

Propuesta de Laboratorio Virtual para la asignatura Ecología de la carrera Licenciatura en Biología

Proposal for a virtual laboratory for the Ecology subject of the Bachelor's degree in Biology

Est. Claudia Arias-Rodríguez

<https://orcid.org/0000-0003-1105-8120>
claudia.arias@estudiantes.uo.edu.cu
Universidad de Oriente, Santiago de Cuba

Dr. C. Henry Bory-Prevez

<https://orcid.org/0000-0001-5508-0501>
bory@uo.edu.cu
Universidad de Oriente, Santiago de Cuba

MSc. Dunia Rodríguez-Heredia

<https://orcid.org/0000-0003-4676-7314>
duniarh@uo.edu.cu
Universidad de Oriente, Santiago de Cuba

Lic. Alejandro Catalá-Jiménez⁴

<https://orcid.org/0000-0001-6652-5449>
alejandro.catala@uo.edu.cu
Universidad de Oriente, Santiago de Cuba

Resumen. La asignatura Ecología se imparte en el segundo año de Licenciatura en Biología, para que los estudiantes conozcan las relaciones entre los organismos y su ambiente y el comportamiento de las poblaciones de especies ante diferentes escenarios, por lo que el objetivo del trabajo es proponer un Laboratorio Virtual para la asignatura, de tal forma que el estudiante se familiarice e infiera el comportamiento dinámico de las poblaciones ante variaciones de los parámetros: población inicial, velocidad de crecimiento y capacidad de carga. Se aplicó el modelo de crecimiento logístico, este se implementó en el programa Stella 9.0.2 para que el estudiante pueda variar los parámetros del modelo y crear escenarios que le permitirán entender e inferir la respuesta de un sistema para diferentes condiciones. El laboratorio que se propone constituye una herramienta que fomenta en los estudiantes habilidades infotecnológicas, siendo un ejemplo de inserción de la Estrategia Curricular de Computación.

Palabras clave: Laboratorio Virtual, Ecología, Licenciatura en Biología, dinámica de poblaciones.

Abstract. The Ecology subject is taught in the second year of the Biology Degree, so that students know the relationships between organisms and their environment and the behavior of species populations in different scenarios, so the objective of the work is to propose a Virtual Laboratory for the subject, in such a way that the student becomes familiar with and infers the dynamic behavior of populations in the face of variations in the parameters: initial population, growth rate and carrying capacity. The logistic growth model was applied, this was implemented in the Stella 9.0.2 program so that the student can vary the parameters of the model and create scenarios that will allow him to understand and infer the response of a system for different conditions. The proposed laboratory constitutes a tool that fosters information technology skills in students, being an example of the insertion of the Computing Curriculum Strategy.

Keywords: Virtual Laboratory, Ecology, Degree in Biology, population dynamics.

Introducción

La enseñanza universitaria debe estar a tono con los tiempos que corren, la era de la informatización exige que tanto profesores como estudiantes se actualicen en las formas de enseñar y aprender, respectivamente. Hoy día se manejan términos como TIC, aprendizaje móvil (Estrada y Boude, 2018) y otros, que dan cuenta de la rápida transformación de pensamientos que debe regir las enseñanzas actuales. Autores como Queiruga, et al. (2021) plantean que los estudiantes de estos tiempos son “nativos digitales” aunque hacen uso de las herramientas TIC, tecnologías de la información y las comunicaciones, más relacionado con su ocio que con su aplicación hacia el aprendizaje. Lo anterior es una de las razones por las que las universidades exigen el empleo de las TIC en sus diversas formas de enseñanza y aprendizaje.

