

The Use of Cloud Services Technologies as Tools to Support Teaching-learning Processes and Professional Improvement

Wilberth Molina Pérez
Escuela de Ingeniería en Sistemas de Computación
Universidad Fidélitas
San José, Costa Ricas
wmolina@ufidelitas.ac.cr - <https://orcid.org/0000-0003-3008-5335>

Abstract— Today innovation in leading edge technology hardware and the software that need to be executed by them changes fast and educational bodies in charge of curriculum administration, both in acquiring physical equipment as in the formation future professionals must have is dependent of the policies of the organization in charge of this process.

Therefore, the author began experimenting with the use of cloud-services technology, specifically virtual free-access servers as support tools in the teaching-learning process, this activity has been ongoing for six academic terms and this article reports the technical and academic results obtained during the development of this activity in a web programming course, as well as the improved professional profile of the participants in those courses.

Participant access to virtual equipment allows mobility inside and outside the classroom, throughout the country and even during trips abroad. Also, when the students perform task on an equipment in the cloud there can reinstall as many times as they need without the limitations posed by access to physical equipment.

Finally, since the participants use these solutions in the cloud and every day more companies move their services to the cloud, the experience developed in class matches the needs of the employers, thus improving the resulting professional profile.

Keywords— Computación, Nube, virtualización, simulación, movilidad, aprendizaje

I. INTRODUCTION

El presente artículo muestra la experiencia positiva de incorporar la computación en la nube, concretamente el modelo de infraestructura como servicio, dentro de una materia desarrollada en un salón de clase con computadoras –laboratorio de computadoras-, los efectos en el aprendizaje dentro de los cursos y la mejora del perfil de salida de los participantes.

El estudio muestra cómo el uso intensivo de cómputo puede generar bajas tasas de desempeño en equipos tradicionales y la decisión del autor de proponer una migración a la computación en la Nube utilizando el modelo de la infraestructura como servicio para solventarlo. Se reporta cómo la evidencia recogida a través de seis periodos académicos (dos años) presenta, de

manera fiable, los resultados positivos alcanzados con este cambio tanto a nivel de la mejora del perfil profesional como en el área académica.

Igualmente, la revisión de la literatura da sustento tanto al diseño instruccional de las prácticas desde el punto de vista pedagógico como el abordaje técnico para utilizar la computación en la nube en el desarrollo del curso.

Se explica la forma como se desarrollan los cursos, desde la primera lección, el acompañamiento que se les ofrece a los participantes, las prácticas, el proyecto final y las estrategias de enseñanza-aprendizaje utilizadas, que pretenden generar una adecuada apropiación de la temática por parte de los estudiantes.

La revisión de los resultados y el análisis de estos presenta un panorama positivo sobre la intención inicial del autor, aceptando con esto que si es pertinente el uso de computación en la nube para facilitar procesos de aprendizaje que requieren interacción con equipos y servidores de alto desempeño, los cuales usualmente no tienen un nivel de disponibilidad aceptable en la academia para su uso en los cursos.

El objetivo de este trabajo es entonces, presentar los resultados finales de este estudio y proponer a la comunidad académica su revisión para eventualmente se emule en otras latitudes esta estrategia de enseñanza-aprendizaje que incorpora el uso de la tecnología como la Computación en la Nube y particularmente el modelo de infraestructura como servicio.

El artículo se encuentra dividido en: esta sección introductoria, un apartado de metodología donde se explica el contenido, la sección de desarrollo y la sección de resultados y la discusión de estos.

II. METODOLOGÍA

El investigador genera una propuesta de trabajo docente con equipos definidos en la nube (virtuales) de forma que los estudiantes puedan utilizarlos sin problema siempre y cuando, tengan conexión a Internet. En la primera clase de los cursos el profesor acompaña a los estudiantes en el proceso de crear cuentas gratuitas en plataformas de servicios en la nube siendo

la más utilizada en este curso la plataforma de Google en la nube (Google Cloud Platform), en la figura 1 se pueden observar las herramientas que tienen acceso los estudiantes dentro de Google Cloud, posterior a la creación de los equipos virtuales los estudiantes se conectan a las plataformas y apoyados por el profesor crean servidores específicos con servicios particulares para su uso durante el resto del curso.

