

Propuesta del software educativo VirtualLab BR4GL como apoyo a la enseñanza de la Robótica

Proposal for the VirtualLab BR4GL educational software to support the teaching of Robotics

Recibido: 10/03/2024 | Aceptado: 20/05/2024 | Publicado: 23/05/2024

Alexander Fernández Matos ^{1*}
Ángel Orlando Castellano Sánchez ²
Henry Bory Prévex ³

^{1*} Ingeniero automático, Profesor instructor, Universidad de Oriente, ISPJAM. Cuba. alexander.fernandez@uo.edu.cu ID ORCID <https://orcid.org/0009-0004-7442-3281>

² Ingeniero electricista, Profesor instructor, Universidad de Oriente, ISPJAM. Cuba. angel.castellano@uo.edu.cu ID ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7996-5611>

³ Doctor en Ciencias Técnicas en Automática, Profesor Auxiliar, Universidad de Oriente, ISPJAM. Cuba. bory@uo.edu.cu ID ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5508-0501>

Resumen:

Este artículo presenta el software educativo VirtualLab BR4GL, el cual permite a los estudiantes de la asignatura de Robótica en la carrera de Ingeniería Automática de la Universidad de Oriente, realizar prácticas de laboratorio de manera virtual. El objetivo de este software es brindar a los estudiantes una herramienta interactiva que les permita simular el control y movimiento de un brazo robótico de cuatro grados de libertad en un entorno virtual en tres dimensiones (3D), de manera similar a como lo harían con un robot real en los laboratorios de la asignatura.

El software fue desarrollado a partir del motor gráfico de la plataforma de desarrollo de videojuegos Unity, lo que permite utilizar un entorno 3D para que los estudiantes puedan controlar las articulaciones del brazo robótico y posicionarlo en coordenadas específicas, tal como lo harían con un robot físico. Se aplicaron metodologías ágiles de ingeniería de software para asegurar los requisitos de la asignatura. Los principales resultados obtenidos muestran que esta herramienta educativa ha sido bien recibida por los

estudiantes, quienes han podido aplicar los conceptos teóricos de robótica en un entorno de simulación interactivo y realista. Finalmente, se discute el impacto de VirtualLab BR4GL en la enseñanza de la robótica, destacando cómo esta herramienta permite a los estudiantes desarrollar habilidades prácticas sin necesidad de contar con un robot físico. Asimismo, se concluye que el uso de este software educativo ha contribuido a mejorar la comprensión y el aprendizaje de los estudiantes en la asignatura de Robótica.

Palabras clave: laboratorio universitario, software didáctico, robótica.

Abstract:

This article presents the educational software VirtualLab BR4GL, which allows students of the Robotics subject in the Automation Engineering program at the Universidad de Oriente to carry out laboratory practices virtually. The objective of this software is to provide students with an interactive tool that allows them to simulate the control and movement of a four-degree-of-freedom robotic arm in a three-dimensional (3D) virtual environment, similar to how



they would do with a real robot in the subject laboratories. The software was created from the video game development platform and the Unity graphics engine, which allows the use of a 3D environment so that students can control the joints of the robotic arm and position it in specific coordinates, just as they would do with a physical robot. Agile software engineering methodologies were applied to ensure the requirements of the subject. The main results obtained show that this educational tool has been well received by students, who have been able to apply the

theoretical concepts of robotics in an interactive and realistic simulation environment. Finally, the impact of VirtualLab BR4GL on robotics teaching is discussed, highlighting how this tool allows students to develop practical skills without the need for a physical robot. Likewise, it is concluded that the use of this educational software has contributed to improving the understanding and learning of students in the subject of Robotics.