En el trabajo de Donatien (2021) se plantea que el siglo XXI, presenta una sociedad conocida como *Sociedad de la Información y del Conocimiento*, en el que las TIC desempeñan un papel importante en la gestión del conocimiento, con una visión futurista, estando entre las características de estas tecnologías: interactividad, instantaneidad, innovación y digitalización. De igual manera, Tapia et al. (2017) destacan que la aplicación de las TIC en la enseñanza implica la movilización de

una diversidad de estrategias y metodologías que favorezcan un aprendizaje activo, participativo y constructivo.

Una de las formas de enseñanza en la actualidad por la que más abogan los educadores es el empleo de los laboratorios virtuales, que, si bien no reflejan en su totalidad los escenarios reales, constituyen una aproximación a estos y permiten hacer predicciones, evaluaciones, interpretaciones, que ayudan a entender la realidad. De esta forma, los laboratorios virtuales han sido diseñados para que los estudiantes puedan cambiar las variables de entrada y observar e interpretar las respuestas del sistema. De aquí que una de las ventajas de estas herramientas computacionales es la de permitir realizar múltiples experimentos, que si fueran llevados a cabo en la realidad demandarían de más tiempo, esfuerzo y gastos económicos.

Infante (2014) plantea que los laboratorios virtuales destacan por su impacto visual y sus características de animación, las cuales simulan el ambiente de un laboratorio real. Al decir de Romero y Quesada (2014), el empleo de simulaciones, laboratorios virtuales, visualizaciones o laboratorios remotos ha abierto un nuevo abanico de posibilidades en la búsqueda de contextos significativos para el aprendizaje de conocimientos científicos.

Diferentes definiciones de Laboratorio virtual son encontradas en los trabajos de Monge y Méndez (2007), Vega et al. (2016), Luengas et al. (2017) y Occelli y Romano (2018):

- Un espacio electrónico de trabajo concebido para la colaboración y la experimentación a distancia.
- Representaciones realizadas a través de software que muestran en una pantalla objetos que imitan las características físicas de objetos reales.
- Simulaciones que muestran una representación del contexto de un laboratorio y permiten -en función de su grado de interactividad- el desarrollo de un “experimento”.
- Representaciones realizadas a través de software que muestran en una pantalla objetos que imitan las características físicas de objetos reales; son altamente atractivos para la audiencia joven, pues se presentan como videojuegos, donde se les permite a los participantes, explorar e interactuar con los elementos existentes en este espacio virtual.

- Simulación en computadora de una amplia variedad de situaciones, desde prácticas manipulables hasta visitas guiadas, en un ambiente interactivo, que quienes aprenden pueden usar fuera del campus universitario y sin ayuda de personal docente.
- Otros autores han expuesto las ventajas de emplear laboratorios virtuales en sus asignaturas:
- Para el desarrollo de experiencias que requieren de un equipamiento muy costoso. (Occelli y Romano, 2018).
- Promueven la motivación, participación y compromiso de los estudiantes, impactando de manera positiva en su aprendizaje. (Martinho y Pombo, 2009).
- Permiten el ahorro de costos en infraestructura a las universidades; cubren la necesidad de la enseñanza en experimentación en los centros educativos con modalidad a distancia; los estudiantes tienen la posibilidad de ver fenómenos con mayor claridad; se promueve el aprendizaje autónomo. (Herrera et al., 2020)
- Permiten afianzar lo recibido en la teoría, así como desarrollar las prácticas de laboratorio con el uso de sistemas informáticos. Los estudiantes ya no están limitados a espacio o tiempo, pueden realizar la práctica tantas veces como sea necesario, hasta que logren la aprehensión del conocimiento, sin riesgo alguno. (Luengas et al., 2017)
- Permiten repetir los eventos o fenómenos cuantas veces se requiera, relacionar fenómenos con sus consecuencias y desarrollar habilidades en el uso de la computadora. (Monge y Méndez, 2007)
- Variedad metodológica, flexibilidad y fácil acceso a las aplicaciones informáticas, una atractiva presentación de contenidos. (Infante, 2014)

Resumiendo, un laboratorio virtual es una herramienta que permite simular procesos que ocurren en la realidad, permitiéndole ganar en experiencia tanto al profesor como al estudiante; desde el punto de vista económico implica ahorro pues el escenario que se simula en el laboratorio no implica compras de reactivos, empleo de equipos con su correspondiente desgaste, y en el caso que ocupa este trabajo, reduce costos por transportación de estudiantes y profesores, ahorro de tiempo, minimiza la manipulación de organismos vivos.

