



# TIES Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior

**EL CÓMPUTO EN LA NUBE COMO UNA PALANCA PARA EL  
DESARROLLO DE LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR**

<https://doi.org/10.22201/dgtic.26832968e.2022.5.1>

Luis Francisco García Jiménez

<http://www.ties.unam.mx/>

Fecha de recepción: diciembre 13, 2021 • Fecha de publicación: junio, 2022

Junio 2021 | número de revista 5 • ISSN 2683-2968

Acervos Digitales, Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación, UNAM

Esta obra está bajo licencia de Creative Commons  
Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

## EL CÓMPUTO EN LA NUBE COMO UNA PALANCA PARA EL DESARROLLO DE LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

### Resumen

El uso de teléfonos inteligentes se ha convertido en parte fundamental del día a día, donde miles de usuarios utilizan aplicaciones como *Facebook*, *Google-drive* y *Youtube* para buscar información e intercambiar datos en sus redes sociales. La crisis de *COVID-19* forzó a muchas Instituciones de Educación Superior (IES) a cerrar puertas y a tomar un modelo de clases en línea. Sin embargo, muchos procesos administrativos en las IES han sido interrumpidos o cancelados durante la pandemia. Ante esta problemática, el cómputo en la nube ofrece la oportunidad de que estudiantes, profesores e investigadores puedan acceder a los recursos de su universidad desde Internet, y así disminuir los contratiempos generados al no poder asistir presencialmente. En este sentido, este artículo presenta algunos ejemplos de cómo el cómputo en la nube puede crear grandes beneficios en las IES, así como algunas iniciativas para que las universidades aprovechen el potencial de este paradigma.

### Palabras clave:

Cómputo en la nube, desarrollo de las IES, retos en las IES por COVID-19, redes definidas por software (SDN).

## CLOUD COMPUTING AS A LEVER TO ENHANCE THE DEVELOPMENT OF HIGHER EDUCATION

### Abstract

The increasing use of smartphones has become a fundamental part of daily life since they allow users to search for additional information and exchange data on their social media accounts such as Facebook, Google-drive, and YouTube. The COVID-19 crisis has obliged most education systems to adopt online activities employing e-learning techniques. However, many administrative processes have been interrupted or canceled during the pandemic. In this way, cloud computing can reduce some of these drawbacks by allowing students, professors, and researchers to access university resources via the Internet. This paper reviews how cloud computing infrastructure can provide benefits in the educational area, as well as it also provides strategies in which universities can take advantage of having cloud computing.

### Keywords:

Cloud computing, development in higher education, challenges for higher education in COVID-19, software defined networks.

## EL CÓMPUTO EN LA NUBE COMO UNA PALANCA PARA EL DESARROLLO DE LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

### Introducción

El creciente uso de aplicaciones a través de Internet ha provocado un rápido desarrollo de la tecnología a costos cada vez más accesibles. Esto permite que toda persona con un teléfono inteligente pueda beneficiarse y acceder a la información desde cualquier lugar del mundo. Gran parte de este avance se debe al uso de la computación en la nube, este modelo de cómputo utiliza recursos virtualizados altamente escalables que pueden ser compartidos por los usuarios. Ejemplos de estos sistemas son *Dropbox*, *Google-drive*, *ClassRoom*, *AWS*, entre muchos más.

La educación superior no puede ser ajena a esta tecnología, ya que su tarea fundamental es crear progreso y desarrollo en la sociedad. Con base en esto, las Instituciones de Educación Superior (IES) deben asignar recursos económicos para brindar servicios educativos donde estudiantes, profesores e investigadores puedan beneficiarse de los recursos de información a través de Internet. La crisis de *COVID-19* afectó a las universidades [1], muchas de ellas optaron por cerrar temporalmente, lo que implicó que se perdieran clases. Sin embargo, gracias al cómputo en la nube se pudo impartir clases bajo un esquema en línea. No obstante, otros sistemas como pagos, trámites escolares y trámites administrativos tuvieron que cancelarse o tomar medidas para dar servicio limitado. Se puede decir que la dependencia

de sistemas no conectados a la nube perjudicó a muchos profesores, alumnos, investigadores y personal administrativo. Por esta razón, el uso del cómputo en la nube ofrece múltiples beneficios que no solo impulsan el aprendizaje y la enseñanza, sino también minimizan el riesgo de que estos procesos se vean afectados por múltiples causas que escapan del control de las autoridades universitarias. Debido a ello, las universidades deben adoptar nuevas tecnologías de la información y renovarse tecnológicamente.

