

Hacia una Red Cubana de Ciencia 2.0

Towards a Cuban Science Network 2.0

Francisco Alberto Fernández Nodarse

RESUMEN

Introducción: Del año 2005 al 2009 se desarrolló el Programa Ramal Científico Técnico "Red Cubana de Ciencia" auspiciado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba que obtuvo destacados resultados y un impacto nacional e internacional. Luego de más de 10 años transcurridos desde su diseño, se hizo necesario el desarrollo de una nueva versión en correspondencia con el estado actual de las TIC y sus servicios. Con el propósito modernizar y completar la Red Cubana de Ciencia como una red digital de contenidos, productos y servicios de Ciencia, Tecnología y el Medio Ambiente se desarrolló el proyecto "Modernización de la Red Cubana de Ciencia". **Objetivo:** abordar los principales resultados del proyecto, su correspondencia con los objetivos que se trazaron y vías para alcanzarlos. **Material y métodos:** las técnicas y métodos usados se destacan el histórico - lógico, el enfoque sistémico, las técnicas de grupo focal y de campo de fuerza, las entrevistas, la observación científica, la revisión documental, el criterio de expertos y la técnica de ladov. **Resultados y discusión:** la puesta en servicio de una modernizada infraestructura tecnológica de la red con niveles superiores de acceso y conectividad, un portal general de la Red Cubana de Ciencia versión web 2.0, un sistema de selección, adquisición, procesamiento, organización y actualización de los contenidos, así como se creación de facilidades experimentales de computación en la nube. **Conclusiones:** el proyecto contribuyó a mejorar la integración con otras redes y servicios con un uso compartido y personalizado de manera más eficiente.

Palabras clave: red informática; ciencia 2.0; Cuba; web; sistema de información; nube computacional

ABSTRACT

Introduction: From 2005 to 2009, the Scientific and Technical Branch Program "Cuban Network of Science" was developed under the auspices of the Cuban Ministry of Science, Technology and Environment, which obtained outstanding results and a national and international impact. Then more than 10 years after its design, it became necessary to develop a new version in correspondence with the current state of ICT and its services. With the purpose of modernizing and completing the Cuban Network of Science as a digital network of contents, products and services of Science, Technology and Environment, the project "Modernization of the Cuban Network of Science" was developed. **Objective:** to approach the main results of the project, their correspondence with the objectives that were set and ways to achieve them. **Material and methods:** the techniques and methods used, the historical - logical, the systemic approach, the focus group and force field techniques, the interviews, the scientific observation, the literature review, the expert opinion and the ladov technique stand out. **Results and discussion:** the commissioning of a modernized technological infrastructure of the network with higher levels of access and connectivity, a general portal of the Cuban Network of Science 2.0 web version, a system of selection, acquisition, processing, organization and updating of the contents, as well as the creation of experimental facilities for cloud computing. **Conclusions:** the project contributed to improving integration with other networks and services with shared and personalized use in a more efficient way.

Keywords: computer network; science 2.0; Cuba; Web; information system; computational cloud

Introducción

En los últimos años han emergido diferentes tipos de aplicaciones y plataformas que tratan de ayudar a los científicos en su trabajo, ofreciéndoles diferentes herramientas para gestionar sus flujos de trabajo, facilitarles el rastreo de información pertinente, brindarles nuevos medios para comunicar sus hallazgos, así como visibilizar la investigación (Colorado-Chávez, P., 2018) y a las instituciones científicas en la era digital (López Pérez, L. & Dolores Olvera-Lobo, M., 2015). A esas transformaciones en la forma de realizar la investigación científica se le ha denominado Ciencia 2.0 (Fernández, F.A., 2018), y se le puede definir, por analogía con la definición de Web 2.0, como el conjunto de servicios y aplicaciones basados en la colaboración y la participación del usuario, dentro del ámbito científico, en un nuevo entorno virtual hacia donde la ciencia evoluciona (Candela, L., Castelli, D., & Pagano, P., 2013). Esto se ve potenciado por diversas tipologías de aplicaciones y herramientas que avanzan hacia la Web 3.0 (Fernández, F.A., 2011).