Santiago et al. (2021) presentan otro trabajo que resalta a los laboratorios virtuales como una metodología alternativa de enseñanza universitaria.

A las ventajas anteriores se suma el hecho que en las modalidades de enseñanza semipresencial y no presencial impuestas por la COVID-19, el estudiante cuenta con un laboratorio que puede accionar desde su hogar. Esto está a tono con una de las exigencias de los futuros profesionales, ganar en la habilidad del autoaprendizaje. Al respecto, Cervantes et al. (2021) destacan que los resultados de su trabajo investigativo, encaminado a mostrar las experiencias en el uso de la Tecnología Educativa en la Universidad de Oriente durante la etapa de la pandemia, mantienen un impacto importante en las nuevas condiciones que impone la Covid-19, sobre todo en la formación continua del Curso Regular Diurno y Curso por Encuentro, que han tomado la variante de la Educación a Distancia, donde tiene un papel preponderante la virtualidad.

La integración de las herramientas tecnológicas en los procesos educativos por parte de los profesores debido a la pandemia por COVID-19, ha representado un reto para dar continuidad al proceso de formación (Gutiérrez et al., 2021), se han de buscar y aplicar estrategias de solución como son la enseñanza virtual- sincrónica y asincrónica, y enseñanza híbrida. El uso intensivo de todo tipo de plataformas y recursos tecnológicos para garantizar la continuidad del aprendizaje es el experimento más audaz en materia de tecnología educativa (Vázquez et al., 2021).

Lo anterior es aplicable a la enseñanza de la asignatura Ecología, la cual requiere la realización de trabajo de campo para comprender las relaciones entre los organismos entre sí y con su ambiente. La asignatura Ecología se imparte en el segundo año de la carrera Licenciatura en Biología, para que los estudiantes se apropien del conocimiento relativo a las relaciones entre los organismos entre sí y con su ambiente, esta ciencia estudia las interacciones que determinan la distribución y abundancia de los organismos. Es importante, entonces, conocer el comportamiento de las poblaciones de especies ante diferentes escenarios, por lo que el objetivo del trabajo es proponer un Laboratorio Virtual para la asignatura Ecología de tal forma que el estudiante se familiarice e infiera el comportamiento dinámico de las poblaciones ante variaciones de los parámetros: población inicial, velocidad de crecimiento y capacidad de carga.

Metodología

Se realizó un estudio de tipo descriptivo, explicativo y experimental, en el que se describe y explica el empleo del laboratorio virtual que se propone, además de mostrar los resultados de los experimentos virtuales llevados a cabo ante variaciones de los parámetros de entrada.

Se aplicó el modelo de crecimiento logístico, el cual depende de los parámetros población inicial, velocidad de crecimiento y capacidad de carga. Se implementó este modelo matemático en el programa Stella 9.0.2 de manera tal que el estudiante puede variar los parámetros de este modelo y así crear varios escenarios que le permitirán entender e inferir la respuesta de un sistema para diferentes condiciones.

Modelo de crecimiento logístico (Ec. 1):

$$\frac{d}{dt}N = r \cdot N \cdot \left(1 - \frac{N}{K}\right) \quad (1)$$

donde:

N : población de organismos en función del tiempo.

r : velocidad intrínseca de crecimiento o velocidad instantánea de crecimiento, se corresponde con la natalidad menos la mortalidad. Varía con las condiciones en las que viva una población, pero es constante para cada población.

K : capacidad de carga de la población, representa el número de individuos de la población cuando su crecimiento es cero.