Keywords: *university laboratories, educational software, robotics.*

Introducción

La introducción de las TIC en las instituciones educativas ha tenido influencia en la mejora de la educación y la formación de los estudiantes al posibilitar el aprendizaje colaborativo, sin embargo, las escuelas continúan siendo pasivas y poco innovadoras, lo que dificulta el uso de las TIC según (Pesantez Robles & Fernández Silva, 2023). Las Instituciones de Educación Superior tienen ante sí la responsabilidad de buscar herramientas que fortalezcan la formación de los estudiantes. En tema de innovación, las transformaciones tecnológicas imponen el reto, la necesidad y sobre todo la posibilidad de renovar las técnicas de enseñanza y el tipo de material didáctico que se pone a disposición de los estudiantes y maestros. (Gallardo Alvarez et al., 2020)

La robótica lleva al aumento de la productividad y la calidad, es la razón por la cual las grandes transnacionales utilizan robots en sus procesos de embalaje ya que son más rápidos y más constantes (Perdomo & Ordóñez Ávila, 2019). Los robots se desarrollaron para reemplazar la mano de obra en procesos riesgosos, mejorar la calidad y aumentar la productividad. Apuntando a estas metas, el estudio de Robótica Industrial en universidades incluye dos temas fundamentales: modelación cinemática y programación de robots para la ejecución de tareas. (Sanz Fernández, 2021)

Para lograr la enseñanza eficaz de las asignaturas relacionadas con la robótica, los estudiantes han de ejercitar los conocimientos adquiridos en laboratorios físicos donde puedan interactuar con robots o construir variantes simples de los mismos. Lograr este objetivo es un problema dado el alto costo económico de equipar un laboratorio y disponer de varios puestos de trabajos, donde un grupo de estudiantes pueda de forma individual desarrollar las habilidades prácticas requeridas (Zaldívar Colado, 2019; Goncalves López Medrano et al., 2021). Una vía para compensar estas deficiencias en la formación del estudiante, es implementar por medio de software de computadoras prácticas de laboratorio virtuales, donde el estudiante puede interactuar con robots de modo semejante a la vida real según (Ticante Hernández et al., 2019; Sanz Fernández, 2021). Dichos entornos virtuales son muy similares a los videojuegos siendo de gran aceptación entre los jóvenes estudiantes según reporta (Ticante Hernández et al., 2019).

Existen videojuegos, que están diseñados con un propósito educativo según (Ticante Hernández et al., 2019; Marín Díaz et al., 2020; Méndez & Boude, 2021; Chanchí Golondrino et al., 2022). Se utilizan para capacitar operarios de servicios de emergencia, operarios de maquinaria, personal de hospitales, ejercito, etc. (Ticante Hernández et al., 2019; Núñez Barriopedro et al., 2020; Chanchí Golondrino et al., 2022). Un videojuego de simulación permite al



jugador experimentar e investigar el funcionamiento de máquinas, y fenómenos, trabajando conceptos de ciencia, tecnología, matemáticas y economía (Ticante Hernández et al., 2019; Chanchí Golondrino et al., 2022). Los programas de simulación se han utilizado como ayuda para conseguir cambios conceptuales según (Lorenzo Carralero et al., 2023) debido a la facilidad para alterar parámetros y entornos experimentales sin las dificultades que se derivan de su manipulación real según (Castellano Sanchez et al., 2022; Lorenzo Carralero et al., 2023).

El objetivo de este artículo es presentar el software informático nombrado *VirtualLab BR4GL*, (Laboratorio virtual de un brazo robótico con 4 grados de libertad), para brindar a los estudiantes una herramienta interactiva que les permita simular el control y movimiento de un brazo robótico de cuatro grados de libertad en un entorno virtual en tres dimensiones (3D), de manera similar a como lo harían con un robot real en los laboratorios de la asignatura Robótica. Este software constituye una modelación en 3D de una maqueta física (Figura 1) que se compone de un brazo robótico que es controlado desde una computadora portátil (PC).



Figura 1. (a) Maqueta física de un brazo robótico de 4 Grados de Libertad, (b) PC con el software para controlar el brazo. (Fuente: Elaboración propia)

Materiales y métodos

Se empleó una metodología de desarrollo digital ágil de forma similar al autor (Santana Garriga & Prieto Rodríguez, 2021). Este enfoque permitió una constante retroalimentación con docentes y estudiantes para asegurar la adecuación del software a los requisitos y necesidades de la asignatura de Robótica. Para el desarrollo del software educativo, se utilizó el entorno gráfico y el motor de videojuegos de Unity, una plataforma de desarrollo de videojuegos ampliamente utilizada que facilita la creación de entornos interactivos bidimensionales (2D) y tridimensionales (3D). Unity ofrece herramientas visuales y de programación que permiten diseñar y desarrollar juegos de manera eficiente y atractiva para los usuarios. En cuanto a los materiales utilizados para la ejecución del software, se requiere una PC estándar, ya sean las disponibles en los laboratorios de computación de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Oriente o las PC portátiles de los estudiantes. El software educativo desarrollado posee un ejecutable independiente, lo que significa que no necesita de ningún complemento adicional para su funcionamiento, lo que facilita su implementación en cualquier PC.