### Qué es el cómputo en la nube

En términos generales, se puede decir que el cómputo en la nube [2] es un modelo que permite usar múltiples recursos bajo demanda con un mínimo de configuración por parte del proveedor de servicio. Gracias a este modelo, los usuarios finales pueden enfocarse en sus tareas sin tener la necesidad de mantener y/o administrar un centro de datos. Más aún, no se preocupan de estar al pendiente de los espacios físicos, costos energéticos y demás sistemas que se requieren para administrar un centro de datos. De esta manera, vía Internet los recursos de cómputo están disponibles, sin la necesidad de gestionar la infraestructura y sin la responsabilidad que conlleva la seguridad y privacidad de la información. Existen tres servicios principales en el cómputo en la nube que a continuación se describen [3].

### Infraestructura como servicio (IaaS)

Este servicio brinda acceso a los recursos en la nube como bases de datos, máquinas virtuales, switches virtuales (*Virtual Switch, VS*) y espacios de almacenamiento dependiendo de las necesidades del usuario. IaaS tiene la virtud de ser escalable en función de las necesidades de almacenamiento y procesamiento, el consumidor final se deslinda del mantenimiento del *hardware* subyacente, lo que le permite ahorrar tiempo y dinero. Además, permite un acceso fácil a los servicios desde cualquier lugar a través de Internet. Este tipo de servicio está pensado para aquellos que requieren instalar y administrar sus aplicaciones corporativas. En otras palabras, IaaS se puede ver como un centro de datos remoto donde una universidad o un corporativo puede alquilar recursos de red para instalar, configurar y utilizar su propio *software*. La figura 1, muestra un típico entorno de IaaS donde los switches, máquinas y servidores son virtualizados bajo demanda del cliente.

### Plataforma como servicio (PaaS)

Este servicio está enfocado para desarrolladores de *software*, se puede crear un sinfín de aplicaciones sin la necesidad de tener una infraestructura que administrar, evitando los costos de espacio, energía y gestión de un centro de datos. De esta forma, los desarrolladores pueden enfocarse en la creación de sus servicios y acceder a ellas a través de un navegador web. Los clientes son libres de gestionarlos, distribuirlos y probarlos una vez que se encuentren alojados en la nube. Este servicio provee flexibilidad para el usuario, además, le permite tener control absoluto sobre las herramientas instaladas dentro de sus plataformas. También, ofrece la posibilidad de vincularse con equipos de trabajo localizados geográficamente en diferentes lugares para desarrollar sus aplicaciones como si estuvieran en el mismo lugar. Ejemplos típicos de este servicio son: *Microsoft Azure, AWS Lambda, Google App Engine, Salesforce, Red Hat OpenShift*, por mencionar algunos.

### Software como servicio (SaaS)

SaaS proporciona servicios basados en páginas web, donde los clientes ingresan a través de Internet. Estas aplicaciones son administradas y actualizadas por el proveedor del servicio, el usuario no se preocupa por instalar o bajar actualizaciones, ni copias de seguridad que garanticen la fiabilidad de la información. En este tipo de servicios no se requiere instalar aplicaciones en dispositivos móviles

o locales, solo se paga por su uso, y por algunas licencias. En otras palabras, en lugar de que el usuario o la empresa tenga que adquirir un servidor y alojar licencias costosas que conllevan administración y puesta a punto de los sistemas, el proveedor le da acceso a un conjunto de aplicaciones a través de Internet de manera muy simple y sin la necesidad de pensar en la instalación y mantenimiento de un servicio. Esto permite a pequeñas y medianas empresas enfocarse en su negocio sin distraerse en elementos de *software* y *hardware* que suelen ser ajenos a ellos. Ejemplos de este tipo de servicios son: *Dropbox, Google-Drive, Zendesk, Lumen5, Visme, MailChimp, Box*, entre muchos más.