Durante la realización de las dinámicas de enseñanza-aprendizaje elaboradas para los cursos se documentan la ejecución en este ambiente virtual detallando las actividades de configuración, utilización remota y respaldo, así como las facilidades desde diferentes dispositivos y sistemas operativos, al finalizar el curso, los estudiantes se realizan una encuesta y una reflexión sobre la experiencia de haber utilizado estas herramientas en el curso de programación web y patrones.

Se implementa el uso de una bitácora de incidencias permite llevar un registro preciso sobre detalles particulares en la ejecución de las prácticas por parte de los estudiantes. El análisis de esta bitácora permite, en un futuro, introducir mejoras ya sea en la configuración de los equipos en la nube o bien modificaciones en las prácticas planteadas para las clases y finalmente valorar el desempeño global del ambiente para el curso.



Fig. 1. Algunas herramientas actuales que componen el set de Google Cloud, (<https://www.dynatrace.com>)

La encuesta aplicada al final del curso a los estudiantes permite recolectar información cuantitativa sobre la percepción de los estudiantes respecto a su aprendizaje y nivel de aplicabilidad real en entornos empresariales. Igualmente, el análisis que se deriva de la información de la encuesta permite valorar elementos de mejora.

Finalmente, la reflexión solicitada a los estudiantes tiene como objetivo obtener una narrativa cualitativa por parte de ellos a fin de conocer su percepción global que permite triangular, junto con los dos instrumentos anteriores la pertinencia de las estrategias introducidas.

III. DESARROLLO

La clase típica de laboratorio en una carrera de Sistemas de Computación se basa en estrategias metodológicas referidas al Aprendizaje por Acción y al Aprendizaje Basado en Proyectos

[1]. Con ello el estudiante desarrolla aprendizajes significativos que propician una mayor apropiación del conocimiento [2].

Se selecciona para el estudio la materia “Programación Web y Patrones” que en la Universidad Fidélitas cumple con los requisitos previos para que se desarrolle bajo el esquema anteriormente indicado, adicionalmente en dicho curso se ha detectado que el desarrollo del proyectos final por sus características de complejidad requiere un poder de cómputo importante y eventualmente se ven limitados por el desempeño de los equipos tradicionales que se encuentran en los laboratorios universitarios [3]. Es claro que una mejora en el desempeño de una solución puede hacer que un profesional sea reconocido en la compañía como un héroe, sin embargo, la mayoría de las veces lograr una mejora en este desempeño no es factible y las cosas no pasan a más siguiendo con el problema raíz –limitaciones de recursos físicos-. Esta problemática es usual en los laboratorios académicos dispuestos para ejecutar tareas generales y no necesariamente optimizados para uso de corte empresarial y de alto desempeño. Por esto se opta por trasladar el poder de cómputo a la nube mediante servidores virtuales bajo el esquema propuesto de infraestructura como servicio.

Según el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) de Estados Unidos, la computación en la nube se puede definir como un modelo para un acceso rápido y adecuado por la red de un conjunto de recursos informáticos compartidos que pueden disponerse con un mínimo esfuerzo administrativo [4].

La Computación en la nube se compone de tres diferentes modelos de servicio, con los cuales una entidad les ofrece a sus clientes algún tipo de facilidad mediante el acceso a sistemas habilitados por medio de Internet. Los modelos de servicio son: el Software como Servicio (SaaS), la Plataforma como Servicio (PaaS) y la Infraestructura como Servicio (IaaS), aunque puede que de ellos se deriven otros más [5]. El uso que se estructura en el curso de Programación Web y Patrones se acerca más al modelo Infraestructura como Servicio.

La Infraestructura como Servicio (IaaS acrónimo del inglés Infrastructure as a Service) provee la capacidad al usuario de procesamiento (CPU), almacenamiento (Discos Duros), red y otros recursos esenciales, con los que el usuario puede crear, ambientes de servidores y software de servicio completos configurados según su necesidad [4].

Una de las facilidades de los servicios en la nube es la velocidad como se realizan sus funciones. Por ello un estudiante puede, en muy corto tiempo, crear un equipo “virtual” y utilizarlo; algo que no es posible realizar con equipos físicos. Una vez creados, los equipos/servicios en la nube se les muestra a los estudiantes, enfatizando la facilidad de utilizar estos equipos. Labor que se puede ejecutar, ya sea en diferentes computadoras en la Universidad en sus casas y hasta en los equipos móviles como celulares y tabletas [5].

