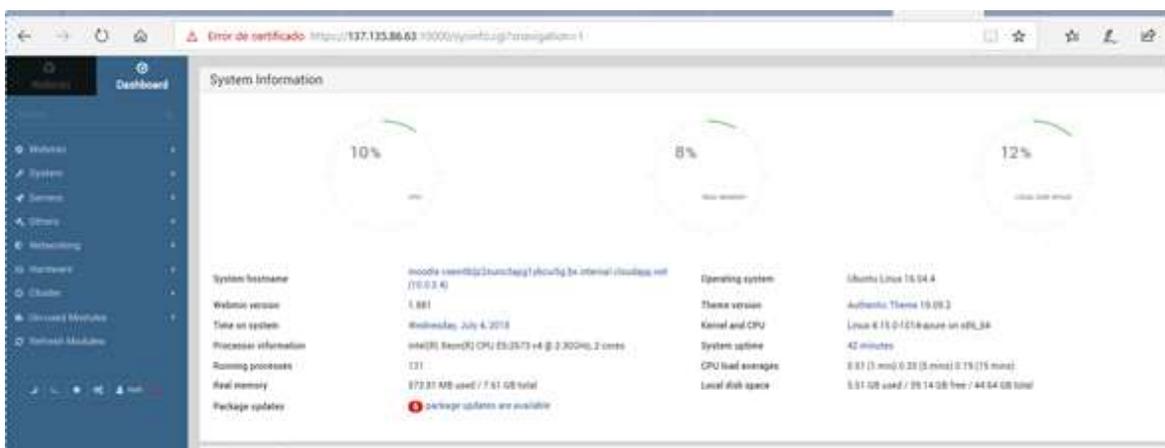
Gráfica 10 Muestra de resultados New Relic transcurridos 10 minutos.

Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma New Relic

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



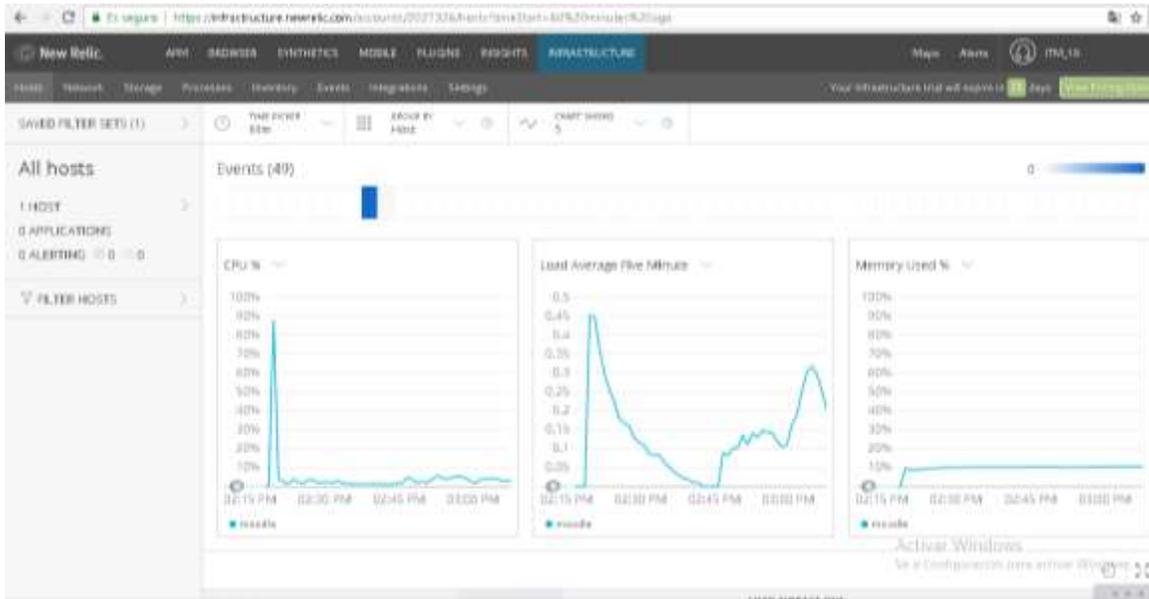
Gráfica 11 Muestra de resultados Microsoft AZURE transcurridos 10 minutos.
Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma Microsoft AZURE



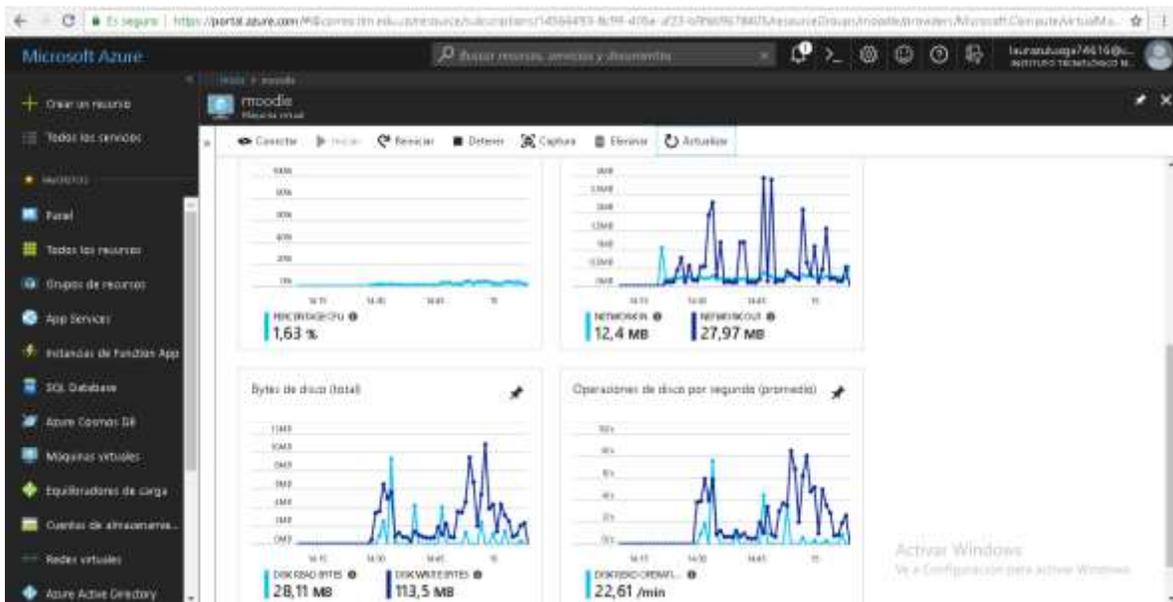
Gráfica 12 Muestra de resultados WebMin transcurridos 10 minutos.
Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma WebMin