Los organismos de una población pueden modificar su natalidad o su mortalidad, o ambas, como resultado de cambios en densidad. Las interacciones entre individuos de la misma especie que puede modificar su capacidad reproductiva se conoce como competencia intraespecífica. Las respuestas relacionadas con las competencias intraespecíficas pueden modificarse con la densidad de la población y se denominan respuestas denso-dependientes. Los modelos demográficos en poblaciones denso-dependientes incluyen la componente capacidad de carga de la población, K .

Resultados y discusión

El laboratorio propuesto, EcoLab1, permite simular el comportamiento dinámico de las poblaciones de especies ante disímiles escenarios, según sus características intrínsecas, así como las condiciones del ambiente que los rodea. La ventana principal se muestra en la Figura 1.

En la Figura 1 se presenta la interface de EcoLab1, que es una pizarra constituida por un gráfico cuya abscisa es el tiempo y la ordenada es la población; tres diales que permiten variar la población inicial, la velocidad de crecimiento (r) y la capacidad de carga K ; además del botón Info.

Al dar clic sobre el botón Info, aparece la Ventana Info, de Información, la cual notifica acerca del modelo matemático empleado, sus parámetros y el intervalo al que estos pertenecen (Figura 2).



Figura 1. Ventana principal del Laboratorio Virtual EcoLab1

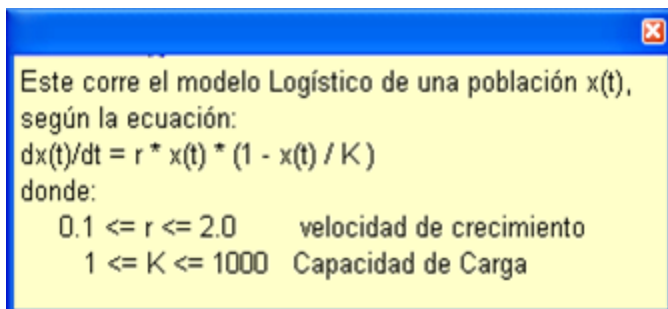


Figura 2. Ventana Info del Laboratotio Virtual EcoLab1

Como el objetivo del laboratorio es que los estudiantes sean capaces de analizar e interpretar cómo los valores de los parámetros r y K y la población inicial modifican el crecimiento de una población, estos deben simular diferentes escenarios de crecimiento para diferentes condiciones iniciales y valores de los parámetros del modelo.

A modo de ejemplo se presentan dos posibles escenarios que resultan de variar la capacidad la capacidad de carga de la población de 1 000 a 501 e incrementar la velocidad intrínseca de crecimiento de 0.1 a 0.5.

Resultado de cambiar el parámetro K de 1000 a 501, manteniendo la población inicial de 200 organismos y $r= 0.1$

El gráfico de la pizarra (Figura 3) muestra cómo es el crecimiento de la población y que el número de organismos detiene su crecimiento al alcanzar $K=501$. Esto indica al estudiante que en la naturaleza el crecimiento está limitado por un valor impuesto por el medio. Interesante es comparar este resultado con el mostrado en la Figura 1.