La temática del curso bajo estudio requiere que los estudiantes utilicen intensivamente las computadoras del laboratorio ya sea utilizando diferentes sistemas operativos para servidores, bases de datos de corte empresarial y servidores web, así como acceso vía web y otros requerimientos propios de un curso de desarrollo de aplicaciones web de corte empresarial.

Esta necesidad de características provoca que el equipo del laboratorio tenga un desempeño limitado [6].

Según la referencia [7], al trasladar la necesidad de procesamiento de un equipo local a uno remoto (la nube) los participantes experimentan un cambio en la estructura de uso de los equipos y se les amplía aún más las oportunidades de realizar tareas de alta complejidad. Igualmente, como lo expresan ellos al utilizar un equipo remoto tienen la percepción de realmente estar interactuando en ambiente más realistas y de corte empresarial acceden a dichos equipo por medio de direcciones IP públicas dejando de utilizar el localhost e incursionando en ambiente de acceso global.

La velocidad con la que se puede crear un nuevo equipo permite que el estudiante pueda habilitar cuantos servidores requiera, elimine equipos virtuales y los cree nuevamente. Adicionalmente puede generar copias de un equipo virtual como respaldo antes de ejecutar una tarea compleja [8].

Es así como estas nuevas facilidades presentan un panorama real y retador para el desarrollo de los proyectos que si no fuera por la facilidad de tener diferentes equipos virtuales no sería factible desarrollarlos. Apoyados con esta facilidad el aprendizaje basado en proyectos complejos toma fuerza en el curso de Programación Web y Patrones. Cómo la potencialidad del aprendizaje que puede alcanzar un estudiante está influenciada por la confianza en las propias posibilidades de aprender a lo largo del tiempo especialmente en las situaciones más delicadas y difíciles es entonces que este nuevo ambiente le proporciona una sensación de creencias de confianza [9] que facilitan su incursión sin temores a desarrollar los proyectos. Las posibilidades al usar entornos virtuales entonces se multiplican para crear escenarios de práctica.

Al tener el equipo en la nube el medio para acceder a estos es muy amplio va desde una computadora en el laboratorio, la computadora de la casa, el equipo de su lugar de trabajo hasta una tabletas o celular personales. En este esquema el equipo desde donde se accede a la nube no necesita tener características de desempeño superiores esto por el hecho de que el poder de cómputo se ha trasladado a otro equipo (el ubicado en la nube) sólo se requiere tener una adecuada comunicación con el equipo remoto y esto se logra por medio de conexión vía Internet [7]. Inclusive la velocidad de transmisión no requiere ser elevada.

Una vez que los estudiantes dominan los procesos de creación de equipos en la nube y su configuración no tienen el temor de dañar un equipo físico pues este se encuentra en la nube y es segura su manipulación [8]. Y dado este ambiente “virtual” el estudiante desarrolla una capacidad importante para interactuar como lo hace el ejemplo de la cabina de avión [10] en este ejemplo el autor explica cómo se da el aprendizaje a nivel cognitivo sobre el ambiente alrededor de la cabina del avión y los procesos de representación de la interacción.

Es notorio como el estudiante emprende nuevas espirales de indagación para ir desarrollando el proyecto final del curso mostrando una comprensión real mientras avanza. Consecuente con lo que indica en la referencia [11]. “la comprensión es la capacidad para utilizar los conocimientos, conceptos y habilidades actuales para iluminar nuevos problemas o situaciones no anticipadas”.

Efectivamente se notó que los estudiantes asimilaban mejor los temas al facilitarles un mayor y mejor ambiente de práctica. Ya que el conocimiento se construye en las interacciones del principiante con el ambiente. Aunque la duplicación exacta es a menudo imposible la réplica cercana a un contexto verdadero del mundo mejora el aprendizaje [12].