Del año 2005 al 2009 se desarrolló el Programa Ramal Científico Técnico “Red Cubana de Ciencia” auspiciado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) de Cuba que obtuvo destacados resultados y un impacto nacional e internacional reconocido, entre otros, por el Premio 2007 en la categoría de e-ciencia de la Cumbre Mundial (World Summit Award- WSA) auspiciada por la Organización de Naciones Unidas y que luego se generalizaron a través de varios proyectos internacionales de colaboración. Luego de más de 10 años transcurridos desde su diseño y de prestar servicio, debido al acelerado desarrollo de las TIC, la convergencia tecnológica y las necesidades del país, se hizo necesario el desarrollo de una nueva versión en correspondencia con el estado actual de las TIC y sus servicios, para lo cual se aprobó un proyecto financiado por el Fondo Financiero de Ciencia e Innovación (FONCI) de Cuba que tuvo como principal ejecutor la Empresa de Tecnologías de la Información y Servicios Telemáticos (CITMATEL). El objetivo de este proyecto de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), denominado “Modernización de la Red Cubana de Ciencia”, fue modernizar y completar la Red Cubana de Ciencia como una red digital de contenidos, productos y servicios de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente que se establece como un espacio de colaboración e interacción. Ello concebía poner en servicio una modernizada infraestructura tecnológica de la red con niveles superiores de acceso y conectividad soportada sobre la red CENIAINTERNET, un portal general de la Red Cubana de Ciencia versión Web 2.0, un sistema de selección, adquisición, procesamiento, organización y actualización de los contenidos, así como crear facilidades experimentales de computación en la nube (Kaur, A., & Singh, V.P., 2018).

Proyecto “Modernización de la Red Cubana de Ciencia”

Entre los objetivos específicos del proyecto se planteó la creación de:

- Comunidades virtuales y repositorios que satisfagan las necesidades de información y comunicación del Sistema nacional de ciencia, tecnología y medio ambiente.

- Medios para la introducción, divulgación y generalización de los resultados de I+D+i, que contribuyan al trabajo colaborativo, al procesamiento y compartición de datos, información, conocimientos y otros recursos, la formación especializada y de una cultura científico técnica, de investigación, desarrollo e innovación.
- Facilidades experimentales, resultado de la introducción de nuevas tecnologías, productos, servicios y contenidos en el campo de las TIC, que propicien la generación, aplicación y/o difusión de nuevos conocimientos como resultado de la convergencia tecnológica, la integración y el desarrollo organizacional.

Para cumplir los objetivos antes mencionados, se crearon los siguientes sub proyectos identificándose también sus objetivos generales y específicos:

- Sub proyecto 1: Infraestructura tecnológica de una red modernizada con niveles superiores de acceso y conectividad soportada sobre la red CENIAINTERNET
Objetivo general: Mejorar la infraestructura tecnológica de una red modernizada con niveles superiores de acceso y conectividad soportada sobre la red CENIAINTERNET, con una mayor diferenciación y diversidad en los servicios según los perfiles de usuarios, logrando mayor movilidad y ubicuidad de los servicios de comunicación e información.

Sus objetivos específicos son:

- Modernizar el centro de datos con carácter multiplataforma y multimedia para la Red Cubana de Ciencia v.2.0 para que garantice la infraestructura tecnológica para la comunicación con mejores niveles de satisfacción de los usuarios, así como el almacenamiento y acceso a los datos, contenidos multimedia y conocimientos, la ejecución de aplicaciones y la prestación de servicios en línea con la seguridad y velocidad requeridas.
- Lograr mayor diferenciación y diversidad en los servicios según los perfiles de usuarios logrando mayor movilidad y ubicuidad de los servicios de comunicación e información.
- Evaluar la calidad y seguridad del servicio.
- Implementar las Buenas Prácticas para la mejora de la calidad del servicio.