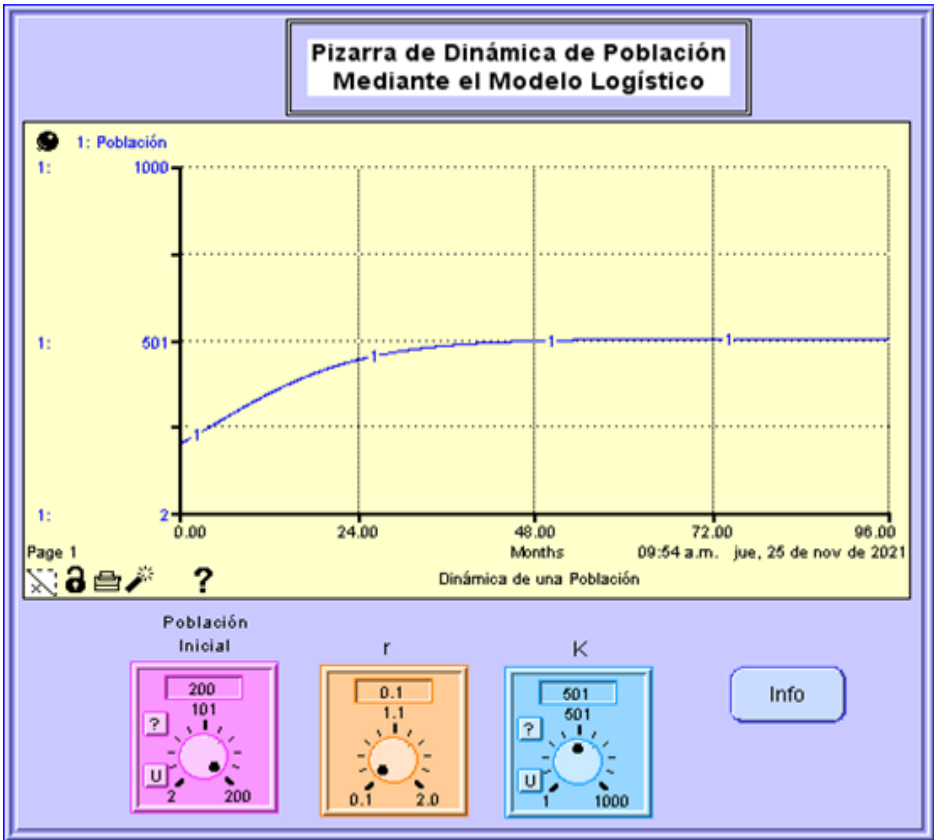


Figura 3. Ventana principal del Laboratorio Virtual EcoLab1, donde se aprecia la gráfica obtenida al variar el parámetro K.

Resultado de incrementar el parámetro r de 0.1 a 0.5, manteniendo la población inicial de 200 organismos y $K=1000$
 En el gráfico de la pizarra (Figura 4) se muestra cómo influye la velocidad de crecimiento. Se le indica al estudiante comparar este gráfico con el de la Figura 1 y de la discusión que este debe realizar, comentar cómo un medio con condiciones más favorables condiciona que el número de organismo alcance el mismo valor de población máxima en un menor tiempo, partiendo de la misma población inicial. Compárese este resultado con el mostrado en la Figura 1.