Fig. 2. Accesibilidad a la nube desde diferentes dispositivos. (<http://www.acetechnologies.com/Cloud-computing-and-Software-as-a-services-saas.html>)

Es importante señalar cómo se presenta la definición del proyecto final del curso pues el profesor presenta desde la primera clase un esquema con las características mínimas que debe tener el producto esperado (proyecto) incluyendo las tecnologías que se revisarán en el curso. Los estudiantes son libres de definir la aplicación concreta que deseen realizar, siempre y cuando el proyecto cumpla con el uso de las tecnologías o temas indicados en la primera lección. Lo anterior se sustenta con lo indicado por la referencia [13]. “la comprensión es la capacidad de pensar y actuar flexiblemente con lo que uno conoce... Una comprensión de un tema es una habilidad para el desempeño flexible con énfasis en la flexibilidad” con la presentación de este tipo de proyectos flexibles se procura que el participante desarrolle sus habilidades con alguna flexibilidad en cuando a la aplicación que le dé.

Esta flexibilidad les permite a los estudiantes aprovechar el proyecto del curso para aplicar lo aprendido en una situación que les llame la atención a ellos mismo y por qué no, ayuden a terceros con la creación de soluciones que los involucre en cierta medida en el mundo laboral siendo finalmente la aplicación práctica de los contenidos en proyectos reales, concretos y pertinentes propuestos por los mismos estudiantes.

Tomando en cuenta lo formulado por la referencia [14]. Las lecciones del curso de Programación Web y Patrones se desarrollan en laboratorios de computadoras, en grupos de menos de veinticinco estudiantes, cada estudiante utiliza un equipo. Los estudiantes asisten a sesiones de ciento setenta minutos para desarrollar la temática de la semana.

Las computadoras están distribuidas de forma que, aunque pueden desarrollar trabajo individual también es factible en parejas y/o tríos (ver figura 3) de manera que se fomenta el trabajo con pares y permite esta interacción la autoevaluación y coevaluación como lo sugiere la referencia [15].

Las clases se desarrollan según lo propuesto en la referencia [16]. Dado que son salones de clase con computadoras (laboratorios) se inicia con una revisión de los temas previos con

comentarios sobre el desarrollo de las prácticas. El profesor realiza una articulación del contenido previo hacia la nueva temática y explica en forma general en qué consistirá la práctica del laboratorio. De esta manera, el estudiante se motiva a prestar la atención debida y se facilitan las conexiones que generan un aprendizaje significativo.

Las actividades del laboratorio mayoritariamente son grupales y se realizan según la disposición de este para que se propicien discusiones entre dos o más estudiantes. Esta distribución facilita que los participantes en la clase y en el proyecto final se coloquen de forma que puedan interactuar entre ellos y así se propicia el apoyo entre pares [17].

Al finalizar el curso el docente realiza una encuesta sobre su experiencia en el proceso concretamente en el uso de la plataforma en la nube y sobre los materiales del curso. La información recuperada permite mejorar y reestructurar actividades y contenidos para los siguientes ciclos. En este paso final se les incentiva a los participantes a realizar una reflexión con la misma intensidad que han trabajado en el curso, dicha reflexión deberá incluir sus apreciaciones sobre lo actuado, esto es un tipo de carta de referencia hacia los sucesores al curso.

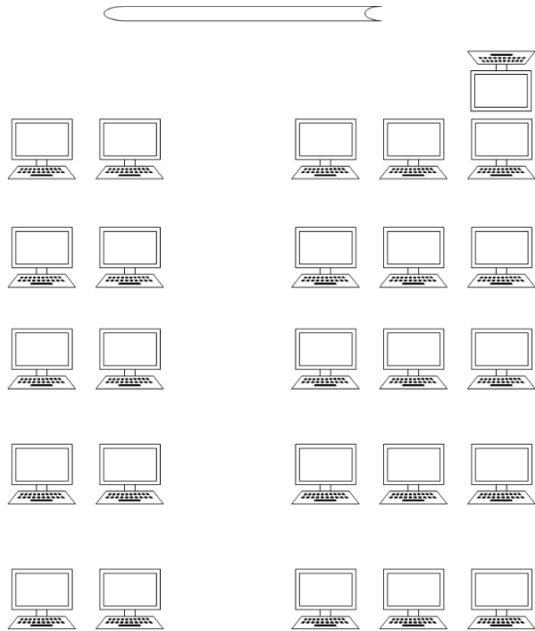


Fig. 3. Distribución de los equipos en el laboratorio, elaborado por el autor.