La tabla 1 muestra cuáles recursos son manejados por el proveedor y cuáles recursos por el usuario en los diferentes servicios en la nube. Como se puede observar, IaaS permite un control más profundo de estos, pero implica un conocimiento más especializado de los sistemas y configuraciones de los mismos. Por otro lado, SaaS solo usa los recursos de red sin la necesidad de conocer cómo está compuesta la nube.

Recurso	IaaS	PaaS	SaaS
Aplicaciones	Cliente	Cliente	Proveedor
Centro de datos	Proveedor	Proveedor	Proveedor
Recursos de red	Proveedor	Proveedor	Proveedor
Almacenamiento	Proveedor	Proveedor	Proveedor
Sistema operativo	Cliente	Proveedor	Proveedor
Desarrollo y administración	Cliente	Proveedor	Proveedor

Tabla 1. Servicios IaaS vs. PaaS vs. SaaS.  
Fuente: elaboración propia.

## De qué está compuesto

Los tres tipos de servicios que provee el cómputo en la nube pueden ser montados en sistemas tradicionales, es decir, sistemas en los cuales una máquina (servidor) contiene un sistema operativo en el que se le instalan aplicaciones. En la actualidad se utiliza el concepto de virtualización, que consiste en abstraer un componente de *hardware* en un módulo de *software*. Esto genera muchas ventajas, ya que mejora el rendimiento de los recursos físicos que suelen ser desaprovechados cuando solo se tiene un componente de *software* (sistema operativo). Por ejemplo, se pueden agrupar múltiples máquinas virtuales en un servidor físico. Para ello se utiliza una herramienta llamada *hypervisor*, el cual gestiona los recursos físicos del servidor para que sean usados por todas las máquinas virtuales como

son memoria, acceso a la tarjeta de red, acceso a los procesadores y acceso al disco duro. Este concepto se conoce como *Network Function Virtualization (NFV)* [4]-[5], es decir, este paradigma tiene el propósito de utilizar máquinas de propósito general para virtualizar switches, servidores y máquinas virtuales. Si un cliente desea agregar una nueva función de red, solo se pone en marcha una nueva máquina virtual. Esto permite a los clientes y proveedores de estos sistemas crear y eliminar recursos de red dependiendo la demanda. De esta manera se obtiene una gran escalabilidad y personalización. Gracias a todas estas ventajas, los servicios de cómputo en la nube aprovechan el potencial del modelo NFV. La figura 1 muestra una red con switches y servidores virtuales montados en una máquina física sobre un *hypervisor*.