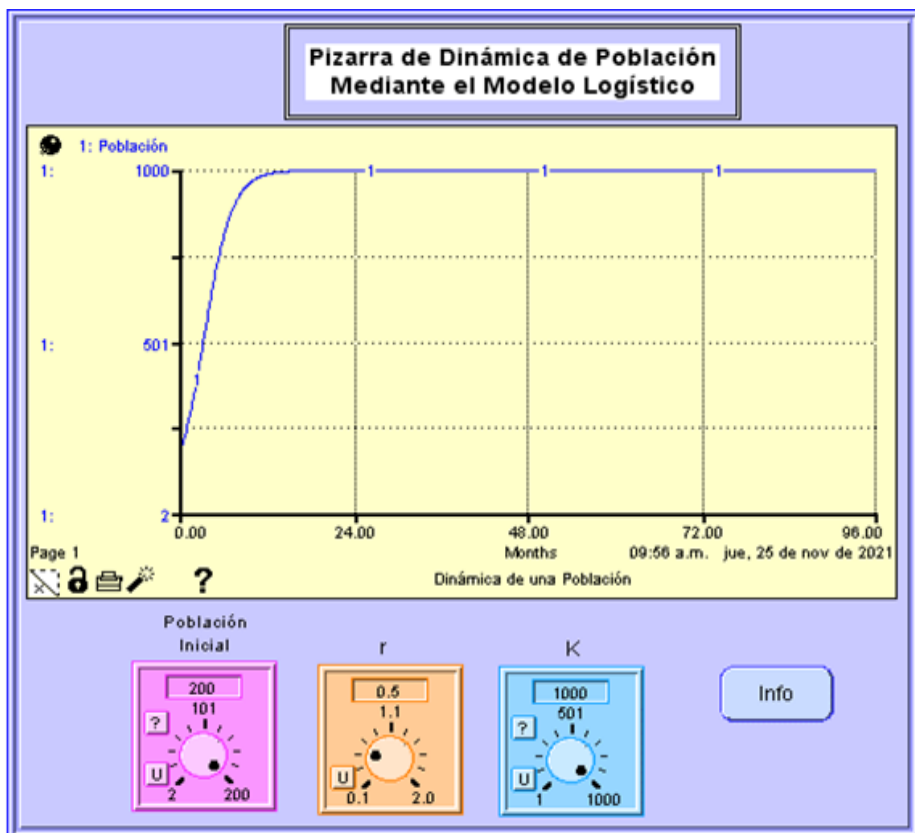


Figura 4. Ventana principal del Laboratorio Virtual EcoLab1, donde se aprecia la gráfica obtenida al variar el parámetro r .

Aunque con desventajas con respecto a los laboratorios reales (Monge y Méndez, 2007):

- El poco conocimiento que tiene una minoría del estudiantado en el uso de programas de computación.
- Se requiere mucho tiempo para estudiar y desarrollar cada laboratorio virtual, mientras que los laboratorios reales están restringidos a un tiempo de 2 o 3 horas.

Algunos autores han citado que la experimentación es el corazón del aprendizaje en ciencia e ingeniería y que los resultados de aprendizaje obtenidos en la experimentación tienen un fuerte impacto en los resultados de aprendizaje de los estudiantes (Herrera et al., 2020)

Como inconveniente con respecto a los laboratorios reales cabe señalar que los virtuales están limitados por el modelo y para poder ser

manejables tienden a simplificarse, con lo que se pierde información con respecto al sistema real. (Infante, 2014)

La generación de estos espacios educativos surgió como respuesta a la falta de acceso permanente para realizar prácticas, lo que se presenta debido a diferentes razones por ejemplo falta de presupuesto para dotar salones de laboratorio, gran número de estudiantes en los cursos, bajo número de docentes, alta inversión económica de costosas máquinas, costosos y restringidos equipos de laboratorio; en los laboratorios realizados por grupos de estudiantes se puede observar un trabajo directo y cooperativo pero hace falta reforzar el trabajo autónomo, la poca disponibilidad de tiempo libre en laboratorios para realizar de nuevo prácticas que permitan afianzar el conocimiento en un tema específico, la reducción del gasto de elementos consumibles. (Luengas et al., 2017)

En resumen, como se plantea en el trabajo de (Marín et al., 2017), los estudiantes deben contextualizar, comparar, relacionar, describir y generar procesos de aprendizaje conducentes a habituarse a los espacios digitales.

El laboratorio virtual aplicado a las ciencias de la vida permite manejar de manera adecuada las consideraciones éticas relacionadas con el uso de animales y en general de seres vivos en la experimentación. (Infante, 2014)

Pero no solo el laboratorio propuesto permite generar aprendizajes en los estudiantes, es también una forma de generar formas de enseñanza en los docentes. En este sentido se plantea que el empleo de las TIC por parte de los docentes se ha limitado al montaje de la asignatura en la plataforma interactiva *moodle*, la elaboración de documentos con las herramientas del *office* y al empleo en conferencias de presentaciones en *powerpoint* con los contenidos propios de algún tema en particular (Ferro et al., 2021). Es decir, se requiere que los docentes vayan más allá de la presentación de los contenidos de sus asignaturas en una plataforma interactiva.