Esta investigación se enfocó en aplicar el software en el laboratorio de la asignatura de Robótica, una asignatura optativa impartida en el último año de la carrera de Ingeniería Automática, y mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes a través de un enfoque innovador y atractivo que simula un videojuego educativo. Teniendo en cuenta

lo planteado por los autores (Arroba Arroba & Acurio Maldonado, 2021) la vinculación teoría-práctica puede lograrse de diversas maneras, una de las formas utilizadas para vincular la teoría con la práctica es a través de laboratorios, que pueden ser reales o virtuales. Los laboratorios virtuales se han utilizado para complementar los conocimientos de los estudiantes en asignaturas teórico-prácticas en la educación universitaria en general.

Resultados y discusión

Desde su aparición, los videojuegos son parte del desarrollo social y cultural de las personas y llegan a influir en su desarrollo físico, sensorial, mental y creativo. Dada su importancia, en la vida cotidiana, se han creado videojuegos educativos con el objetivo de generar estrategias y métodos de enseñanza alternativos a los tradicionales, animando a los infantes y jóvenes a obtener conocimiento con una herramienta atractiva y motivadora a través de retos y actividades que van presentando dichos videojuegos (Ticante Hernández et al., 2019; Chanchí Golondrino et al., 2022).

Los autores respaldan a (Zaldívar Colado, 2019) cuando expresa que actualmente, gracias al avance en la programación de videojuegos es posible construir un laboratorio virtual para que los estudiantes de carreras de ingeniería realicen prácticas sobre robótica, con un mínimo de inversión y con la posibilidad de dar acceso a cientos o miles de alumnos a la vez, en cualquier momento y lugar. Podría decirse que la única limitante es la tenencia de una computadora o dispositivo móvil.

Desarrollo del software

Las metodologías de desarrollo de software se han desarrollado con el objetivo de ofrecer un conjunto de técnicas tradicionales y modernas para modelar sistemas, con el fin de permitir el desarrollo de software de alta calidad. Estas metodologías incluyen heurísticas para la construcción de sistemas y criterios para comparar diferentes modelos de sistemas, lo que permite un mejor aprovechamiento de los recursos y del tiempo de ejecución del proyecto (Santana Garriga & Prieto Rodríguez, 2021). En resumen, las metodologías de desarrollo de software buscan proporcionar un marco de trabajo estructurado que facilite la creación de software de calidad, optimizando el uso de recursos y el tiempo del proyecto.

Existen diversas metodologías de desarrollo de software que se utilizan dependiendo del tipo de software que se desee crear, las cuales se clasifican en dos grupos principales: las metodologías ágiles y las metodologías tradicionales. Las metodologías ágiles se caracterizan por ser sencillas y adaptables, donde el cliente participa de forma activa a lo largo del proceso de desarrollo, lo que permite una mayor flexibilidad para responder a los cambios y necesidades que surjan durante el proyecto según (Santana Garriga & Prieto Rodríguez, 2021).

La metodología de desarrollo de contenidos educativos digitales utilizada para el desarrollo del software *VirtualLab BR4GL* se clasifica como ágil y se describe por (Santana Garriga & Prieto Rodríguez, 2021). Esta metodología divide el proceso de desarrollo en cinco fases:

1. **Proyección:** Fase inicial donde se llevan a cabo las primeras reuniones con el cliente (en este caso estudiantes) para recoger los requisitos de usuario. Incluye la etapa de establecer las bases, fundamentos y normas del equipo de trabajo, así como la etapa de análisis que se ejecuta durante todo el ciclo de desarrollo.
2. **Diseño:** Fase en la que se proponen las interfaces de usuario, siguiendo diseños simples, claros y reutilizables, con la opinión constante del cliente. Se definen los patrones de diseño y la arquitectura de software.