- Sub proyecto 2. Portal general de la Red Cubana de Ciencia versión WEB 2.0

Objetivo general: Desarrollar y poner en servicio el Portal General de la Red Cubana de Ciencia versión Web 2.0.

Sus objetivos específicos son:

- Desarrollar y poner en servicio nueva versión Web 2.0 del Portal de acceso a la Red Cubana de Ciencia, adaptable a diferentes dispositivos, que permita la integración, actualización sistemática y el intercambio de información y conocimientos, la compartición y el acceso a los servicios creados que tendrán como características:
 - digitalización, inmediatez, interconexión e interactividad,
 - múltiples medios para presentar los contenidos: multimedia, videos, libros electrónicos, aplicaciones para móviles, mapotecas, bibliotecas, repositorios, bases de datos, etc.,
 - nuevas herramientas comunicativas y para compartir

- recursos,
 - posibilidad de acceso masivo, seguro y personalizado según perfiles,
 - posicionamiento SEO (Search engine optimization)
 - bilingüe: español e inglés.
 - Creación de comunidades virtuales seleccionadas vinculadas a la ciencia, tecnología y medio ambiente según prioridades definidas por el CITMA.
 - Personalización de maquetas para sitios Web de entidades seleccionadas.
- Sub proyecto 3: Contenidos en la Red: Sistema de selección, adquisición, procesamiento, organización y actualización de los contenidos para la Red Cubana de Ciencia
Objetivo general: Crear e implementar un Sistema de selección, adquisición, procesamiento, organización, actualización e intercambio de datos, información y conocimientos para lograr una Red Cubana de Ciencia caracterizada por la calidad y pertinencia de sus contenidos digitales.
Sus objetivos específicos son:
 - Crear e implementar las herramientas informáticas para el Sistema.
 - Crear e implementar las normas y procedimientos para garantizar la calidad de los contenidos digitales de la Red Cubana de Ciencia.
 - Crear mecanismos organizativos que garanticen el funcionamiento del Sistema, incluyendo lo relacionado con la participación de la comunidad científica como usuaria y proveedora de contenido.
 - Sub proyecto 4: Facilidades experimentales de computación en la nube
Objetivo general: Creación de facilidades experimentales de computación en la nube sobre la infraestructura tecnológica de la red CENIAINTERNET.
Sus objetivos específicos son:
 - Diseñar, desarrollar, implementar y poner en servicio de forma experimental una nube computacional con servicios básicos.
 - Establecer las normas, estándares y procedimientos para garantizar la calidad del servicio.
 - Innovar utilizando las aplicaciones en la nube para aumentar la disponibilidad de servicios informáticos.
 - Preparar la infraestructura técnica y el personal para la posterior generalización de estos servicios.
 - Evaluar la puesta en marcha de nuevas herramientas, aplicaciones y servicios, incluyendo plataformas de software libre y propietario.

Por consiguiente, el objetivo de este trabajo es abordar los principales resultados del proyecto, su correspondencia con los objetivos que se trazaron y vías para alcanzarlos.

Materiales y Métodos

Esta investigación se realizó mediante el método histórico-lógico, con el objetivo de realizar un análisis de los referentes teóricos, metodológicos y tecnológicos que sustentaron el proceso de modernización de la Red Cubana de Ciencia y las tendencias actuales, así como, el enfoque sistémico para determinar las relaciones entre los componentes del proceso.

A partir de los principales estándares y modelos de mejora para la gestión de proyectos con un enfoque basado en procesos se utilizó la metodología Scrum (Lainez Fuentes, J. R., 2014). Se trabajaron con estándares y prototipos de las estructuras de datos, repositorios y bases de datos reconocidos internacionalmente. Para la evaluación de la calidad de productos y servicios se empleó la norma ISO/IEC-25023 (ISO/IEC-25023, 2016).