En los resultados de las gráficas 13,14 y 15 , se muestra el consumo generado en la plataforma mientras los estudiantes realizaban actividades dentro del curso tales como: abrir temas, descargar archivos, navegar en la plataforma , realizar test entre otras actividades. Se puede observar un leve aumento en los consumos de performance.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

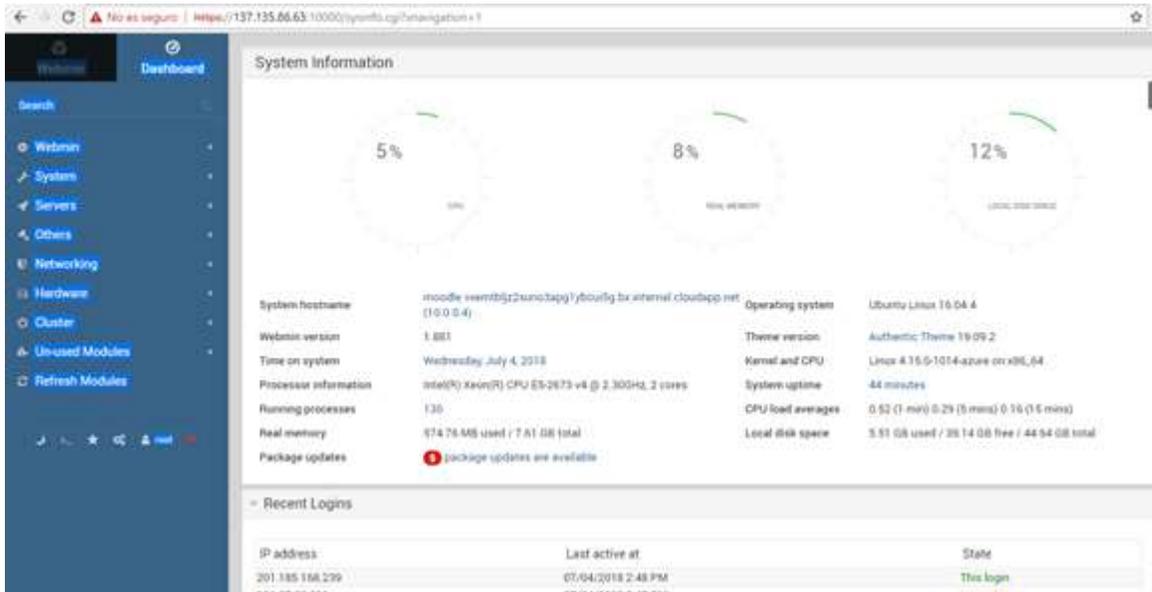


Gráfica 13 Muestra de resultados New Relic transcurridos 20 minutos.
Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma New Relic



Gráfica 14 Muestra de resultados Microsoft AZURE transcurridos 20 minutos.
Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma Microsoft AZURE