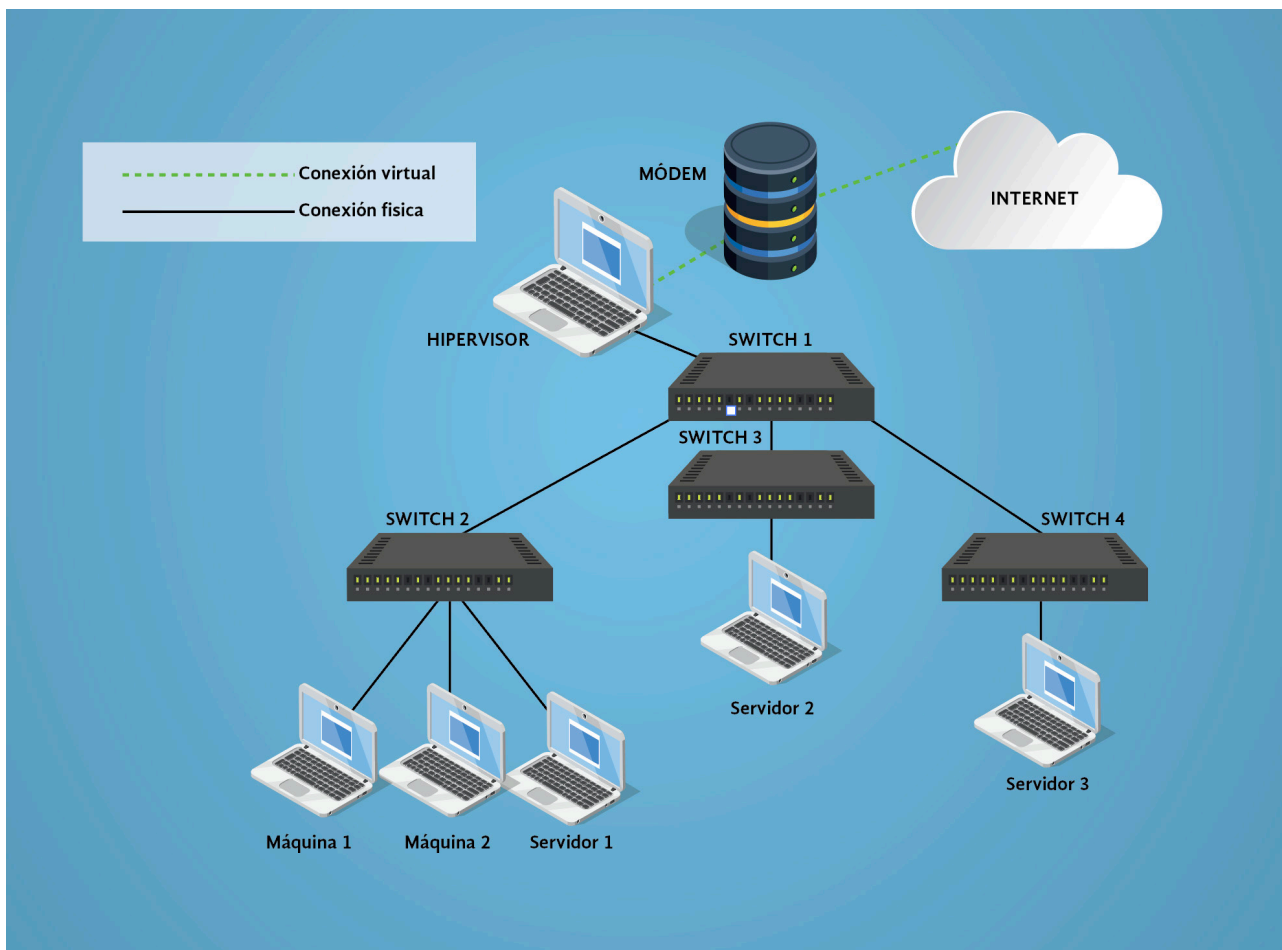


Figura 1. Red virtualizada mediante NFV, 2022.

Fuente: elaboración propia.

## Tipos de cómputo en la nube

### Nube privada

Las nubes privadas son entornos dedicados exclusivamente a un solo usuario o corporativo. Esto implica que el *hardware* como dispositivos de red y dispositivos de almacenamiento son administrados internamente por el usuario, generalmente detrás de un *firewall* para proteger la privacidad de la nube. Este modelo suele ser muy seguro, ya que internamente se establecen las medidas para su gestión. Sin embargo, se requiere de un amplio conocimiento de los múltiples sistemas que la componen. Más aún, se requiere la inversión de *hardware* y *software* para la puesta a punto de la nube.

### Nubes públicas

Este modelo provee recursos como almacenamiento, bases de datos, plataforma de desarrollo bajo demanda a través de Internet. Mientras que el *hardware* y *software* es propiedad del proveedor, quien es el encargado del mantenimiento y la administración. Este tipo de modelo permite a los desarrolladores centrarse en la parte medular de su negocio, sin la necesidad de adquirir y administrar *hardware*. Además, este tipo de modelo puede servir para migrar centros de datos y aplicaciones privadas a sistemas públicos, con todas las ventajas y desventajas que implica.

