



## VIRTUALIZACIÓN DE SISTEMAS COMO ALTERNATIVA ESENCIAL EN LA FORMACIÓN TÉCNICA-PROFESIONAL DE ESTUDIANTES CON PERFILES TÉCNICOS EN LA UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO

**MsC. Yohandys Martínez Navarro**

[ymtnez@upr.edu.cu](mailto:ymtnez@upr.edu.cu)

Profesor Asistente

Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca"

**Ing. René Antonio Rojas Concepción**

[rene@upr.edu.cu](mailto:rene@upr.edu.cu)

Profesor Asistente

Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca"

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Yohandys Martínez Navarro y René Antonio Rojas Concepción (2020): "Virtualización de sistemas como alternativa esencial en la formación técnica-profesional de estudiantes con perfiles técnicos en la Universidad de Pinar del Río", Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo (junio 2020). En línea:  
<https://www.eumed.net/rev/atlante/2020/06/formacion-tecnica-pinardelrio.html>  
<http://hdl.handle.net/20.500.11763/atlante2006formacion-tecnica-pinardelrio>

### RESUMEN:

El surgimiento y desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) ha revolucionado el proceso enseñanza-aprendizaje, permitiendo que las personas intercambien conocimientos y aprendan online desde cualquier parte del mundo, lo que ha propiciado la aparición de novedosas plataformas de aprendizaje, capaces de producir cursos basados en Internet. Esto no constituye un fenómeno aislado a nuestro contexto universitario por lo que la aplicación de las TIC ayuda a perfeccionar el proceso docente y contribuye a la formación de un estudiante acorde a los tiempos tecnológicos de este siglo. Con la realización de este trabajo, se pretende destacar la importancia en el uso de herramientas que forman el universo de las TIC, en particular la virtualización de sistemas, con el objetivo de que los estudiantes de las carreras técnicas en la Universidad de Pinar del Río sean mejores profesionales. Además, del enorme potencial que se deriva de poner a disposición de estas carreras, un clúster de servidores para desarrollar las clases prácticas de los estudiantes y sus proyectos de investigación, complementando así la falta de equipos informáticos presentes en la entidad.

**Palabras clave:** virtualización en la universidad, TIC en función de la educación, Universidad de Pinar del Río, Proxmox en la UPR.

## ABSTRACT:

The emergence and development of Information and Communication Technologies (ICT) has revolutionized the teaching-learning process, allowing people to exchange knowledge and learn online from anywhere in the world, which has led to the emergence of novel learning platforms, capable of producing courses based on Internet. This does not constitute an isolated phenomenon in our university context, so the application of ICT helps to perfect the teaching process and contributes to the formation of a student according to the technological times of this century. With the completion of this work, it is intended to highlight the importance in the use of tools that make up the ICT universe, in particular the virtualization of systems, with the aim that students of technical careers at the University of Pinar de Río be better professionals. In addition, the enormous potential that derives from making available to these careers, a cluster of servers to develop the practical classes of the students and their research projects, thus complementing the lack of computer equipment present in the entity.

**Key words:** virtualization at the university, ICT based on education, University of Pinar del Río, Proxmox at the UPR.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad en muchos países la educación universitaria no es considerada como parte de la educación obligatoria, pues en aras de conseguir un empleo para el sustento familiar es suficiente con que las personas hayan adquirido los conocimientos básicos y habilidades de niveles primarios de enseñanza que les serán útiles en las diversas área del trabajo. No obstante, si la meta es ser un buen profesional es incuestionable la importancia de cursar estudios universitarios.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), en conformidad con la meta 4.3 del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: “Para 2030, asegurar el acceso en condiciones de igualdad para todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria” (UNESCO, 2016), establece la importancia de acceder a estudios superiores. Es por ello que en este estadio del proceso formativo de un estudiante se imparten conocimientos, técnicas y saberes más específicos sobre una profesión o una carrera particular.