3. **Implementación:** Fase de desarrollo de la aplicación, donde se sugiere utilizar dos programadores trabajando en requisitos de usuario independientes para reducir el tiempo de esta fase. Se aboga por el uso de estándares y paradigmas de programación que permitan la reutilización del código.
4. **Prueba:** Fase de verificación y validación del correcto funcionamiento del producto, cumpliendo con las exigencias del cliente, quien participa activamente en esta etapa con la posibilidad de realizar cambios.
5. **Despliegue:** Fase final donde el producto desarrollado se lleva al entorno de uso, siendo responsabilidad del equipo de desarrollo capacitar al personal docente que hará uso del producto.

Fase de Proyección

Siguiendo el procedimiento descrito por (Santana Garriga & Prieto Rodríguez, 2021), en el inicio de esta fase se definió el equipo de trabajo y los roles que desempeñan. El Ing. Angel Orlando Castellano Sánchez fue designado como analista, el Dr. C. Henry Bory Prevez como diseñador, y el Ing. Alexander Fernández Matos como programador. Para concluir esta etapa inicial, se llevó a cabo la aceptación del proyecto de software, donde se destacó la importancia práctica y el impacto del software VirtualLab BR4GL en la mejora de la enseñanza de la robótica. En la etapa de análisis, se detalla el entorno de enseñanza-aprendizaje donde se implementará el software. En este caso, el escenario principal es la asignatura Robótica de la carrera de Ingeniería Automática de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Oriente, ubicada en el municipio Santiago de Cuba. Se identifican los requerimientos de usuario, divididos en dos grupos: los requerimientos de diseño y sistema, y los requerimientos educativos. Además, se establece un cronograma de ejecución, se analiza el contenido que se presentará en el software para mejorar la interacción usuario-software.

Fase de diseño

Se seleccionaron las herramientas informáticas para desarrollar el software, Unity es un motor de desarrollo de videojuegos multiplataforma muy utilizado en la industria. Algunas de sus principales características y usos son:

1. Desarrollo Multiplataforma: Unity permite desarrollar juegos y experiencias interactivas para una amplia gama de plataformas, incluyendo PC, consolas, dispositivos móviles, realidad virtual y aumentada. Esto permite a los desarrolladores llegar a más usuarios sin tener que rehacer el proyecto desde cero.
2. Herramientas Integradas: Unity ofrece un editor visual integrado que permite a artistas, diseñadores y desarrolladores colaborar en un mismo entorno. Incluye herramientas para modelado 3D, animación, iluminación, física, audio y más.
3. Rendimiento y Optimización: Unity está diseñado para ofrecer un alto rendimiento, lo que permite crear juegos y experiencias visualmente atractivas. Además, cuenta con herramientas para optimizar el rendimiento en diferentes plataformas.
4. Monetización y Analíticas: Unity proporciona servicios para monetizar los juegos, como sistemas de compras integrados, así como herramientas de analítica para entender el comportamiento de los usuarios.
5. Comunidad y Recursos: Unity cuenta con una extensa comunidad de desarrolladores que comparten tutoriales, scripts y assets que constituyen cualquier recurso, como: modelos 3D, sonidos, imágenes, scripts o escenas, que se puede importar y utilizar en un proyecto de desarrollo de videojuegos o aplicaciones interactivas. Estos assets permiten a los equipos de desarrollo construir experiencias de manera más eficiente, reutilizando y combinando diferentes elementos. y soluciones a problemas comunes.



6. Ofrece una amplia documentación y recursos de aprendizaje.

En resumen, Unity es una plataforma de desarrollo 3D en tiempo real que permite a equipos creativos y técnicos colaborar en la creación de juegos y experiencias interactivas de alta calidad para múltiples plataformas. Es ampliamente utilizado en la industria de los videojuegos, pero también en otros sectores como la realidad virtual, la animación y aplicaciones industriales.