### Nubes híbridas

Este modelo consta de una mezcla de nubes privadas y nubes públicas.

### Beneficios

Las IES al ser una semilla de nuevos profesionistas, tienen la obligación de encaminar esfuerzos y explorar la implementación de nuevas tecnologías. Con base en esto, no solo los estudiantes de las universidades se verán beneficiados, sino también los ciudadanos en general que desean tener acceso al conocimiento y a la educación superior. A continuación, se muestran algunos de los beneficios del cómputo en la nube en las IES.

### Reducción de costo en compra de libros y material didáctico

Actualmente, miles de libros aún son comprados por las universidades, representando un porcentaje alto del presupuesto. Sin embargo, muchos de estos libros contienen temas que ya no son actuales, ya que la tecnología avanza a

pasos muy acelerados. El uso de bibliotecas digitales ofrece a los alumnos, profesores e investigadores consultar información, así como subir nuevos estudios y compartirlas con la comunidad universitaria, esta acción trae consigo un gran beneficio para que mucha gente pueda enterarse y acceder a nuevos estudios. Además, los recursos dentro de la nube se pueden actualizar fácilmente para que los estudiantes tengan la información más novedosa a un clic de distancia.

### Integración de equipos y colaboración

Un modelo de nube en las universidades ofrece una integración entre los diferentes departamentos, campus y escuelas, lo que facilita el intercambio de información y recursos de cómputo tanto a los estudiantes como a los profesores, independientemente de dónde se encuentren. Por un lado, los estudiantes tienen la oportunidad de colaborar con otras universidades nacionales o extranjeras sin la necesidad de trasladarse largas distancias mediante aplicaciones de aulas virtuales. Por otro lado, ofrece a los estudiantes que no viven en las grandes capitales, donde suelen estar las mejores universidades, obtener un título y acceder a una educación desde su lugar de origen sin la necesidad de trasladarse y pagar rentas costosas. Esto último, da pie a aumentar la plantilla estudiantil, ya que puede beneficiar a miles de estudiantes que no pueden entrar a las universidades por un límite de cupo y de esta forma fomentar el desarrollo humano con el propósito de dar bienestar a la ciudadanía.

### Integración de los sistemas administrativos

La pandemia de *COVID-19* ha detenido (octubre 2021, fecha de elaboración del texto) muchos procesos administrativos en las universidades debido a que muchos de sus sistemas siguen trabajando bajo el paradigma tradicional, es decir, los datos de los alumnos y profesores se obtienen a nivel local, por lo que al estar cerradas las universidades provocaron retrasos en pagos, en altas, en bajas de trámites y retrasos en titulaciones, que han afectado a muchos estudiantes. Por lo que un sistema en la nube bajo el modelo de nube privada, en la que los interesados se conecten mediante un sistema de varios pasos de autenticación, permitiría seguir trabajando sin ningún retraso administrativo.

### Integración y desarrollo educacional

El modelo SaaS más allá de ser ampliamente usado por los estudiantes en aplicaciones como *Facebook*, *Youtube* y *Google-drive*, permite a las mismas universidades desarrollar sus interfaces donde se tengan espacios de alma-

cenamiento para subir sus tareas, y el mismo sistema pueda calificarlas bajo rúbricas preestablecidas. Más aún, un sistema como IaaS le permitiría tanto a los estudiantes como a los investigadores pedir recursos como máquinas virtuales para procesar sus modelos y obtener resultados sin la necesidad de tener que preocuparse por la administración de centros de datos o la instalación de actualizaciones. Esto ayudaría a cientos de estudiantes e investigadores a procesar su información, y tan pronto obtengan resultados, los recursos se liberan para ser usados por otros usuarios. Por ejemplo, el portal de estadísticas de la Universidad Nacional Autónoma de México refiere que se tienen 88,571 computadoras propiedad de la UNAM con acceso a Internet y con una capacidad de 291 mil millones de operaciones por segundo en estaciones de supercómputo [6].