En Cuba, este nivel de enseñanza es de vital interés y de alta preocupación y ocupación por parte de nuestros líderes políticos e instituciones gubernamentales, sean estas de alcance nacional como de nivel provincial. Y como elemento esencial, entre otros, para la formación del estudiantado universitario se incorpora el uso intensivo y consecuente de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

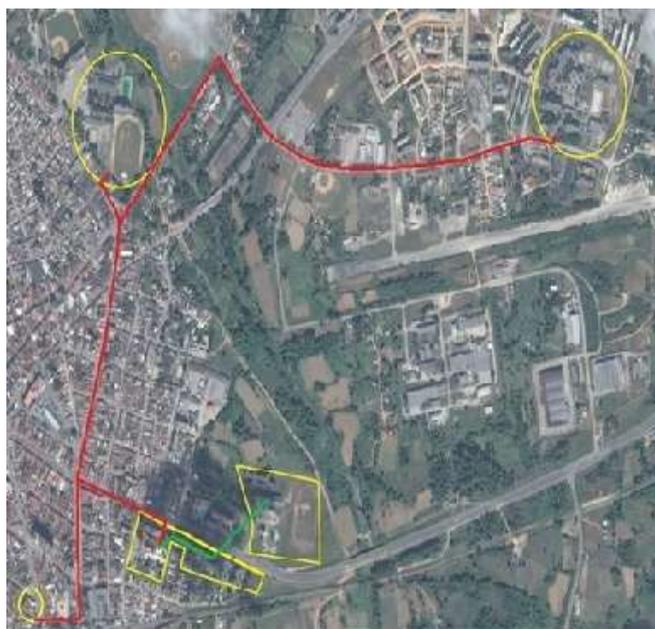
Con el desarrollo de la ciencia y la tecnología durante los últimos años, resulta imprescindible aprender y actualizarse regularmente en cada rama del conocimiento. El surgimiento y utilización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones ha permitido que las personas, desde cualquier punto de acceso a una red de comunicación, puedan intercambiar conocimientos que permitan el desarrollo científico, además la gran facilidad consiste en que la información llega a cualquier lugar del mundo, revolucionando el proceso enseñanza-aprendizaje.

Por tanto si una universidad quiere ser dinámica e innovadora, debe apostar por la introducción de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en los procesos fundamentales que en ella se desarrollan. En este sentido, la UPR<sup>1</sup> forma parte del conjunto de universidades que en el país aboga por el uso de las TIC en sus procesos formativos teniendo en cuenta la amplia aplicación que de ellas se puede lograr. Dentro de las tantas aplicaciones que se pueden tener con el uso de estas tecnologías y particularmente en el contexto de la UPR, este trabajo se centrará en las orientadas a la virtualización y sistemas de almacenamientos distribuidos.

---

<sup>1</sup> UPR: Universidad de Pinar del Río.

Este centro de altos estudios cuenta con una infraestructura tecnológica de considerables proporciones, está compuesto por tres campus separados físicamente por dos kilómetros de distancia aproximadamente e interconectados mediante enlaces de fibra óptica (Figura 1). Posee un centro de datos en donde se alojan los servidores profesionales dedicados a brindar y mantener los servicios fundamentales que de una universidad se demandan para contribuir y mejorar el proceso docente en su sentido general. Como servicios fundamentales se tienen: correo electrónico, acceso a Internet, acceso remoto o RAS<sup>2</sup>, hospedaje de sitios Web, sitios FTP<sup>3</sup>, servicio de mensajería instantánea, plataformas de aprendizaje, etc. Todos ellos accesibles a través de la red cableada (UTP<sup>4</sup>) y la inalámbrica (WiFi) que interconectan las diferentes subredes con dicho centro de datos.



**Figura1.** Vista satelital de la localización geográfica de los campus de la UPR

Cada carrera tiene asociada un laboratorio de computación, siendo las de perfil técnico (Ingeniería Informática, Telecomunicaciones, etc.) beneficiadas a la hora de distribuir los equipos de cómputo pues son las que necesitan mejores prestaciones en cuanto a capacidad de procesamiento y disponibilidad de memoria RAM<sup>5</sup>, debido a los software que deben instalarse como medios de apoyo a las diferentes materias de la especialidad. Aún así, estos equipos informáticos llevan algunos años dando servicio ininterrumpido a cada una de las carreras y en no pocos casos comienza a notarse el deterioro y mal funcionamiento hasta terminar por la falla total en algunos de sus componentes internos (CPU<sup>6</sup>, RAM y HDD<sup>7</sup>) o externos (teclados, mouse y monitor). En otros casos, la incompatibilidad de algunos programas de nueva generación que no son soportados por las computadoras, pues van quedando obsoletas desde el punto de vista de hardware y software (sistema operativo), provocan paulatinamente déficit en el componente técnico y práctico de los estudiantes de carreras como las mencionadas anteriormente.