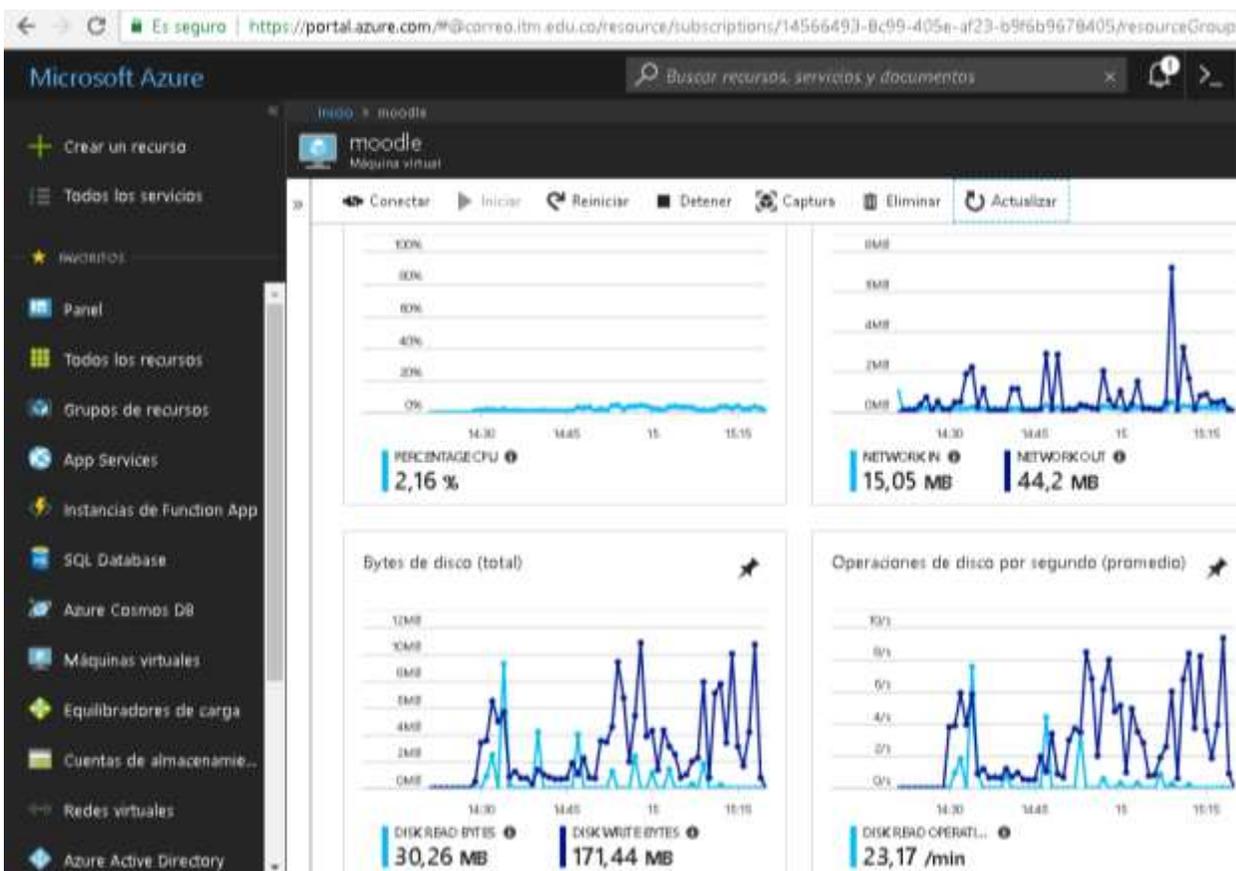
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Gráfica 15 Muestra de resultados WebMin transcurridos 20 minutos.

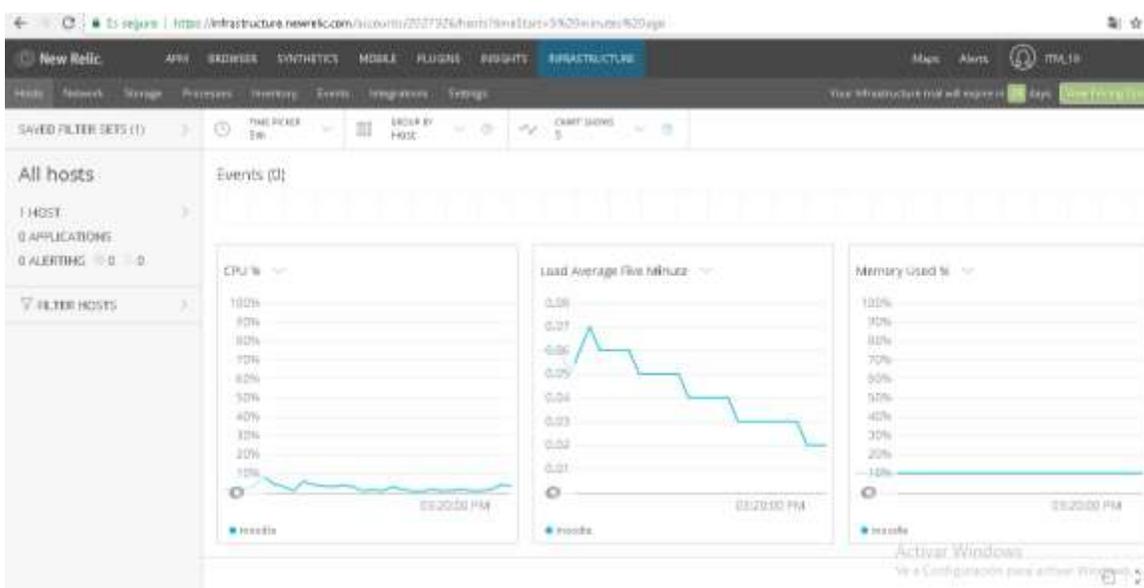
Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma WebMin

Para estas últimas gráficas damos por finalizada la prueba de rendimiento de la plataforma Moodle. Durante estas pruebas pudimos observar que al trabajar de forma concurrente dentro de la plataforma se evidencia el aumento en los consumos de recursos de los servidores, sin embargo la variación al ser tan leve no genera ninguna afectación en el rendimiento de la plataforma, es de tener en cuenta que a mayor número de estudiantes mayor será el consumo.



Gráfica 16 Muestra de resultados finales Microsoft AZURE.

Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma Microsoft AZURE



	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Gráfica 17 Muestra de resultados finales New Relic.

Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma New Relic.



Gráfica 18 Muestra de resultados finales WebMin.

Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma WebMin.