Se debe tomar en cuenta que en este período la distracción de los alumnos aumenta. El interés por otros asuntos desde proyectos y exámenes de otras materias es mayor. Al final es importante sintetizar el contenido de la materia con la misma calidad que al largo del curso así ellos presentan un panorama hacia sus pares desde un punto de vista de estudiante [18].

La información recolectada desde las primeras experiencias se enriquece con trabajos presentados en ambientes similares reales [19] lo que genera un desarrollo conceptual y aplicado apoyado en ambientes previamente estudiados con resultados positivos en cuando al aprendizaje significativo.

IV. RESULTADOS

Los estudiantes no tienen problemas en la creación de sus cuentas de acceso a la plataforma virtual. El 100% de los participantes crearon sus cuentas en la clase siguiendo las instrucciones del docente, en el primer periodo de estudio tres estudiantes requirieron asistencia entre las clases de semana uno y dos para acceder nuevamente al sistema, luego de interactuar con los estudiantes se determinó que se debió a restricciones de acceso en los lugares de trabajo. En el segundo periodo, dos estudiantes que iniciaron clases la segunda semana del periodo lectivo requirieron material adicional.

Se pudo observar un temor inicial entre los estudiantes al acceder a plataformas desconocidas como Google Cloud, situación que a partir de la tercera semana es prácticamente superada debido que la resolución de ejercicios y trabajo en general en la nube se ejecuta sin problemas por parte de los estudiantes.

Los participantes desarrollaron protocolos de aseguramiento por ellos mismos (sin indicación expresa del docente) esto se materializa mediante la creación copias de respaldo de los equipos antes de ejecutar cambios importantes en los equipos virtuales.

El trabajo entre pares resulta la norma y se desarrolla de forma espontánea los participantes repetidas veces desarrollan las prácticas en equipo sin necesidad de que el docente gire instrucciones al respecto.

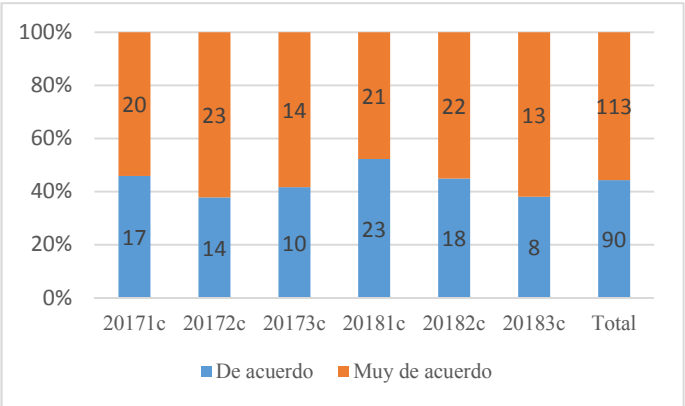
A partir del tercer periodo se recibieron al menos tres solicitudes de material de práctica adicional para profundizar las temáticas vistas en clases.

Algunos participantes de manera creativa han implementado acciones paralelas en orden de emprendimientos personales utilizando los servicios de la nube para ofrecer productos o servicios a terceros.

A continuación, se tiene una revisión de los resultados del sondeo realizado a los estudiantes.

Como se puede observar en la figura 4, el 100% de los participantes en los seis periodos esta, de muy de acuerdo o de acuerdo que el uso de los servicios en la nube le facilitaron las labores que demandaba el curso.

Fig. 4. Cantidad de estudiantes que responden a la pregunta: ¿El uso de los servicios en la nube le facilitaron las labores que demanda el curso? Por periodo académico.



Según lo presentado en la figura 5 la mayoría de los estudiantes utiliza tres dispositivos para acceder a Google Cloud (53%), seguido de los estudiantes que utilizan cuatro dispositivos (31%), finalmente el uso de 5 o 6 dispositivos lo reportan el 16% de los estudiantes.