Realizando un muestro a los laboratorios de computación se pudo comprobar que presentan deficiencias que atentan con la calidad de la formación profesional de los educandos, las cuales son:

---

<sup>2</sup> RAS: Remote Access Server (Servidor de Acceso Remoto)  
<sup>3</sup> FTP: File Transfer Protocol (Protocolo de transferencia de ficheros)  
<sup>4</sup> UTP: Unshielded Twisted Pair (Par trenzado no blindado)  
<sup>5</sup> RAM: Random Access Memory (Memoria de Acceso Aleatorio)  
<sup>6</sup> CPU: Central Processing Unit (Unidad de Procesamiento Central)  
<sup>7</sup> HDD: Hard Disk Drive (Unidad de Disco Duro)

- ❖ Escasos puestos de trabajos funcionales para realizar las prácticas. En ocasiones resulta una computadora para cuatro o más estudiantes.
- ❖ No existe dualidad de sistemas operativos instalados en cada estación de trabajo, esto se traduce en que cada máquina solo tiene instalado sistemas Windows.
- ❖ En la mayoría de los laboratorios las computadoras tienen sistemas Windows desactualizados, básicamente en la versión 7 que dejó de tener soporte desde enero de este año (Microsoft, 2020).
- ❖ Uso de programas con fines docentes que sus versiones solo están disponibles para sistemas Windows.

Estos factores detectados inciden negativamente en la formación de los estudiantes, provocando en los mismos desmotivación en las clases prácticas pues no tienen suficientes computadoras para poder implementar los servicios que se piden en los ejercicios. Esta desmotivación es la génesis del porqué una vez graduados llegan al entorno laboral con deficiencias, que se ejemplifican cuando tienen que darle solución a algún problema usando alguna de las aplicaciones de las TIC.

Teniendo en cuenta las deficiencias antes identificadas, el entorno económico en el que convive nuestro país que hace difícil adquirir parte y piezas para actualizar los recursos informáticos y la disponibilidad en el UPR de un centro de datos, ¿cómo utilizar las TIC en función de minimizar la brecha práctica y tecnológica que propicia la falta de recursos informáticos en los futuros profesionales? ¿Podrá ser posible que los estudiantes puedan realizar las prácticas en sus equipos personales y sin necesidad de estar físicamente en laboratorios?

Este trabajo consiste en dar respuestas a las interrogantes antes mencionadas, aplicando las nuevas tecnologías en función de la educación. El objetivo del mismo es demostrar las potencialidades del uso de las TIC utilizando virtualización de sistemas con almacenamiento distribuido para lograr que cada estudiante pueda materializar los conocimientos teóricos recibidos en clases, en prácticas que pudieran realizarse en los laboratorios de computación o en sus equipos informáticos personales desde cualquier sitio de la UPR, siempre y cuando estén conectados a la red. Esto propicia un entorno tecnológico lo suficientemente actualizado para que el estudiante, una vez graduado, esté aún más preparado para proponer soluciones a los diferentes problemas que se presenten en su vida laboral.

## **DESARROLLO**

El año 2010 fue decisivo para la UPR pues comenzó un auge tecnológico impulsado en gran medida por la entrada de servidores profesionales provenientes de proyectos de investigación con destino a mejorar la infraestructura del centro de datos de la universidad. Fue el inicio, aunque incipiente, de la era de la virtualización de sistemas en el centro y con ello un desarrollo intensivo de las TIC en función de los procesos docentes.