4.3 Resultados obtenidos en las pruebas realizadas a las plataformas Open Source.

Resultados CLAROLINE				
	Recursos	1 tiempo %	2 tiempo %	3 tiempo %
Azure	Uso de CPU	2,82	3,13	3,93
	Consumo de disco	53,26	114,7	344,09
		85,5	99,14	127,41
	Memoria RAM	9,6	17,4	36

Tabla 3 Resultados arrojados para cada tiempo de prueba Herramienta Azure – Claroline

Fuente: Elaboración propia

Resultados CLAROLINE				
	Recursos	1 tiempo %	2 tiempo %	3 tiempo %
WebMin	Uso de CPU	8	90	32
	Memoria RAM	16	20	19
	Consumo de disco	11	11	11

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 4 Resultados arrojados para cada tiempo de prueba Herramienta Webmin – Claroline

Fuente: Elaboración propia

El las tablas anteriores de datos de consumos que arrojaron las diferentes herramientas de monitoreo (Azure y webmin) de la plataforma LMS Claroline se puede observar como varia el consumo de recursos en los diferentes tiempos, sin embargo la plataforma de Azure brinda un mayor detalle de las operaciones que se realizan sobre el disco tanto de lectura como escritura.

El consumo de CPU y memoria tiende a ser más bajo en Azure debido a la infraestructura IAAS (Infrastructure as a Service) que soporta este tipo de nube ya que es mucho más robusta y está diseñada para un servicio con alta disponibilidad.

Resultados MOODLE				
Azure	Recursos	1 tiempo %	2 tiempo %	3 tiempo %
	Uso de CPU	1,08	1,6	2,16
	Consumo de disco	25,12	28,11	30,26
		76,6	113,5	171,44
Memoria RAM	20,98	22,61	23,17	

Tabla 5 Resultados arrojados para cada tiempo de prueba Herramienta Azure –Moodle

Fuente: Elaboración propia

Resultados MOODLE				
WebMin		1 tiempo %	2 tiempo %	3 tiempo %
	Uso de CPU	12	10	5
	Memoria RAM	8	8	8
	Consumo de disco	12	12	12

Tabla 6 Resultados arrojados para cada tiempo de prueba Herramienta Webmin –Moodle

Fuente: Elaboración propia

El las tablas anteriores de datos de consumos que arrojaron las diferentes herramientas de monitoreo (Azure y webmin) de la plataforma LMS Moodle se puede observar que el recurso con menos consumo es la CPU a pesar de tener 22 usuarios trabajando de forma concurrente sobre la plataforma.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

La plataforma de Moodle al igual que Claroline también presenta altos consumos debido a la misma razón indicada anteriormente.

4. 4 Análisis de plataformas comerciales

Durante el desarrollo de nuestro proyecto, se generaron varias dificultades a la hora de implementar las plataformas comerciales, encontramos que para realizar pruebas funcionales los proveedores de las plataformas que escogimos solo nos entregan DEMOS que puede ser utilizados vía Web, es decir, no se permite la instalación de los productos de forma cliente servidor, por lo cual, tuvimos que explorar dichas plataformas con los software de prueba, evitando así que pudiéramos realizar un análisis de los rendimientos físicos y solo tuviéramos un análisis a nivel de rendimiento del servicio, arrojando solo:

- Tiempos de respuesta
- Estado de la plataforma
- Tiempos de Conexión

4.5 Pruebas a plataforma Blackboard Comercial

Para la plataforma Blackboard tuvimos que simular a los 22 estudiantes, ya que con los Demos (Software de prueba) no podíamos interactuar cliente/servidor; por lo cual escogimos dos plataformas de prueba (Jmeter y Site24/7) que nos permitieran simular el ingreso al Curso de Inglés B2, y nos arrojaran resultados que pudiéramos medir.

La primera prueba se realizó con la Herramienta Site24/7, la cual muestra en la siguiente gráfica el nivel funcional de la página web, nos detalla tiempos de respuesta, tiempos de conexión, estado de los procesos y tiempo que lleva sin reportar errores. De igual forma nos da detalles la resolución de nombre por DNS.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Gráfica 19 Muestra de monitoreo a plataforma Blackboard a través de la Herramienta Site24/7.

Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma Site24/7

En la gráfica 20 podemos observar el promedio de velocidad a la que trabaja nuestra plataforma, esto nos permite tener una percepción de la experiencia de usuario al momento de ingresar a la plataforma y trabajar sobre ella y conocer así si se encuentra a gusto.



Gráfica 20 Muestra de promedio de velocidad a plataforma Blackboard a través de la Herramienta Site24/7.

Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma Site24/7

Para a segunda herramienta Jmeter nos permitió hacer una prueba de estrés a la plataforma a través de la simulación de acceso de usuarios.