Para la modelación del negocio y determinación de los requerimientos al inicio de la investigación se realizó una caracterización del estado de la Red Cubana de Ciencia evaluándose indicadores agrupados en las dimensiones tecnológica, organizativa y contenidos con el uso de una escala ordinal y con la participación de 67 especialistas, directivos y usuarios en representación de la población estudiada, constituida fundamentalmente por usuarios de la comunidad científica y académica del país y el personal de dirección y técnico encargado de su gestión. Para ello se realizaron entrevistas, se aplicaron las técnicas de grupo focal y de campo de fuerza cuyos resultados, unidos a la revisión documental y observación científica, fueron triangulados metodológicamente para lograr una mayor precisión y objetividad.

Para la valoración de los resultados finales del proyecto se empleó una consulta a 33 expertos seleccionados de las áreas de ciencia, tecnología, organización, información y gestión de conocimiento usando el método Delphi. Para determinar el índice de satisfacción de los usuarios se aplicó la Técnica de Iadov (Flores, I. G. et al., 2017) para lo que se tomó una muestra intencional de 18 especialistas, 8 directivos y 29 usuarios.

Resultados y Discusión

La estrategia aplicada para la modernización de la Red Cubana de Ciencia se estructuró en las etapas de Modelación del negocio y determinación de requerimientos, Análisis y diseño, Implementación, Puesta a punto y prueba, Aseguramiento de la calidad, Implantación y Despliegue. Ajustadas a las particularidades de cada sub proyecto, dichas etapas se desarrollaron de manera exitosa. Según los resultados obtenidos en los controles de cada etapa se efectuaron adecuaciones y cambios en las acciones realizadas.

La caracterización del estado de la Red Cubana de Ciencia al inicio de la investigación fue de poco adecuada como consecuencia de las debilidades, amenazas, oportunidades y fortalezas que fueron identificadas en las dimensiones tecnológica, organizativa y contenidos. Ello fue tomado en cuenta durante la etapa de modelación del negocio y determinación de los requerimientos, punto de partida para las siguientes etapas de la investigación.

La valoración de los resultados de la investigación calificados como muy adecuados en la consulta a expertos y el alto índice de satisfacción obtenido con la aplicación de la Técnica de Iadov (Flores, I. G. et al., 2017) reflejan el cumplimiento de los objetivos del proyecto. A continuación, se abordan los principales resultados de cada sub proyecto.

Sub proyecto: Infraestructura tecnológica de una red modernizada con niveles superiores de acceso y conectividad

La nueva infraestructura tecnológica de la red, soportada sobre la red CENIAINTERNET, garantiza niveles superiores de acceso y conectividad con una mayor diferenciación y diversidad en los servicios, así como logra mayor movilidad y ubicuidad. Para ello:

- Se modernizó el centro de datos con carácter multiplataforma y multimedia para la Red Cubana de Ciencia v.2.0 garantizando la infraestructura tecnológica para la comunicación con mejores niveles de satisfacción de los usuarios, así como el almacenamiento y acceso a los datos, contenidos multimedia y conocimientos, la ejecución de aplicaciones y la prestación de servicios con la seguridad y velocidad requeridas.
- Se logró mayor diferenciación y diversidad en los servicios según los perfiles de usuarios logrando mayor movilidad y ubicuidad de los servicios de comunicación e información.
- Se evaluó la calidad y seguridad del servicio implementándose un Sistema de Buenas Prácticas que mejora la protección de datos y seguridad informática.
- Se ampliaron los anchos de banda y los servicios inalámbricos a la comunidad científica incluyendo Internet en los móviles.
- Se brindó soporte al nuevo servicio de videoconferencias.
- Se mejoró la seguridad informática en correspondencia con la nueva infraestructura tecnológica de la red, la gestión de recursos virtualizados, la ampliación de los anchos de banda y los servicios inalámbricos.