La virtualización, como parte de las TIC, es una tecnología de amplio impacto positivo para las universidades que no disponen de suficientes recursos como para, por ejemplo, comprar nuevas computadoras en sustitución a las defectuosas o simplemente actualizarlas y mejorar el estado de los laboratorios de computación. De manera general, la virtualización permite aprovechar el hardware físico de un servidor y crear varios entornos simulados. El software llamado "hipervisor" se conecta directamente con el hardware y permite dividir un sistema en entornos separados, distintos y seguros, conocidos como "máquinas virtuales" (VM). Estas VM dependen de la capacidad del hipervisor de separar los recursos de la máquina del hardware y distribuirlos adecuadamente (RedHat, 2020).



**Figura 2.** Esquema general del funcionamiento de la virtualización

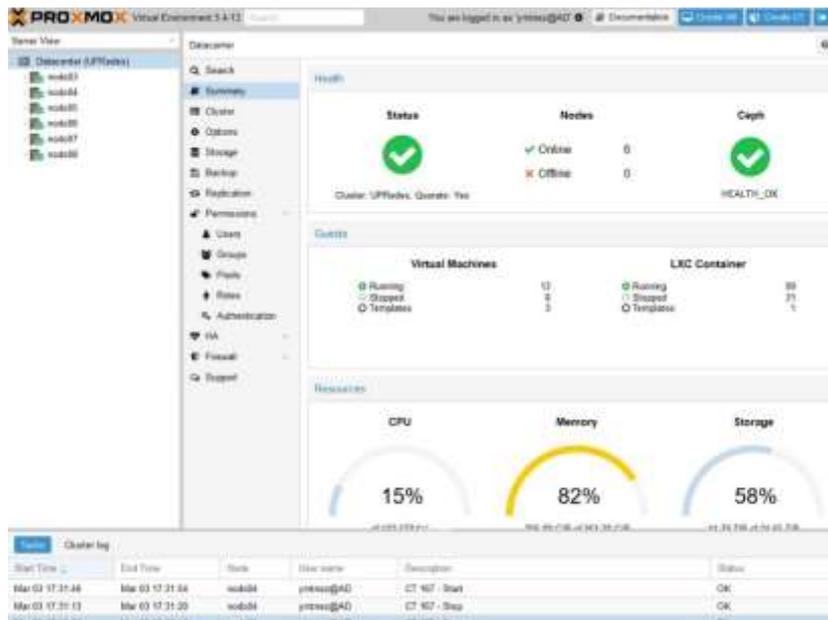
### 1. Proxmox VE como hipervisor de soporte a la infraestructura a crear

Como propuesta de software para virtualizar se decidió utilizar Proxmox VE en su versión 6.1 por que es una plataforma de virtualización de código abierto, de fácil aprendizaje y muy intuitiva a la hora de configurar pues además de la consola de administración posee una interfaz web para tales fines (Proxmox, 2020). A continuación se presentan las características principales de esta plataforma y que resumen las demás:

- ❖ Es de código abierto.
- ❖ Permite la migración en vivo de máquinas virtuales y contenedores LXC<sup>8</sup>.
- ❖ Dispone de una alta habilitación de puentes de red.
- ❖ Plantillas de construcción de sistemas operativos basadas en LXC.
- ❖ Copias de seguridad programadas.
- ❖ Herramientas de línea de comandos.
- ❖ Configuración en clúster y alta disponibilidad.
- ❖ Soporte para diferentes tipos de almacenamiento.

La selección de esta herramienta estuvo condicionada, además de las potentes características que posee, por la experiencia en el trabajo con la misma pues el nodo central de la UPR está soportado por Proxmox para la virtualización de todos los servicios descritos en la introducción, demostrando en años de trabajo su estabilidad, escalabilidad y confiabilidad.

<sup>8</sup> LXC: Linux Containers (Contenedores Linux)



**Figura 3.** Consola web de Proxmox VE

Proxmox es una distribución basada en Debian, que solo trae consigo las necesidades mínimas para su buen funcionamiento, es decir, la paquetería de software mínima para hacer operar los recursos de hardware y de esta manera lograr un mejor rendimiento.