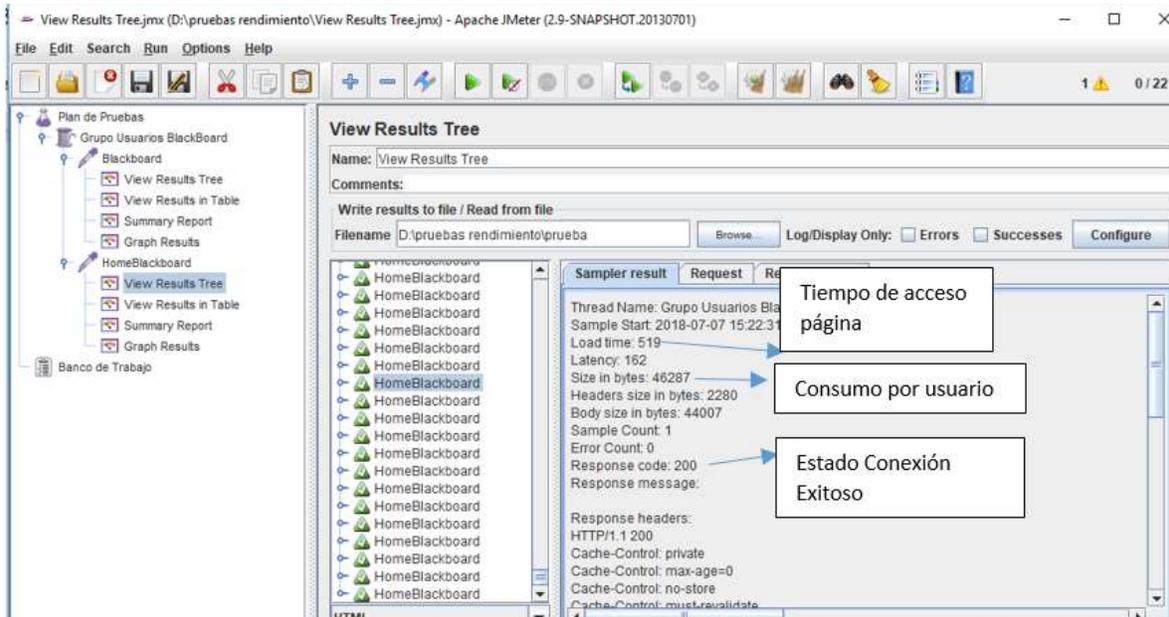
En la Tabla 7 podremos observar los tiempos de respuesta con el acceso concurrente de 22 usuarios, el promedio de conexiones en 1 minutos es de 2275 MS, con un margen de error de 1,55 que obedece al tiempo del sitio.

Summary Report											
Name: Summary Report											
Comments:											
Write results to file / Read from file											
Filename		Browse...		Log/Display Only:		Errors		Successes		Configure	
Label	# Samples	Average	Min	Max	Std. Dev.	Error %	Throughput	KB/sec	Avg. Bytes		
HomeBlack...	1418	2275	0	4953	1437,44	1,55%	7,9/min	5,85	45600,6		
TOTAL	1418	2275	0	4953	1437,44	1,55%	7,9/min	5,85	45600,6		

Tabla 7 Tiempos de respuesta Herramienta Jmeter.

Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma Jmeter.

Jmeter nos permite observar los tiempos que tarda la plataforma Blackboard en cargar usuarios y consumos por cada uno, al igual que la respuesta de conexión del sitio, es decir si está arriba o abajo.



Gráfica 21 Tiempo de carga Herramienta Jmeter.

Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma Jmeter

La siguiente tabla de datos muestra la información para varios usuarios con los cuales se realizó la prueba de estrés a la plataforma Blackboard.

Sample #	Start Time	Thread Name	Label	Sample Time(ms)	Status	Bytes	Latency
26	12:24:52.461	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	825	Success	46313	218
27	12:24:52.692	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	1006	Success	46321	377
28	12:24:53.636	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	760	Success	46288	240
29	12:24:54.096	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	563	Success	46287	217
30	12:24:53.977	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	969	Success	46287	177
31	12:24:53.279	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	1779	Success	46313	1202
32	12:24:54.845	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	822	Success	46313	213
33	12:24:54.949	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	718	Success	46313	232
34	12:24:55.366	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	668	Success	46313	173
35	12:24:55.677	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	1100	Success	46321	483
36	12:24:56.924	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	616	Success	46287	215
37	12:24:56.806	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	2062	Success	46305	208
38	12:24:58.124	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	931	Success	46287	563
39	12:24:57.256	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	1802	Success	46287	1526
40	12:24:58.155	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	1041	Success	46287	586
41	12:24:58.871	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	986	Success	46313	172
42	12:24:59.126	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	1003	Success	46287	403
43	12:25:00.048	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	1352	Success	46287	291
44	12:25:00.085	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	1407	Success	46287	347
45	12:44:20.640	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	512	Success	46287	148
46	12:44:20.689	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	502	Success	46287	152
47	12:44:21.148	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	591	Success	46287	147
48	12:44:21.693	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	434	Success	46287	155
49	12:44:22.147	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	527	Success	46287	163
50	12:44:22.520	Grupo Usuarios Bla	HomeBlackboard	524	Success	46287	158

Summary statistics at the bottom of the table:

- No of Samples: 1418
- Latest Sample: 459
- Average: 2275
- Deviation: 1437

Tabla 8 Información de usuarios Herramienta Jmeter.

Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma Jmeter

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.6 Pruebas a plataforma Docebo Comercial