## Retos

### Seguridad

La información se ha convertido en el oro negro del siglo XXI, por lo que su protección y manejo debe tratarse bajo mucho cuidado, especialmente los ciberataques [7]. Sin embargo, bajo los correctos enfoques y prácticas de seguridad, los datos pueden estar seguros. Aunque siempre cabe la posibilidad de una infiltración mediante técnicas como el robo de identidad. Esto es una preocupación constante en el cómputo en la nube, ya que los usuarios suelen tener los accesos grabados en sus teléfonos inteligentes, y si estos son robados, la plataforma en la nube se vuelve vulnerable. Para minimizar este tipo de situaciones se pueden tener accesos más protegidos mediante medidas de autenticación múltiples donde se piden varios pasos para poder tener acceso a los recursos.

### Acceso a Internet

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en México refiere que solo el 72% de las personas de más de seis años tienen acceso a Internet [8]. Lo que representa que aún muchas personas en este país, no tengan acceso a Internet. Más allá de este dato, la calidad del servicio y el ancho de banda deficiente que experimentan los proveedores de Internet causan que el acceso a los sistemas en la nube no sea continuo y las interrupciones ocasionen pérdida de información.

## Migración hacia un modelo de cómputo en la nube en las IES

Es cierto que el uso del cómputo en la nube trae muchos beneficios como los mencionados en un entorno universitario [9]. Sin embargo, su migración no es tarea fácil, ya que se debe planear qué tipo de servicios se requieren en la universidad, qué aplicaciones se van a utilizar o se deben desarrollar para su uso en la nueva plataforma [9]. También se debe pensar si el costo de mantenimiento de los servicios trae consigo beneficios económicos o no, ya que muchas veces estos no son rentables en periodos largos. En general, antes de hacer una migración se deben plantear puntos como los siguientes [10]-[11]:

- ¿Cuánto tiempo se requiere para el regreso de la versión?
- ¿Cuáles aplicaciones van a estar en la nube?
- ¿Qué tipo de servicio se requiere en la nube (IaaS, SaaS, PaaS)?
- ¿Cuál modelo se adapta más a los requerimientos (nube privada, nube pública o mixta)?
- ¿Qué aplicaciones pueden ser propias (PaaS) y cuáles se pueden pagar licencias de uso?
- ¿Si se usan nubes privadas que experiencia se tiene en el equipo de red y administración?
- ¿Cuál es el nivel de apoyo tanto por el equipo de red y administración, así como del apoyo de uso de aplicaciones y mantenimiento durante la migración?

Una vez que se sabe qué tipo de nube se requiere y qué tipo de servicios se adaptan a las necesidades mediante un balance de costos/beneficios, es momento de hacer respaldos de la información por si algún proceso falla durante la migración. Además, se recomienda que antes de que se envíen los datos hacia la nube se establezcan canales seguros de comunicación y defensas como *firewalls* que eviten ataques. Una vez que los datos y los servicios están instalados, es momento de hacer pruebas para medir rendimientos, capacidad de almacenamiento, pruebas de seguridad, y de esta manera evaluar si el sistema es óptimo, o si los componentes que lo conforman son capaces de soportar la demanda de recursos tanto de cómputo como de almacenamiento. Posteriormente, se debe verificar que los estándares de seguridad sean adecuados, de lo contrario, mejorar las partes que no satisfagan los requerimientos planteados. Dado que estos procesos suelen ser complicados, se recomienda que la migración comience con pequeños departamentos de las universidades que no sean tan relevantes para aprender del proceso.