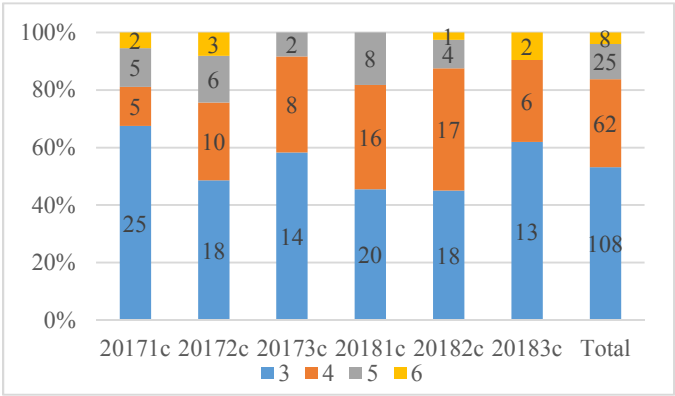


Fig. 5. Cantidad de dispositivos diferentes utilizados por los estudiantes para acceder a Google Cloud por periodo académico.

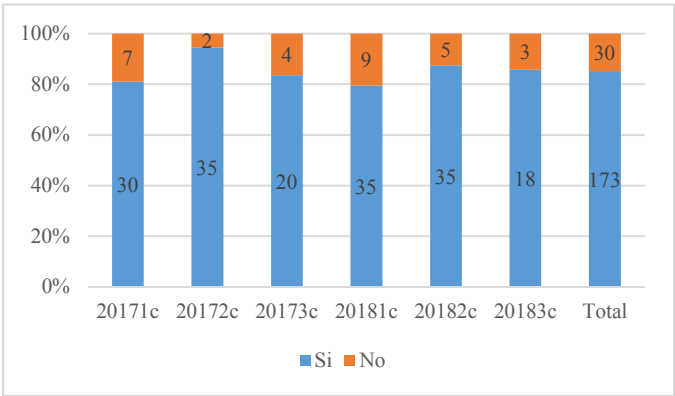


Fig. 6. Cantidad de estudiantes que utilizó un equipo móvil (celular o table) para acceder a Google Cloud por periodo.

Como se aprecia en la figura 6, en general el 85% de los participantes utilizó la plataforma Google Cloud en dispositivos móviles.

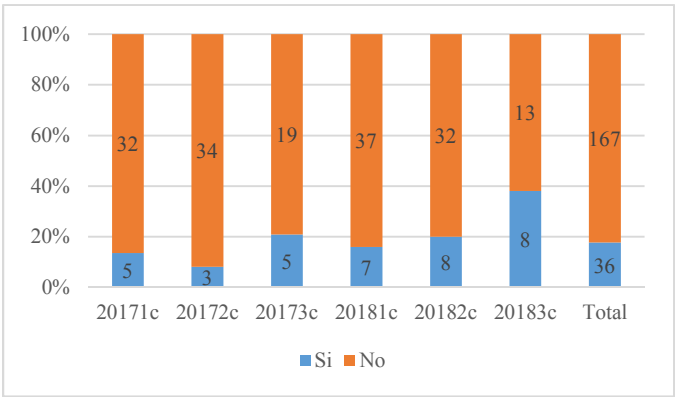


Fig. 7. Cantidad de estudiantes que debió salir del país durante el periodo de clases.

Como se puede determinar de la figura 7 y figura 8, el 100% de los estudiantes que utilizaron la plataforma en otra ubicación

geográfica (otro país) indican que no tuvieron problemas en el acceso a la misma.

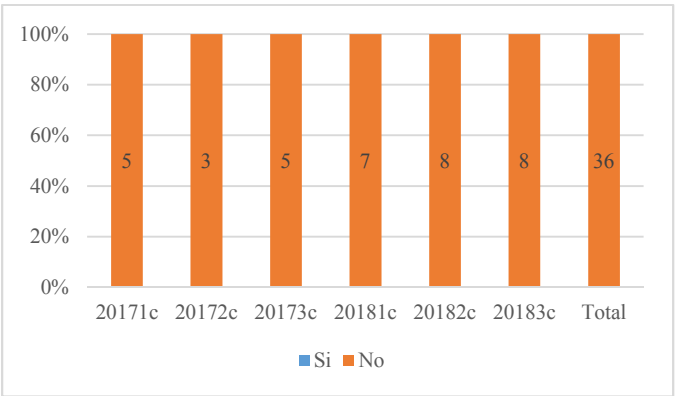


Fig. 8. Experimentó alguna dificultad fuera del país al acceder a la plataforma Google Cloud.