Como plantean Ferro y colaboradores (2021), la enseñanza de las ciencias naturales ha enfrentado la necesidad de introducir cambios y transformaciones, y tanto docentes como estudiantes, necesitan de herramientas y recursos para crear nuevos entornos de aprendizaje que propicien alcanzar las metas en la formación de profesionales más competentes y preparados.

Conclusiones

El laboratorio virtual que se presentó en el trabajo constituye una herramienta a emplear en la asignatura Ecología, que fomenta en los estudiantes tanto habilidades infotecnológicas como valores en relación con el cuidado de la biodiversidad y el medio ambiente, siendo un ejemplo de la inserción de las Estrategias Curriculares de Computación y de Educación Ambiental.

La propuesta de esta forma de enseñanza virtual permite que los estudiantes se apropien de los conocimientos de la asignatura Ecología desde la modalidad de enseñanza no presencial, ganando en autoaprendizaje, sin costos adicionales, pudiendo experimentar varias veces hasta apropiarse de los conocimientos. Es una propuesta innovadora y motivadora que se aleja de lo tradicional en la forma de enseñar y puede extenderse a otros temas de la asignatura y a otras asignaturas de la carrera.

Referencias bibliográficas

- Cervantes-Montero, G., García-Fernández, O. y Díaz-Fong, A. (2021). Experiencias en el uso de la Tecnología Educativa en el período Covid-19 en la Universidad de Oriente. *Maestro y Sociedad*, 18 (2), 747-756. https://redib.org/Record/oai_articulo3223282-experiencias-en-el-uso-de-la-tecnolog%C3%ADa-educativa-en-el-per%C3%A9dodo-covid-19-en-la-universidad-de-oriente
- Donatien-Barrera, Y. (2021). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación: herramienta útil para la generación de conocimientos. *Maestro y Sociedad*, 18 (1), 41-50. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/5313>
- Estrada-Villa, E. J. y Boude-Figueredo. O. R. (2018). Análisis multivariado a los factores relacionados con el aprendizaje móvil en la educación superior en Colombia. *Revista Electrónica Educare*, 22 (3), 1-19. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/article/view/8672/13354>
- Ferro-Nieto, A., Bárcenas-Martínez, S. L. y Morales-Rodríguez, I. C. (2021). Las Tecnologías de la Información y Comunicaciones en la enseñanza de la Química General en la carrera de Ingeniería Industrial. *Maestro y Sociedad*, 18 (2), 387-397. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/citationstylelanguage/get/acm-sig-proceedings?submissionId=5346>