Fase de implementación

En la fase de implementación del software para la simulación en un entorno en 3D de un brazo robótico didáctico con 4 grados de libertad (*VirtualLab BR4GL*), el programador utiliza Unity como motor de desarrollo. En primer lugar, se importan los modelos 3D del brazo robótico, junto con los materiales y texturas necesarios. Posteriormente, se crean los scripts en C# para programar la cinemática y movimiento del brazo, integrando las librerías de física y animación de Unity. Para la interacción del usuario, se diseña una interfaz gráfica intuitiva con botones, sliders y otros controles que permitan manipular el brazo robótico en tiempo real. Finalmente, se optimiza el rendimiento y la experiencia del usuario, probando el software en diferentes plataformas para garantizar su funcionamiento óptimo, convirtiéndolo en un auténtico videojuego educativo.

Fase de prueba

Tras completar la fase de implementación del software, siguiendo el procedimiento descrito por (Santana Garriga & Prieto Rodríguez, 2021), se procede a realizar pruebas mediante un test de calidad que evalúa el cumplimiento de cada uno de los requerimientos de usuarios identificados en la etapa de análisis. Estas pruebas utilizan una escala que abarca desde Muy Adecuado (MA), Bastante Adecuado (BA), Adecuado (A), Poco Adecuado (PA) hasta Inadecuado (I). La evaluación es llevada a cabo por un equipo multidisciplinario de profesionales en educación y tecnología, incluyendo docentes de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, quienes analizan las dimensiones tecnológica, didáctica y psicopedagógica del software. Los resultados de esta evaluación confirman la eficacia del software en cumplir con los requerimientos de los usuarios, lo que facilita su implementación.

Fase de despliegue

Es la fase final del proceso de desarrollo del software, se establecen las condiciones tecnológicas que necesita el usuario para utilizarlo.

- **Transportación:** puede ser transportada mediante cualquier dispositivo de almacenamiento (Discos Duros Extraíbles, Memorias USB o SD, Discos DVD, Almacenamiento Interno de Dispositivos Móviles).
- **Portabilidad:** al clasificar como software nativo *VirtualLab BR4GL* solo es compatible con sistemas operativos Windows.
- **Ejecución:** para la ejecución del software es necesario un PC estándar con sistema operativo Windows 7 o superior.
- El software *VirtualLab BR4GL* se despliega en la carrera de Ingeniería Automática de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Oriente, específicamente en la asignatura de Robótica. Para su implementación, se cuenta con la participación de dos profesores de la disciplina, quienes utilizarán los laboratorios de computadoras de la facultad. De esta manera, el software podrá ser utilizado por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Automática en el contexto de la asignatura de Robótica, con el apoyo y supervisión de los docentes a cargo.



Descripción del software

VirtualLab BR4GL es un software implementado en Unity (motor de videojuegos). El software posee su propio instalador y corre independiente a otro software de PC. Al iniciar el software se abre la ventana principal Figura 2 (a), y en esta se muestra el cartel *Bienvenidos al Laboratorio Virtual de Robot de 4GDL*. En la parte inferior de esta ventana está el botón *Continuar* que le permite al usuario pasar a la ventana donde se realizará la simulación, en la esquina superior derecha se muestra el botón *Salir* de color verde que permite terminar la ejecución del software.



Figura 2. (a) ventana principal del software, (b) ventana de simulación. (Fuente: Elaboración propia)

Al presionar el botón *Continuar* en la Figura 2 (a), se despliega la ventana de simulación Figura 2 (b), donde el usuario puede interactuar con el brazo robótico. La ventana de simulación tiene dos paneles, uno a la izquierda y el otro a la derecha. El panel de la izquierda le permite al usuario controlar una por una las articulaciones del brazo robótico. A modo de ejemplo, con la Articulación 1, los botones de *Izquierda* y *Derecha* le permiten al usuario controlar la rotación con respecto a la base del robot. En la Articulación 2, con los botones *Abajo* y *Arriba* el usuario puede subir y bajar el brazo del robot. En la Articulación 3, con los botones *Abajo* y *Arriba* el usuario puede subir y bajar el antebrazo del robot. En la Articulación 4, con los botones *Abajo* y *Arriba* el usuario puede subir y bajar la pinza del robot (Las capturas de pantalla que muestran el movimiento de las articulaciones se pueden apreciar en el Anexo de este artículo).