Según se puede ver en la figura 10, un 17% de los participantes indica que en algún momento la necesidad de tener una conexión a Internet limitó temporalmente el desarrollo de alguna asignación.

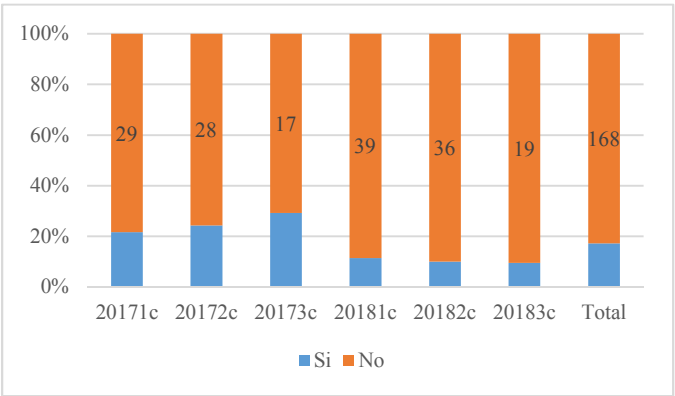


Fig. 10. Experimentó alguna dificultad temporal al requerir acceso a Internet para acceder a la plataforma Google Cloud.

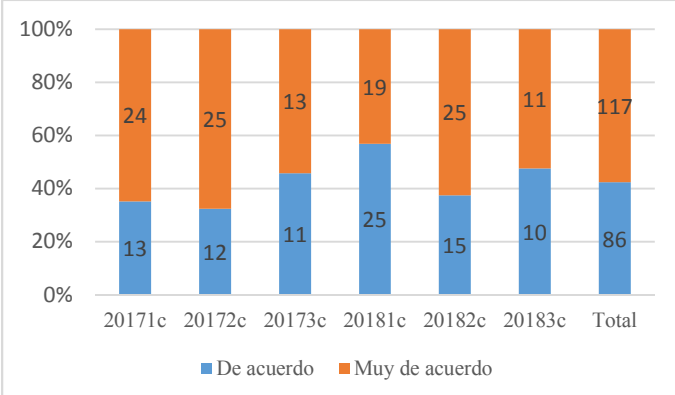


Fig. 11. ¿La pertinencia de los materiales, los ejercicios y el desarrollo cercano al mercado laboral fueron adecuados y suficientes?

De acuerdo con la figura 11 el 100% de los participantes manifiesta de forma positiva sobre la pertinencia del material visto en el curso, las actividades desarrolladas y la práctica real aplicada sobre de la temática de cara al mundo laboral.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La experiencia desarrollada durante seis periodos académicos (2 años) permite asegurar que es factible utilizar servicios en la nube para enseñar temáticas del área de los sistemas computacionales. Se observa que no sólo es factible, sino que hay una mejora sustancial en el acceso y desarrollo de proyectos.

Las dinámicas de la clase permiten que los estudiantes exploren nuevas formas de desarrollar tareas, apoyados en la seguridad y acceso a equipos con suficientes características de desempeño que les permite interactuar con sistemas que de no ser virtuales requerirían una inversión mayor en tiempo y equipo.

El desarrollo del curso tal y como está planteado satisface las expectativas de los estudiantes y les genera deseos de continuar explorando estas áreas de conocimiento, incluso al trabajar con ambientes de producción empresarial realizan algunas incursiones personales y profesionales por su cuenta.

Todos los datos indican que el haber adoptado la computación en la nube como herramienta para el curso de Programación Web y Patrones es una decisión positiva, y avalada por los estudiantes que ha proporcionado a los estudiantes el acceso a sistemas de corte empresarial desde curso relativamente “tempranos” en el plan de estudios.

Hay una evidente mejora en el perfil profesional de salida de los estudiantes al ser expuesto a un área que actualmente se está introduciendo en las empresas, como lo es la computación en la nube y claramente los servicios de infraestructura como servicio en la nube. Lo anterior aunado al hecho de que prácticamente hay nulas acciones en la academia para abordar estas áreas que demanda el sector empresarial desde una perspectiva práctica y aplicada.