En cuanto a la filosofía de diseño de la nueva infraestructura tecnológica se destacan entre los conceptos y prácticas aplicadas:

- Una arquitectura y aplicaciones con un mayor nivel de escalabilidad, dado el crecimiento de los conjuntos de datos, las dificultades para predecir los patrones de tráfico y la necesidad de tiempos de respuesta más rápidos.
- Permitir la solución o minimización de limitaciones proporcionando recursos abstractos que se combinan con el modelo de aprovisionamiento bajo demanda.
- Una administración que se orienta a la de un sistema virtual que gestiona recursos virtualizado.
- Un diseño, implementación y despliegue que se realiza teniendo en cuenta la detección y la recuperación de fallos, para lo que se siguen estrategias que incluyen, a modo de ejemplo, la copia automatizada de seguridad y restauración coherente para sus datos, hilos de proceso que se reanuden al reiniciar, sincronizar el estado del sistema volviendo a cargar mensajes de las colas y conservar imágenes virtuales pre configuradas y pre optimizadas.
- Facilitar desacoplar componentes, crear sistemas asíncronos

y escalar de forma horizontal, así como reforzar el principio de diseño conocido como Arquitectura Orientada a Servicios (SOA) (Alanazi, S., Anbar, M., Nibras Abdullah, M., & Al-wesabi, O., 2019).

- Facilitarla implementación de la elasticidad, ya sea implementando escalado cíclico proactivo, el basado en eventos proactivos o el automático basado en la demanda.
- Un proceso de implementación con un adecuado nivel de automatización.
- Una arquitectura que debe estar diseñada para gestionar operaciones en paralelo con la finalidad de conseguir el máximo rendimiento y posibilidades de procesamiento.
- Facilitar mantener los datos dinámicos más cerca de la estructura informática y los datos estáticos más cerca del usuario final.
- Aplicar prácticas de seguridad a nivel de red y de aplicaciones a implementarse en todas las capas de la arquitectura que permita proteger los datos en tránsito y en reposo.

Sub proyecto: Portal general de la Red Cubana de Ciencia versión Web 2.0

Se desarrolló el Portal de la Red Cubana de Ciencia versión Web 2.0 en correspondencia con los patrones de diseño y modelos de negocios de la Web 2.0 (O'Reilly, T., 2007) y adaptable a diferentes dispositivos, lo que permitirá la integración, actualización sistemática, intercambio y compartición de información y conocimientos, así como el acceso a sus servicios caracterizados por:

- Interactividad.
- Múltiples medios para presentar los contenidos (multimedia, videos, libros electrónicos, etc.), aplicaciones para móviles, mapotecas, bibliotecas, repositorios, bases de datos, etc.
- Nuevas herramientas comunicativas y para compartir recursos.
- Servicios de información, gestión de trámites y acceso a registros públicos,
- Posibilidad de acceso masivo, seguro y personalizado según perfiles.
- Posicionamiento SEO (Search engine optimization)
- Bilingüe: español e inglés.
- Buscador avanzado que permite búsquedas estructuradas o no, usando como motor de búsqueda y análisis del Elastic search, que es un servidor de búsqueda de texto completo, distribuible y fácilmente escalable.
- Escrito en Java bajo la filosofía de desarrollo de código abierto y una licencia de Apache Lucene.

- Facilidades de administración y moderación de servicios.
- Comunidades virtuales y repositorios especializados con herramientas que facilitan el trabajo colaborativo, la compartición de recursos y variados canales de comunicación que incluyen wiki, blogs, foros, chat, redes sociales, etc.
- Entornos virtuales para la investigación científica y la educación.
- Personalización de maquetas para sitios Web de entidades seleccionadas.
- Réplica en servidores en el exterior y mayor ancho de banda nacional.