En el momento que se crean los sistemas virtuales el administrador del clúster puede hacer cambios de recursos, incluso estando ellos encendidos. Esto se debe a que Proxmox utiliza tecnología LXC para crear sus contenedores y posibilita que en cualquier momento, la RAM y la capacidad de disco duro puedan ser modificados sin necesidad de apagar el sistema. Estos contenedores LXC son creados a partir de plantillas predefinidas o preconfiguradas con un sistema operativo base, además de algunas aplicaciones preinstaladas. Se pueden descargar directamente desde la consola web de gestión de Proxmox siendo una función de gran utilidad pues en cuestiones de minutos se logra un sistema operativo instalado y con las aplicaciones necesarias para desarrollar en clases prácticas lo recibido por el estudiantes en conferencias.

Para sustentar esta investigación se destinaron tres servidores profesionales de marca y modelo Dell PowerEdge R520 instalados con el software de virtualización descrito anteriormente. Se creó un clúster llamado UPR-DOCENCIA con estos servidores para garantizar la disponibilidad de las aplicaciones que serán instaladas y configuradas por los estudiantes en sus prácticas de laboratorio en los contenedores LXC y las máquinas virtuales creadas para estos fines docentes.

No obstante es importante resaltar que los estudiantes una vez terminada su clase práctica en los laboratorios, pueden continuar estudiando y ejercitando el tema aprendido en cualquier sitio de la universidad siempre y cuando tengan conexión a la red del centro de datos de la UPR.

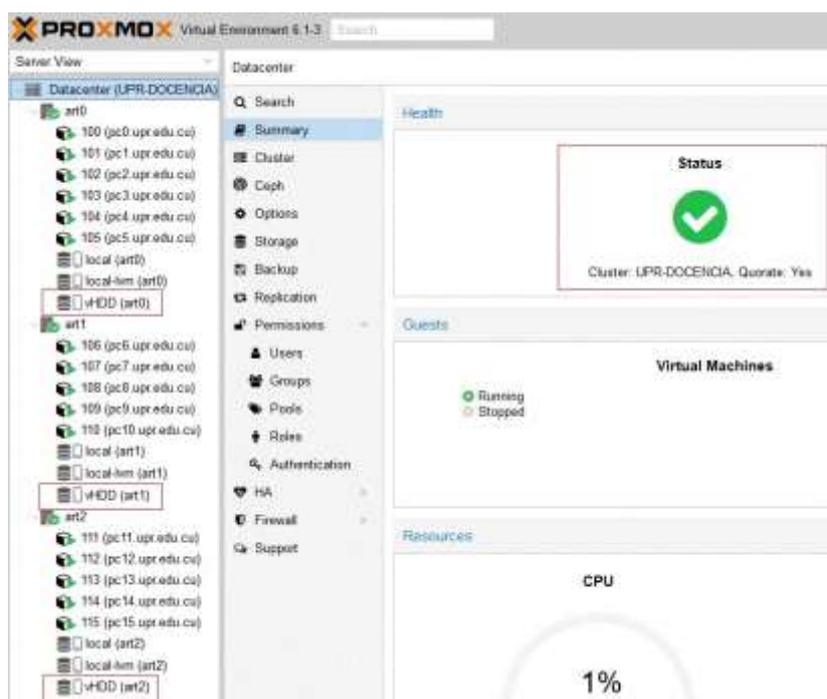
## **2. Complementando el clúster UPR-DOCENCIA con almacenamiento distribuido**

La solución de un clúster con solamente almacenamiento local resulta funcional pero limita las potencialidades de alta disponibilidad. Esto quiere decir que el tiempo necesario, en caso de mantenimiento de un servidor físico, para la migración de un contenedor LXC o máquina virtual hacia otro servidor en funcionamiento será relativamente alto dependiendo del espacio y uso del disco duro virtual. Causa originada por no disponer de un almacenamiento distribuido en el cuál se puedan guardar los discos duros virtuales de cada LXC o máquina virtual.