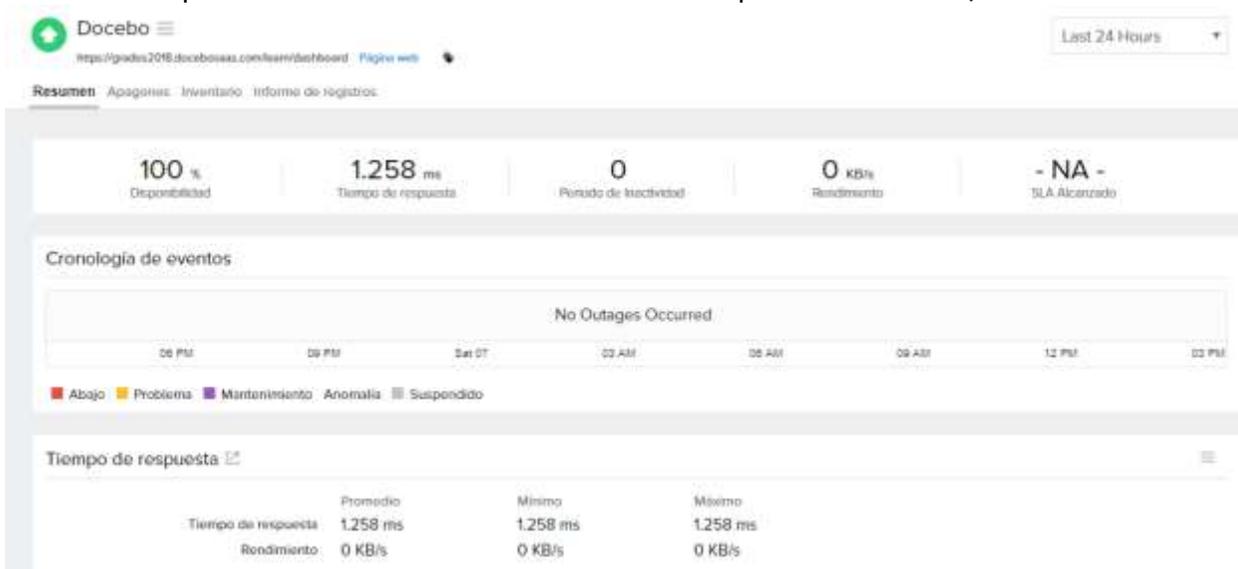
Para la plataforma Docebo realizamos una simulación del ingreso de los 22 estudiantes al Curso de Inglés B2. Escogimos dos plataformas de prueba Jmeter y Site24/7.

Para las primeras pruebas utilizamos la herramienta Site24/7 la cual nos arrojó los siguientes resultados.



Gráfica 22 Tiempos de respuesta plataforma Docebo Herramienta site24/7

Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma Site24/7.



Gráfica 23 Tiempo de respuesta Herramienta Site24/7.

Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma Site24/7.

Asignar una fecha	7 jul. 2018	Filtrar por "Ubicación" o "Disponibilidad"	Descargar CSV
-------------------	-------------	--	---------------

Tiempo de recogida	Lugar	Disponibilidad	Código de estado HTTP	Tiempo de respuesta de DNS (ms)	Tiempo de conexión (ms)	Tiempo de respuesta(ms)	Longitud de contenido (B)	Motivo
7 jul. 2018 15:57:30	Sao Paulo - BR	✓	200	0	227	1.178	0	-
7 jul. 2018 15:52:00	Rio de Janeiro - BR	✓	200	234	217	1.364	0	-
7 jul. 2018 15:52:00	Sao Paulo - BR	✓	200	99	229	1.258	0	-

Gráfica 24 Herramienta Site24/7.

Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma Site24/7.



Gráfica 25 Resultados de prueba transcurridos 7 minutos herramienta Site24/7.

Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma Site24/7.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Sample #	Start Time	Thread Name	Label	Sample Time(ms)	Status	Bytes	Latency
1	16:10:50.118	Docebo 1-1	Home Page	2583		17223	476
2	16:10:52.841	Docebo 1-2	Home Page	1971		17223	353
3	16:10:55.576	Docebo 1-3	Home Page	2028		17223	337
4	16:10:58.302	Docebo 1-4	Home Page	2118		17223	404
5	16:11:01.031	Docebo 1-5	Home Page	2047		17223	339
6	16:11:03.757	Docebo 1-6	Home Page	2006		17223	342
7	16:11:06.485	Docebo 1-7	Home Page	2057		17223	381
8	16:11:09.210	Docebo 1-8	Home Page	1956		17230	342
9	16:11:11.939	Docebo 1-9	Home Page	1965		17223	341
10	16:11:14.666	Docebo 1-10	Home Page	1973		17223	336
11	16:11:17.393	Docebo 1-11	Home Page	1934		17223	344
12	16:11:20.122	Docebo 1-12	Home Page	2053		17230	340
13	16:11:22.848	Docebo 1-13	Home Page	1963		17222	344
14	16:11:25.577	Docebo 1-14	Home Page	1934		17223	339
15	16:11:28.305	Docebo 1-15	Home Page	1929		17223	339
16	16:11:31.031	Docebo 1-16	Home Page	2002		17230	380
17	16:11:33.759	Docebo 1-17	Home Page	2001		17222	349
18	16:11:36.486	Docebo 1-18	Home Page	1953		17223	340
19	16:11:39.213	Docebo 1-19	Home Page	1935		17230	340
20	16:11:41.941	Docebo 1-20	Home Page	2030		17230	348
21	16:11:44.665	Docebo 1-21	Home Page	1987		17223	366
22	16:11:47.393	Docebo 1-22	Home Page	2469		17223	332

Tabla 10 Muestra de accesos para 22 usuarios Herramienta Jmeter

Fuente: Captura tomada del resultado obtenido en la plataforma Jmeter

4.7 Análisis a plataformas comerciales

De acuerdo a nuestra investigación y proceso experimental con plataformas LMS Comerciales y *Open Source*, encontramos varios inconvenientes con la implementación y pruebas de las plataformas comerciales elegidas, ya que por su costo es difícil acceder a una licencia que permita hacer todas las pruebas, como si las realizamos a las plataformas *Open Source*.