- Gutiérrez-Salomón, J. A., Pizá-Gutiérrez, S. I., Tapia-Ruelas, C. S. y Lozano-Rodríguez, A. (2021). Integración de herramientas tecnológicas en la enseñanza por profesores universitarios durante la contingencia por COVID-19. *Revista Santiago*, 157, 208-222. <https://santiago.uo.edu.cu/index.php/stgo/article/view/5470/4749>
- Herrera D. C., Triana K. y Mesa W. (2020). Importancia de los laboratorios remotos y virtuales en la educación superior. *Revista Documentos de trabajo*, 1 (1), 1-14. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/wpecbti/article/view/3976/4086>
- Infante-Jiménez, Ch. (2014). PROPUESTA PEDAGÓGICA PARA EL USO DE LABORATORIOS VIRTUALES COMO ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA EN LAS ASIGNATURAS TEÓRICO-PRÁCTICAS. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 19 (62), 917-937. <https://www.redalyc.org/pdf/140/14031461013.pdf>
- Luengas. C. L. A., Sánchez, P. G. y Guevara, B. J. C. (2017). Laboratorio Virtual: Herramienta pedagógica de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Educación digital y gestión del talento humano en Iberoamérica*. Editor: Corporación Centro Internacional de Marketing Territorial para la Educación y el Desarrollo. Corporación CIMTED. Medellín, Colombia. Primera edición: Julio, 2017. ISBN: 978-958-59518-6-0. Pp. 616-638.
- Marín-Sánchez, L. T., Marín-Ortiz, C. P. y Ospina-Álvarez, J. S. (2017). Laboratorio virtual de química: una experiencia de diseño interdisciplinar. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 51, 98-110. ISSN: 0124-5821. <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/845/1363>
- Martinho T. y Pombo L. (2009). Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais – um estudo de caso. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8 (2), 527-538. http://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART8_Vol8_N2.pdf
- Monge-Nájera, J. y Méndez-Estrada, V. H. (2007). Ventajas y desventajas de usar laboratorios virtuales en educación a distancia: la opinión del estudiantado en un proyecto de seis años de duración. *Educación*, 31 (1), 91-108. <https://www.redalyc.org/pdf/440/44031106.pdf>
- Ocelli, M. y García-Romano, L. (2018). Las simulaciones en la enseñanza de la Biología. *Docentes Conectados*. Año 1. 1 (1), 3-16. <http://www.evirtual.unsl.edu.ar/revistas/index.php/docentes-conectados>
- Queiruga-Dios, M. A., Vázquez-Dorrío, J. B., Sáiz-Manzanares, M. C., López-Iñesta, E., y Diez-Ojeda, M. (2021). Valoración de la Ecología de Aprendizaje Autorregulado Virtualizada para la Didáctica de las

Ciencias de la Naturaleza durante la crisis COVID-19. Publicaciones, 51(3), 375–397. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v51i3.18046>

Romero A, Quesada M. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. Enseñanza de las ciencias. Vol. 32, No. 1. Pp. 101-115. E-ISSN: 2174-6486. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.433>

Santiago-García, D. E., Del Río-Gamero, B. y Melián-Martel, N. (2021). El Laboratorio Virtual como herramienta didáctica en las enseñanzas de Ingeniería. Adaptación a la COVID-19. IN-RED, VII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red, Universidad Politécnica de Valencia, 13, 14 y 15 de julio de 2021, 941-949. <http://dx.doi.org/10.4995/INRED2021.2021.13709>

Tapia-Bastidas, T. Y., Montenegro-Moracén, E. I. y Rodríguez-Cosme, M. L. (2017). La formación continua de los docentes en el uso de las TIC: contenido necesario para su superación profesional en el Instituto Tecnológico Bolivariano de Tecnología. Revista Santiago, 142, 26-42. <https://santiago.uo.edu.cu/index.php/stgo/article/view/2117/2171>

Vásquez-Paucar, M. C., Rodríguez-Cotilla, Z., La O-León, O. y Padilla-Orlando, M. A. (2021). Organización del tiempo de estudiantes universitarios para recibir clases virtuales en tiempos de COVID 19. Revista Santiago, 157, 180-195. <https://santiago.uo.edu.cu/index.php/stgo/article/view/5464/4747>

Vega, O. A., Londoño-Hincapié, S. J. y Toro-Villa, S. (2016). Laboratorios Virtuales para la enseñanza de las ciencias. Ventana Informática. No, 35, pp. 97-110. <https://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/ventanainformatica/article/view/1849/1918>

Conflictos de intereses

No existen conflictos de intereses entre los autores o con otros sobre el artículo.

Contribución de autoría

Est. Claudia Arias Rodríguez: concibió la idea de la investigación, colaboró con la escritura del artículo e hizo contribuciones en el análisis de resultados.

Dr. C. Henry Bory Prevez: Programó y diseñó el programa en Stella, contribuyó con la escritura del artículo y el análisis de los resultados.

MSc. Dunia Rodríguez Heredia: Colaboró con la escritura y revisión del artículo y contribuyó en el análisis de los resultados.

Lic. Alejandro Catalá Jiménez: Colaboró con la revisión del artículo.