El Portal se implementó fundamentalmente en PHP utilizando el framework de código abierto Laravel, así como los gestores de bases de datos MySQL y DSpace. Este portal de la Red Cubana de Ciencia puede accederse a través de <http://www.redciencia.cu>

Sub proyecto: Sistema de selección, adquisición, procesamiento, organización y actualización de los contenidos para la Red Cubana de Ciencia

Para la gestión de los contenidos y garantizar su calidad y pertinencia se desarrolló e implantó un Sistema de selección, adquisición, procesamiento, organización, actualización e intercambio de datos, información y conocimientos. Esto resultó esencial para mantener el Portal actualizado y con temas de relevancia para los públicos objetivos.

Para ello se diseñaron e implementaron:

- Herramientas informáticas para la gestión del Sistema.
- Normas y procedimientos para garantizar la calidad y pertinencia de los contenidos digitales de la Red Cubana de Ciencia.
- Mecanismos organizativos que garanticen su funcionamiento incluyendo los relacionados con la participación de la comunidad científica como usuaria y proveedora de contenido
- Red de gestores de contenidos constituidos en una comunidad virtual con facilidades para el trabajo colaborativo en la red.
- Perfiles de la Red Cubana de la Ciencia en las redes sociales.

Los contenidos y servicios que ofrece la Red Cubana de Ciencia son fundamentalmente de carácter científico, tecnológico, de innovación y medio ambiental orientados a diferentes públicos. Ello abarca:

- Portales generales y temáticos con sus comunidades y repositorios virtuales
- Sitios web de entidades vinculadas a la ciencia, tecnología e innovación
- Colecciones multimedia en diversos formatos, soportes e idiomas.

- Noticias y efemérides sobre ciencia, tecnología y medio ambiente.
- Directorios, catálogos, repositorios, comunidades virtuales, registros públicos y bases de datos de información y conocimientos en línea que resultan útiles también para los entornos virtuales de investigación (Estrada, O., Fernández, F., Zambrano, J., Quintero, L., & Fuentes, D., 2017), entre los que se destacan los vinculados a los sistemas de vigilancia y alerta meteorológica, sismológica y medioambientales, de propiedad industrial, de normalización, de calidad, de seguridad radiológica y biológica, así como de I+D+i.
- Colecciones de bibliotecas generales y temáticas. Bibliotecas de ciencia, técnica e innovación.
- Sistemas de Archivos.
- Servicios de vigilancia tecnológica.
- Programas científico- técnicos y de innovación.
- Resultados y premios de ciencia, tecnología, innovación y medio ambiente.
- Invenciones y patentes.
- Servicios de información, registros públicos y trámites.
- Librerías virtuales.
- Información sobre eventos y sus resultados.
- Cursos y materiales para capacitación, formación profesional y fomento de una cultura científico técnica general.
- Publicaciones y revistas digitales.
- Otras redes temáticas vinculadas a la ciencia, tecnología y medio ambiente.

Sub proyecto: Facilidades experimentales de computación en la nube

Se desarrolló e implementó con carácter experimental en CITMATEL una nube experimental con servicios básicos sobre la infraestructura tecnológica de la red CENIAINTERNET. Ello incluyó:

- El diseño, implementación y puesta en servicio de una nube computacional con servicios básicos (Rashid, A., & Chaturvedi, A., 2019).
- El establecimiento de las normas, estándares y procedimientos para garantizar la calidad del servicio en la nube.
- La preparación de la infraestructura técnica y el personal para la posterior generalización de estos servicios.
- La puesta en servicio y evaluación del comportamiento de

nuevas herramientas, aplicaciones y servicios de la nube computacional, incluyendo el uso de plataformas de software libre y propietario.

- El uso de las facilidades de la nube para aumentar la disponibilidad y eficiencia de servicios informáticos, en particular la compartición de recursos, el flujo de tareas y la flexibilidad de la infraestructura tecnológica.