El estudio "*Evaluación de Plataformas y experimentación en Moodle de objetos didácticos (nivel A1/A2) para el aprendizaje E/LE en e-learning*" a través de un análisis experimental apoya la noción que las plataformas *Open Source* son más accesibles a la hora de hacer pruebas experimentales y por esto son las más usadas en organizaciones tipo Universidad, a diferencia de las plataformas Comerciales que son de código cerrado y no permiten la una experimentación plena. Las plataformas comerciales son desarrolladas por empresas para que generen ingresos vendiendo sus productos y servicios y estos tienen costos muy altos, por esto se hace difícil realizar procesos de investigación con estas. (Monti & San vicente, 2006)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Algunos estudios comparativos entre plataformas comerciales y *Open Source* fueron exitoso debido a que realizaron la compra de la licencia de la plataforma comercial y ya con esto pudieron realizar un estudio más completo entre ambos tipos de plataformas como nos muestra el artículo "*Evaluación De Plataformas Tecnológicas Para La Teleformación O E-Learning Para El Ámbito Universitario, Tomando Como Caso De Estudio E-Educativa*". (Garces Agudelo & Rivera Enriquez, 2010)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

Se realiza la evaluación experimental de las cuatro plataformas escogidas, siendo para las Open Source, Moodle y Claroline; y para las dos comerciales, Blackboard y Docedo. Estas fueron analizadas con herramientas de prueba que arrojaron los resultados ya antes mencionados.

- Las dos *Open Source* fueron montadas y configuradas dentro de la Herramienta Microsoft AZURE, con este tipo de infraestructura en la nube se garantiza un mejor rendimiento de la plataforma, ya que los servidores físicos son administrados directamente por ingenieros Microsoft dejándonos como única función la administración del servicio de la plataforma.

Al realizar el análisis de rendimiento de las plataformas en un ambiente productivo con ingresos concurrentes de 22 usuarios, se puede observar que ambas funcionan de forma rápida y, aunque se observan algunas variaciones en los consumos de los recursos, esto no se toma como una diferencia altamente significativa, ya que la variación no es muy alta.

Se puede observar gráficamente que la plataforma de Claroline se sube un poco más en todos los recursos (CPU, Red, Memoria y Disco).

- Las dos plataformas Comerciales fueron montadas con los demos proporcionados por los fabricantes. Estos son trabajados de forma WEB, ya que nos permiten realizar una instalación física como las plataformas *Open Source* reduciendo así la posibilidad de realizar pruebas de rendimiento a recursos físicos.

Para estas plataformas realizamos unas pruebas de servicio con las herramientas Site24/7 y Jmeter, las cuales permiten medir conexión a la plataforma, tiempos de

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

respuesta ante peticiones de usuarios y consumo de red. Observando los resultados obtenidos ambas plataformas tienen consumos similares sin una variación notable.

- Según la evaluación realizada se recomienda tener en cuenta los siguientes requisitos para instalar una plataforma LMS y así obtener un rendimiento óptimo que soporte el acceso de gran cantidad de usuarios de forma concurrente, teniendo en cuenta que el rendimiento de cualquier plataforma de aprendizaje masivo depende en gran medida de su implementación

Portal Azure							
	Usuarios concurrentes	Tiempo	CPU	MEMORIA	Disco	SISTEMA OPERATIVO	Software
Características servidor de prueba	0	0	2 CORE	16GB	30 SSD	Linux	<ul style="list-style-type: none"> • Servidor Apache • PHP 7.0 • Base de datos MySQL (5.5.31) y PostgreSQL (9.1)
Mínimo consumo	22	Ingreso	0,53%	10%	0%		
Máximo consumo	22	20 minutos	5%	8%	12%		

Tabla 11 Características de un servidor que soporta una plataforma LMS

Fuente: Elaboración propia

- Realizando un análisis general de las cuatro plataformas podemos concluir que la plataforma más óptima para realizar cursos LMS MOOC a nivel empresarial o educativo es Moodle, por ser la plataforma más amigable con los usuarios finales, la más eficaz y con el mejor rendimiento a la hora de ofrecer un curso masivo online. La plataforma Moodle está diseñada para universidades y empresas que tienen como meta formar a sus estudiantes o empleados en diferentes cursos de interés; a su vez toman esta plataforma para fidelizar a sus usuarios de nuevos productos generando para ellos guías, manuales y otras herramientas que pueden ayudar al manejo de productos y servicios de cada empresa.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Moodle al ser plataforma Open Source es apetecida por las empresas y universidades, ya que esta modalidad permite un desarrollo libre de cada entorno, personalizando así hasta el más mínimo detalle para terminar adaptándose a las necesidades particulares de los usuarios. Está diseñada para soportar comunidades de aprendizaje pequeñas y grandes; ofrece un sistema de administración de cursos en línea, y un fácil manejo tanto para los desarrolladores como para los usuarios finales. Es la más utilizada en el medio de la formación virtual, y por mucho tiempo se ha mantenido en instituciones y organizaciones como: ITM, Universidad Nacional, UNAD, SURA, Arus entre otras.

Esta conclusión fue tomada después de comparar los valores obtenidos de las pruebas.

Plataformas	RESULTADOS DE PRUEBAS REALIZADAS					
	Uso de CPU		Real Memory		Consumo en disco	
	Web Min	Azure	Web Min	Azure	Web Min	Azure (Lectura/escritura)
MOODLE	9%	1,07%	8%	20,15%	12%	101,73%
CLAROLINE	43%	2,73%	18%	9,60%	11%	203,12%

Tabla 12 Resultados obtenidos de pruebas realizadas a plataformas Open Source

Fuente: Elaboración propia

Partiendo del laboratorio de implementación realizado previamente a este análisis, podemos observar como ambas plataformas poseen físicamente casi las mismas características a nivel de requisitos de hardware como de software, sin embargo, en la tabla anterior, se puede observar la diferencia que existe a nivel de consumo de recursos.