## Conclusiones

Las IES tienen la obligación de simplificar y modernizar sus procesos administrativos para agilizar y democratizar el alcance del conocimiento para cualquier ciudadano que desee mejorar sus condiciones de vida y al mismo tiempo dar bienestar a su comunidad. El cómputo en la nube puede ser una de estas herramientas que ayude a minimizar la desigualdad entre muchos ciudadanos, que por alguna razón no pueden ingresar a una institución, ya sea por cupo físico o por lejanía de sus ciudades de origen. Este paradigma mejoraría sustancialmente la vida de muchas personas al darles la oportunidad de acceder a miles de cursos y clases en línea donde puedan desarrollarse intelectualmente. Sin embargo, el reto más grande, más allá de la implementación de este tipo de sistemas, radica en eliminar procesos implementados en sistemas tradicionales de hace muchos años, donde directivos, rectores y líderes sindicales no aceptan el cambio a nuevos paradigmas que traen grandes beneficios a la comunidad educativa. Por lo que se deben crear acuerdos desde los puestos más altos para valorar los beneficios que involucra este tipo de paradigma y los costos sociales que conlleva el acceso a la información. Asimismo, esta tecnología trae consigo la formación de especialistas y el desarrollo de nuevas aplicaciones tanto institucionales como de uso general que pueden dar pie para evolucionar en todos los ámbitos académicos.

## Agradecimientos

Investigación realizada gracias al programa UNAM-PAPIIT IA105520 y IA102822.



## BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Schleicher, "The impact of COVID-19 on education - Insights from Education at a Glance 2020," *OECD 2020*. [En línea]. Disponible en: <https://www.oecd.org/education/the-impact-of-covid-19-on-education-insights-education-at-a-glance-2020.pdf> [Consultado en octubre 20, 2021].
- [2] T. Welsh y E. Benkhelifa, "On Resilience in Cloud Computing: A Survey of Techniques across the Cloud Domain," *ACM Computing Surveys*, vol. 53, no. 59, pp. 1-36, June 2020.
- [3] "Understanding cloud computing," *Red Hat*, marzo 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.redhat.com/en/topics/cloud> [Consultado en octubre 20, 2021].
- [4] L. Doyle, "What is NFV and what are its benefits," *Networkworld*, febrero 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.networkworld.com/article/3253118/what-is-nfv-and-what-are-its-benefits.html> [Consultado en octubre 20, 2021].
- [5] R. Khondoker, "SDN and NFV Security," *Springer*, vol. 30, 2018.
- [6] "La UNAM en números 2020-2021," [En línea]. Disponible en: <https://www.estadistica.unam.mx/numeralia/> [Consultado en octubre 20, 2021].
- [7] S. Singh, Y.-S. Jeong y J. H. Park, "A survey on cloud computing security: Issues, threats, and solutions," *Journal of Network and Computer Applications*, 2016.
- [8] "En México hay 84.1 millones de usuarios de Internet y 88.2 millones de usuarios de teléfonos celulares: ENDUTIH 2021," *INEGI, IFT*, 2021. [En línea]. Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/OtrTemEcon/ENDUTIH\\_2020.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/OtrTemEcon/ENDUTIH_2020.pdf) [Consultado en octubre 20, 2021].
- [9] T. Dong, Y. Ma y L. Liu, "The Application of Cloud Computing in Universities' Education Information Resources Management," *Springer*, vol. 159, 2012.
- [10] M. Britto, "Cloud Computing in Higher Education," *Library Student Journal*, enero 2012. [En línea]. Disponible en: <https://www.librarystudentjournal.org/index.php/ljsj/article/view/289/321/> [Consultado en octubre 20, 2021].
- [11] E. Altynpara, "How To Migrate To The Cloud: A Step-By-Step Guide," *Forbes*, abril 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2021/04/09/how-to-migrate-to-the-cloud-a-step-by-step-guide/> [Consultado en octubre 20, 2021].

Fecha de recepción: diciembre 13, 2021

Fecha de publicación: junio, 2022

### Cómo se cita

L. F. García, "El cómputo en la nube como una palanca para el desarrollo de las Instituciones de Educación Superior," *TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior*, no. 5, junio, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://ties.unam.mx/> [Consultado en mes día, año].