La arquitectura de hardware propuesta fue similar para la nube empresarial desarrollada con software propietario utilizando MS Sharepoint y para la nube pública con el software libre Nextcloud, ambas sobre la infraestructura de la red CENIAI-INTERNET y orientadas para clientes seleccionados. Teniendo en cuenta sus beneficios e impacto (Loukis, E., Janssen, M., & Mintchev, I., 2019), el servicio básico implementado en las nubes es el de Software as a Service (SaaS, por sus siglas en inglés) (Naresh, K. et al., 2019). La arquitectura de almacenamiento, la arquitectura de red, la arquitectura de proceso (virtualización y clúster) y la arquitectura del suministro de energía y respaldo eléctrico fueron abordadas en el diseño e implementación de la infraestructura de la nube que cuenta con alimentación redundante de unidades de distribución de energía, controladores de almacenamiento redundantes, rutas de acceso de almacenamiento repetidas y redundancia en el almacenamiento de datos.

El centro de datos, tanto en el nodo CENIAI-INTERNET como en el nodo de la sede central CITMATEL, tiene una estructura muy similar. Los servidores frontales de la nube están en un primer nivel situados en máquinas virtuales diferentes para de esa forma asegurar que los recursos de los servidores virtuales (Fernández, R. S., & Nuno, C.D., 2018) siempre estén disponibles. Los servidores físicos se configuran como un clúster de servidores administrados por un servidor de gestión (vCenter). En caso de sobrecarga de una máquina virtual o caída del servidor físico el vCenter debe arrancar el servicio en alguno de los otros servidores del clúster, lo que garantiza la estabilidad del servicio. Cada servidor tiene una tarjeta para el acceso a la red local y otra redundante, así como una tercera para el acceso a la red de almacenamiento y administración. Los servidores tipo NAS permiten maximizar la transferencia de datos entre los servidores y el sistema de almacenamiento. VMware se utilizó para el proceso de virtualización de los servidores que componen la nube, así como un VMware vCenter para administrar las máquinas virtuales.

En las acciones de implementación de la nube (Sukhpal, S., & Chana, I., 2016) se enfrentaron desafíos en cuanto a la disponibilidad, la administración de los datos, la coherencia en el diseño e implementación de los componentes, el mantenimiento, la reutilización, la naturaleza distribuida de las aplicaciones para lograr un acoplamiento flexible y maximizar la escalabilidad, la información del entorno de ejecución, el soporte a los cambios, las cargas de trabajo variables, los picos en la actividad en un escenario multi inquilino, la escalabilidad, la detección de errores, la recuperación y la seguridad.

Conclusiones

El proyecto “Modernización de la Red Cubana de Ciencia” permitió dar respuesta a las necesidades de desarrollo en correspondencia

con el estado actual de la tecnología, alcanzándose su objetivo de modernizar y completar la Red Cubana de Ciencia como una red digital de contenidos, productos y servicios de Ciencia, Tecnología y el Medio Ambiente que se establece como un espacio de colaboración e interacción. Evidencia de ello son los resultados alcanzados donde se destacan la puesta en servicio de una modernizada infraestructura tecnológica de la red con niveles superiores de acceso y conectividad, un portal general de la Red Cubana de Ciencia versión web 2.0, un sistema de selección, adquisición, procesamiento, organización y actualización de los contenidos, así como de facilidades experimentales de computación en la nube.

Los resultados del proyecto contribuyeron a mejorar la integración con otras redes y servicios con un uso compartido, personalizado y más eficiente del soporte tecnológico enmarcado dentro de la concepción de la Ciencia 2.0, lo que constituyó una experiencia enriquecedora para los participantes, destacándose la asimilación de nuevas tecnologías involucradas en su ejecución.