Cuando los servidores están en clúster comparten ficheros de configuración y recursos para que el acceso a estos sea descentralizado, solo falta que el almacenamiento sea igualmente accesible por la red a través de un sistema distribuido. Tener los discos en un sistema de

almacenamiento distribuido posibilita que el acceso al disco sea simultáneo desde cualquier servidor de pertenezca al clúster, en este caso, UPR-DOCENCIA. Esto permite reducir considerablemente el tiempo necesario para procesos de migración, y además, permite que desde Proxmox cada LXC o máquina virtual pueda ser agregada al sistema de alta disponibilidad y con ello mantenerse accesible desde las redes de laboratorios aún si algún servidor esté en proceso de mantenimiento físico.

Un NAS<sup>9</sup> es un ejemplo de sistema distribuido y para implementarlo en el entorno de la UPR, se utilizó el software Openmediavault por sus facilidades a la hora de instalar y configurar, además por la diversidad de servicios que posee, destacándose el referido a los recursos compartidos por la red usando el protocolo (NFS<sup>10</sup>), y el carácter modular de su diseño potencializado por una gran variedad de complementos (Openmediavault, 2020).



**Figura 4.** Clúster UPR-DOCENCIA implementado con Proxmox VE y Openmediavault

La figura muestra el resultado final desde las TIC de un entorno de virtualización con almacenamiento distribuido (vHDD señalado en rojo) en el cual se dispuso de tres servidores para crear el clúster (UPR-DOCENCIA). Además se creó, en cada servidor físico, la cantidad de máquinas virtuales necesarias para el trabajo independiente de cada estudiante en el desarrollo e implementación de los sistemas orientados en clases por los profesores.

Esta infraestructura creada con fines docentes para el desarrollo técnico, práctico e investigativo de los estudiantes facilita en gran medida la labor de los profesores y, evidentemente, la de los educando. Esto se demuestra a través de los siguientes aspectos:

- ❖ Se desarrolla el trabajo individual de los estudiantes; pues cada uno de ellos tiene asignado un recurso virtual en el clúster UPR-DOCENCIA en el cuál debe implementar todos los ejercicios prácticos. Así se comprueba realmente el conocimiento adquirido por cada uno de ellos en función de lo que hizo en su contenedor.
- ❖ Se facilita el proceso de evaluación del profesor a los estudiantes; anteriormente era complejo y no se disponía de mucho tiempo en un turno de clase práctica para evaluar

<sup>9</sup> NAS: Network Attached Storage (Almacenamiento Conectado en Red)

<sup>10</sup> NFS: Network File System (Sistema de Archivos de Red)

a la gran mayoría de los estudiantes, pues por la falta de equipos en ocasiones en una computadora se sentaban cuatro, cinco o más estudiantes y de esta forma no se garantizaba que la totalidad de los alumnos practicaran directamente en el sistema. Contando con esta infraestructura el profesor, desde cualquier lugar y cualquiera hora, puede acceder a cada uno de los contenedores asignados a cada estudiante y realizar una evaluación individual que sea consecuente con lo demostrado por cada estudiante.

- ❖ El tiempo de recuperación del sistema después de un error humano es relativamente corto; anteriormente si un estudiante cometía un error que condujera a un mal funcionamiento en el sistema operativo en alguna computadora del laboratorio, el tiempo de recuperación de este equipo era demasiado largo y el grupo de estudiantes que les tocaba trabajar en esa computadora no podían realizar las prácticas en el turno de clases. Esta dificultad no sería problema en el entorno propuesto pues el tiempo de recuperación de un contenedor demoraría alrededor de unos minutos desde su creación hasta su disponibilidad.
- ❖ Disponibilidad de recursos virtuales (contenedores LXC y máquinas virtuales) para los trabajos de investigación de los estudiantes; esto resultaba complejo e incluso no se correspondía con lo establecido en el plan de seguridad informática de la institución pues los estudiantes no podían tener acceso a las computadoras de trabajo asignadas a los profesores en sus departamentos, siendo esta la única vía para aquellos estudiantes que no contaban con recursos personales para implementar y probar sus ideas. El clúster UPR-DOCENCIA garantiza que cada estudiante, a petición por escrito del departamento de investigación en cada facultada, asociado a algún proyecto de investigación que necesite recursos para desarrollar sus investigaciones, pueda disponer de un contenedor LXC o una máquina virtual según las especificidades de su proyecto. Un ejemplo de ello resultan los estudiantes que pertenecen al proyecto relacionado con Internet de las Cosas (Internet of Things) los cuales dispondrán de una máquina virtual llamada: `iot.upr.edu.cu` en la cuál podrán desarrollar sus aplicaciones y probar los resultados esperados.
- ❖ Posibilidad de auditar y controlar los sistemas virtuales (contenedores LXC y máquinas virtuales) puestos a disposición de los estudiantes; al ser una computadora conectada a la red para varios estudiantes en el laboratorio, es muy difícil saber qué uso le están dando y quién ha instalado aplicaciones que no son con fines docentes o las orientadas por el profesor, tutores o jefe del proyecto de investigación. Con la virtualización se ha conseguido un entorno tal que cada cuál es responsable de su recurso de manera individual, por lo que resulta fácil distinguir en un proceso de auditoría informática el estudiante que en su contenedor LXC incumple con lo establecido para el uso correcto de los recursos que la universidad ha puesto a su disposición para su formación integral.