Los datos recolectados indican que la participación de los docentes y estudiantes, con estrategias de enseñanza-aprendizaje adecuadas permitió que los estudiantes asimilaran muy bien la temática del curso y se complementaran con la temática de la Computación en la Nube directamente con el área de infraestructura como servicio.

Según las apreciaciones de los estudiantes es totalmente factible utilizar la computación en la nube en este curso. Y ellos mismos sugieren explorar su aplicabilidad en otros cursos similares como por ejemplo administración de servidores y administración de bases de datos.

El acceso a Internet es un punto determinante para lograr el uso fuera de clase, sin embargo, este requerimiento prácticamente es superado en todo momento según lo indica la población que ha participado del proceso.

El uso de este tipo de estrategias de enseñanza-aprendizaje junto con el acceso a esta tecnología debe ser incorporada en proyectos integrales de programación, seguridad, redes, bases de

datos y análisis. Siendo lo anterior una propuesta a futuro para que los administradores de la cátedra de diseño e implantación de sistemas lo considere.

REFERENCIAS

- [1] Guerrero, S., (2014), Metodologías activas y aprendizaje por descubrimiento. Las TIC y la Educación. España, Marpadal.
- [2] Markham, T., Larmer, J., Ravitz, J. (2003), Project-Based Learning Handbook: A Guide to Standards Focused Project-Based Learning for Middle and High School Teachers. Novato, CA: Buck Institute for Education.
- [3] Wescott, B. (2013), The Every Computer Performance Book, Chapter 3: Useful laws. CreateSpace.
- [4] Mell, P., Grance, P (2011), The NIST Definition of Cloud Computing, Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. Recuperado de: <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>
- [5] Jamsa, K., (2013), Cloud Computing: SaaS, PaaS, IaaS, Virtualization, Business Models, Mobile, Security and More. Jones & Bartlett Learning, USA.
- [6] Vallath, M., (2014), Expert Oracle RAC Performance Diagnostics and Tuning, APRESS, USA.
- [7] Krishnan, S; Ugia, L., (2015). Building your Next Big Thing with Google Cloud Platform: A guide for Development and Enterprise Architects. APRESS.
- [8] Google. (15 de 10 de 2018). Google Cloud Platform Documentarion. Obtenido de Google Cloud Platform: <https://cloud.google.com/docs/>
- [9] Vergara, J. J. (2016). Aprendo porque quiero. El aprendizaje basado en proyectos (ABP) paso a paso. Biblioteca de Innovación Educativa SM.
- [10] Lozares, C. (2000) La actividad situada y/o el conocimiento socialmente distribuido. <https://papers.uab.cat/article/view/v62-lozares> (Consultado 13-10-2018)
- [11] Gardner, H; Boix-Mansilla, V. (1994) Teaching for Understanding in the Disciplines and Beyond. Teachers College Record, 96(2), 198-218
- [12] Clancey, W. (1995) A tutorial on situated learning. Proceedings of the International Conference on Computers and Education (Taiwan) Charlottesville, http://konstruktivismus.uni-koeln.de/didaktik/situierteslernen/clancey_situated_learning.pdf (consultado 14-09-2018).
- [13] Perkins, D. (1993). Teaching for Understanding. American Educator: The Professional Journal of the American Federation of Teachers, 17(3), pp. 8,28-35.
- [14] Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento.
- [15] Fernández, A., Vanga, A. (2016), Autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación: Componentes del proceso para potenciar el desempeño estudiantil en las Universidades. Editorial Académica Española, España.
- [16] Stone, M. (2005), Teaching for Understanding with Technology, Wiley & Song. USA.
- [17] González, G.; Díaz, L. (2005). Aprendizaje colaborativo: Una experiencia desde las aulas universitarias. (pp. 21-44). Educación y Educadores-8, Universidad de la Sabana, Colombia.
- [18] Ferlazzo, L. (2011), Building a Community of Self-Motivated Learners: Strategies to Help Students Thrive in School and Beyond. Routledge, USA.
- [19] Andrés, M., (2005), Diseño del trabajo de laboratorio con bases epistemológicas y didácticas: caso carrera de docentes de Física, Tesis Doctoral. Universidad de Burgos, España.