Referencias

- Alanazi, S., Anbar, M., Nibras Abdullah, M. & Al-wesabi, O. (2019). Evaluation Approaches of Service Oriented Architecture (SOA) - A Survey. Paper in 2nd International Conference on Computer Applications & Information Security (ICCAIS). [https://www.semanticscholar.org/paper/Evaluation-Approaches-of-Service-Oriented-\(SOA\)-A-Alanazi-Abdullah/72564e45285870a873520444c29a6e65d612d07d](https://www.semanticscholar.org/paper/Evaluation-Approaches-of-Service-Oriented-(SOA)-A-Alanazi-Abdullah/72564e45285870a873520444c29a6e65d612d07d)
- Candela, L., Castelli, D., & Pagano, P. (2013). Virtual research environments: an overview and a research agenda, *Data Science Journal*, 30 July 2013
- Colorado-Chávez, P. (2018). Ciencia 2.0: Visibilizar la Investigación en la Era Digital. *Revista Universidad Eafit*. <http://www.eafit.edu.co/noticias/revistauniversidadeafit/172/ciencia-dos-punto-cero-visualizar-investigaci%C3%B3n-era-digital>
- Estrada, O., Fernández, F., Zambrano, J., Quintero, L., & Fuentes, D. (2017). El entorno virtual para la investigación científica y sus dimensiones. *Apuntes para la formación de habilidades investigativas. Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación*, Vol. 3(1), 229 – 235.
- Fernández, R. S., & Nuno, C. D. (2018). Virtualización de servidores. *Revista científica multidisciplinaria base de conocimiento*, Vol.5, 34-44, ISSN 2448-0959.
- Fernández, F.A. (2011) La web 2.0 y 3.0: de los datos al conocimiento. Trabajo presentado en XIV Convención y Feria Internacional Informática 2011, ISBN 978-959-7213-01-7, Habana, Cuba.
- Fernández, F.A. (2018). Ciencia 2.0 y Red Cubana de ciencia. Trabajo presentado en XVII Convención y Feria Internacional Informática 2018, ISBN 978-959-7255-00-0, Habana, Cuba.
- Flores, I. G. et al. (2017). Una contribución a la gestión de la información de ciencia, tecnología e innovación.

Vivat Academia, Vol. 140, Madrid.

ISO/IEC-25023. (2016). Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- Measurement of system and software product quality. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:25023:ed-1:v1:en>

Kaur, A., & Singh, V.P. (2018). The Future of Cloud Computing: Opportunities, Challenges and Research Trends. Paper in Second International conference on I-SMAC IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud, ISBN:978-1-5386-1442-6.

Lainez Fuentes, J. R. (2014). Desarrollo de software ágil. Extreme Programming y Scrum (Editorial CreateSpace Independent Publishing Platform). ISBN 978-1502952226.

López Pérez, L., & Dolores Olvera-Lobo, M. (2015). Comunicación de la ciencia 2.0 en España: El papel de los centros públicos de investigación y de medios digitales. *Mediterranean Journal of Communication*, Vol. 6(2).

Loukis, E., Janssen, M., & Mintchev, I. (2019). Determinants of software-as-a-service benefits and impact on firm performance. *Decision Support Systems*, Vol. 117, 38-47.

Naresh, K. et al. (2019). Research on Cloud Computing by

using SaaS Model. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, ISSN: 2277-3878, Vol. 8(1S4). <https://www.ijrte.org/wp-content/uploads/papers/v8i1s4/A11210681S419.pdf>

O'Reilly, T. (2007). What Is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. *International Journal of Digital Economics*, Vol. 6(5), 17-37.

Rashid, A., & Chaturvedi, A. (2019). Cloud Computing Characteristics and Services: A Brief Review. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, Vol. 7 (2), 421-426.

Sukhpal, S., & Chana, I. (2016). A survey on resource scheduling in cloud computing: Issues and challenges. *Journal of grid computing*, Vol. 2, 217-264.

Recibido: 18 de febrero de 2020
Aprobado en su forma definitiva:
30 de mayo de 2020

Francisco Alberto Fernández Nodarse
Empresa de Tecnologías de la Información y Servicios Telemáticos (Citmatel).
Playa, La Habana, Cuba,
Correoe.:ffn110952@gmail.com