## CONCLUSIONES

La virtualización de sistemas no solo puede ser vista como un entorno solo aplicable para los servicios de la UPR, sino también hacia la docencia y en particular como un medio alternativo para de conjunto con los laboratorios de computación incidir satisfactoriamente en la formación profesional del estudiante. Estas nuevas facilidades de las tecnologías que se implementaron en función de la educación posibilitaron obtener resultados satisfactorios en el desarrollo y formación del estudiante con perfil técnico pues se identificaron elementos fundamentales para obtener un profesional de calidad:

- 1) Disponibilidad de un sistema operativo virtual en donde el estudiante puede realizar sus prácticas de manera individual, facilitando al profesor evaluar sistemáticamente el conocimiento adquirido por cada uno de ellos. Este sistema es accesible en todo momento y desde cada punto de red de la UPR.
- 2) Los estudiantes se sienten más motivados por aprender y aplicar los conocimientos recibidos en conferencias, pues disponen cada uno de un sistema operativo virtual en

el cual pueden realizar las prácticas, con la facilidad de hacerlo a cualquier hora y desde cualquier sitio, incluso desde sus residencias estudiantiles.

- 3) Visitas por el centro de datos de la UPR a petición de los propios estudiantes, interesados en conocer y profundizar los conocimientos relacionados con las tecnología, principalmente la virtualización pues sienten que les será de mucha utilidad para enfrentar los diferentes retos que les depara la vida laboral.

## BIBLIOGRAFÍA

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (2016, 2017): Desglosar el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 Educación 2030. Disponible en: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246300\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246300_spa). Consultado en 20/02/2020 a las 14:00

Hernandez Infante, R. C.; Infante Miranda, M. E. (2017): La clase en la educación superior, forma organizativa esencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Educación y Educadores*, 20, n. 1, p. 27-40, feb. 2017. Disponible en: <https://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/5935/4533>. Consultado en 25/02/2020 a las 09:30

González Rodríguez R.; Cardentey García J.; González García, X. (2011): Consideraciones acerca del empleo de las tecnologías de la información en la enseñanza universitaria. *Educación Médica Superior*, 25(1), 2011, p. 20-30. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21412015000400017](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412015000400017). Consultado en 25/02/2020 a las 09:50

Microsoft (2020): El soporte de Windows 7 finalizó el 14 de enero de 2020. Disponible en: <https://support.microsoft.com/es-uy/help/4057281/windows-7-support-ended-on-january-14-2020/>. Consultado en 28/02/2020 a las 10:15

RedHat (2020): El concepto de la virtualización. Disponible en: <https://www.redhat.com/es/topics/virtualization/>. Consultado en 02/03/2020 a las 11:20

Proxmox (2020): Open-Source Virtualization Platform. Disponible en: <https://www.proxmox.com/en/proxmox-ve/>. Consultado en 02/03/2020 a las 11:45

Openmediavault (2020): What is openmediavault? Disponible en: <https://www.openmediavault.org/>. Consultado en 04/03/2020 a las 11:27