En esta conclusión sugerimos la implementación de Moodle tanto para mediana como para grandes empresas, ya que, a nivel de infraestructura posee costos de implementación similares a otras, sin embargo a la hora de soporte de acceso de usuarios concurrentes, presenta mayor rendimientos como se puede observar en las gráficas de consumo referenciadas.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

A continuación, se muestran gráficamente los requisitos con los cuales se implementaron las plataformas LMS, sin embargo, es de tener en cuenta que el proveedor solicitaba recursos más bajos

PLATAFORMA LMS	REQUISITOS HARDWARE			REQUISITOS SOFTWARE	REQUISITOS CLIENTE
	PROCESADOR	MEMORIA RAM	DISCOS SSD		
MOODLE	2 CORE	8GB	30GB	Sistema Operativo Linux, Servidor Apache o IIS Servidor Web, PHP 7.0, Base de datos MYSQL(5.5.31), PostgreSQL(9.1)	Navegador: Google Chrome, Mozilla Firefox, Apple Safari
CLAROLINE	2 CORE	16GB	30GB	Sistema Operativo Linux, Servidor Apache o IIS Servidor Web, PHP 7.0 o módulos MySQL, Zlib Y preg, Base de datos MYSQL(5.5.31)	Navegador: Google Chrome, Mozilla Firefox, Apple Safari

Tabla 13 Requisitos para implementar Plataforma LMS

Fuente: Elaboración propia

- Por último, este trabajo puede ser más completo si se obtuvieran las licencias para las plataformas comerciales y estas se pudieran instalar de forma física. Por investigaciones realizadas encontramos que los fabricantes venden la licencia incluyendo la administración del servicio dentro de hosting propios y esto reduce la posibilidad de tener un control sobre la infraestructura de este tipo de plataformas. Al día de hoy Instituciones como el SENA y Uniminuto emplean las plataformas pagando mes a mes bajo un contrato de prestación de servicio.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

Ardila Muñoz, J.Y., Ruiz Cañadulce, E.M. & Castro Molano, I.L. (2015). Estudio comparativo de sistemas de gestión del aprendizaje: Moodle, ATutor, Claroline, Chamilo y Universidad de Boyacá. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5104748>

Belloch, C. (s.f.). Entornos Virtuales de Aprendizaje. Obtenido de <http://www.uv.es/bellohc/pedagogia/EVA3.pdf>

Blackboard. (2017). Blackboard. Obtenido de <http://lac.blackboard.com/>

Cañellas Mayor, A. (s.f.). LMS y LCMS: Funcionalidades y beneficios. Obtenido de <http://www.centrocp.com/lms-y-lcms-funcionalidades-y-beneficios/>

Claroline. (s.f.). Nuestro LMS. Obtenido de <https://www.claroline.net/ES/logiciel.html>.

Congreso Virtual Mundial de e-Learning. (2013). Analizamos 19 plataformas de e-learning. Obtenido de <http://www.cooperacionib.org/191191138-Analizamos-19-plataformas-de-eLearning-primera-investigacion-academica-colaborativa-mundial.pdf>

Fernandez, A. (s.f.). *Las plataformas e-learning para la enseñanza y el aprendizaje universitario en Internet*. Obtenido de http://eprints.ucm.es/10682/1/capituloE_learning.pdf

Garces Agudelo & Rivera Enriquez. (2010). *Evaluación De Plataformas Tecnológicas Para La Teleformación O E-Learning Para El Ámbito Universitario, Tomando Como Caso De Estudio E-Educativa*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/407/1/T-ESPE-021793.pdf>

Luaces, H. (2018). Manual completo de Webmin, Usermin y Virtualmin. Obtenido de: <https://raiolanetworks.es/blog/webmin-usermin-virtualmin/>

Méndez, C. (2013). Diseño e implementación de cursos abiertos masivos en línea (MOOC): expectativas y consideraciones prácticas. Obtenido de <http://www.um.es/ead/red/39/mendez.pdf>

Monti & San vicente. (2006). *Evaluación de plataformas y experimentación en Moodle de objetos didácticos (nivel A1/A2) para el aprendizaje E/LE en e-learning*. Obtenido de

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

https://www.researchgate.net/profile/Sharon_Monti/publication/28126514_Evaluacion_de_plataformas_y_experimentacion_en_Moodle_de_objetos_didacticos_nivel_A1A2_para_el_aprendizaje_ELE_en_e-learning/links/02bfe511a3d20790bc000000.pdf

Moodle. (2016). Foro Social, Moodle. Obtenido de <https://moodle.org/mod/forum/discuss.php?d=328671>

Mouss, K. (2014). Microsoft Azure Virtual Machine Monitoring with Azure Diagnostics Extension. Obtenido de <https://azure.microsoft.com/es-es/blog/windows-azure-virtual-machine-monitoring-with-wad-extension/>

Poy, R. & Gonzales-Aguilar, A. (2014). Factores de éxito de los MOOC: algunas –consideraciones críticas. RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Información, (1), 105-118. Obtenido de http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?pid=S1646-98952014000100009&script=sci_arttext&tlng=en#4

Sánchez, E. & Escribano, J. (2014). Clasificación de medios de evaluación MOOC. Obtenido de <http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/137>

Tsironis, A., Katsanos, C. & Xenos, M. (2016). Comparative usability evaluation of three popular MOOC platforms. Obtenido de <https://ieeexplore-ieee-org.itm.elogim.com:2443/document/7474613/authors#authors>

Wren, B. (2018). Azure Monitor overview. Obtenido de <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/azure-monitor/overview>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES _____

FIRMA ASESOR _____

DESCRIPCIÓN: _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO___ ACEPTADO___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES___

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____