El panel de la derecha, muestra campos editables para las articulaciones desde la 1 a la 4, en estos campos el usuario puede introducir posiciones específicas de cada articulación del brazo robótico. En el menú desplegable que se encuentra en la parte inferior del panel de la derecha, el usuario puede seleccionar tres opciones; *Eje a eje*, *Ejes simultáneos* y *Ejes coordinados* estas opciones permiten ajustar el orden y la velocidad con que se accionaran los motores de las articulaciones del brazo robótico.

Trayectorias eje a eje: cada motor moverá su articulación correspondiente cuando acabe el anterior. El orden en que se mueven las articulaciones sería: la 3, la 2, la 1 y la 4.

Trayectorias ejes simultáneos: las articulaciones se muevan al mismo tiempo, lo que exige que los 4 motores funcionen a la vez, al enviarles los pulsos de control de cada motor uno a continuación del otro, tan rápido, que para la vista del ser humano parece que las articulaciones se mueven de forma simultánea.

Trayectorias ejes coordinados: en este caso las articulaciones deben moverse simultáneamente, las articulaciones se muevan a determinadas velocidades para determinados desplazamientos angulares que le permitan comenzar y acabar el movimiento al unísono.

Elementos didácticos del software

El laboratorio virtual consolida las investigaciones, experimentos y trabajos de carácter científico o técnico, producido por un sistema informático que surge de la necesidad de apoyar al estudiante en sus prácticas, los educandos desarrollan su conocimiento mediante la reconstrucción, reflexión, discusión e interacción con los compañeros, con el profesor, su vivencia y sus intereses (Arroba Arroba & Acurio Maldonado, 2021). Logran desarrollar habilidades que le permiten organizar la información para solucionar problemas, mejorar la planificación al desarrollar cálculos mentales, gestionar recursos y tomar decisiones (Mendez & Boude, 2021).

Como se programaron los modelos cinemáticos en *VirtualLab* se obtienen resultados similares a los alcanzados por (Sanz Fernández, 2021). Al realizar la práctica con el *VirtualLab* los estudiantes pueden comparar los diferentes movimientos de trayectorias, darle coordenadas que el robot no pueda alcanzar, comparar que sucede cuando se debe ubicar el robot en un punto usando las opciones del panel izquierdo, luego la del panel derecho. Durante el desarrollo de la práctica de laboratorio en *VirtualLab* los estudiantes ganaron habilidades en el modelado de cambios en la localización de objetos manipulados por el robot y simular la ejecución de tareas en un ambiente 3D.

Conclusiones

Tras la implementación del software educativo *VirtualLab BR4GL* en la carrera de Ingeniería Automática de la Universidad de Oriente, se confirma la preferencia de los estudiantes de ingeniería por el uso de laboratorios virtuales, especialmente aquellos becados. Este enfoque no solo les permite aprovechar su tiempo libre en la universidad para realizar prácticas de laboratorio, sino que también crea un ambiente de aprendizaje interactivo y motivador, donde los estudiantes pueden explorar la dinámica de los procesos de robótica de manera lúdica. La flexibilidad y portabilidad de *VirtualLab BR4GL* han demostrado ser aspectos clave, al permitir a los estudiantes instalar y utilizar el software en sus propias PC sin depender de otros programas, lo que facilita su acceso y uso en diferentes entornos educativos.

Además, *VirtualLab BR4GL* cumple con las exigencias pedagógicas al ofrecer a los estudiantes la oportunidad de apreciar el funcionamiento de un brazo robótico real en un entorno virtual, sin exponerlos a riesgos físicos. Este laboratorio virtual ha demostrado ser una herramienta valiosa que complementa la enseñanza de la robótica, al brindar una experiencia de aprendizaje interactiva, motivadora y segura. En resumen, *VirtualLab BR4GL* ha mejorado significativamente el proceso de enseñanza-aprendizaje al proporcionar a los estudiantes una plataforma innovadora y efectiva para explorar y comprender los conceptos de robótica de manera práctica y atractiva.

Referencias Bibliográficas

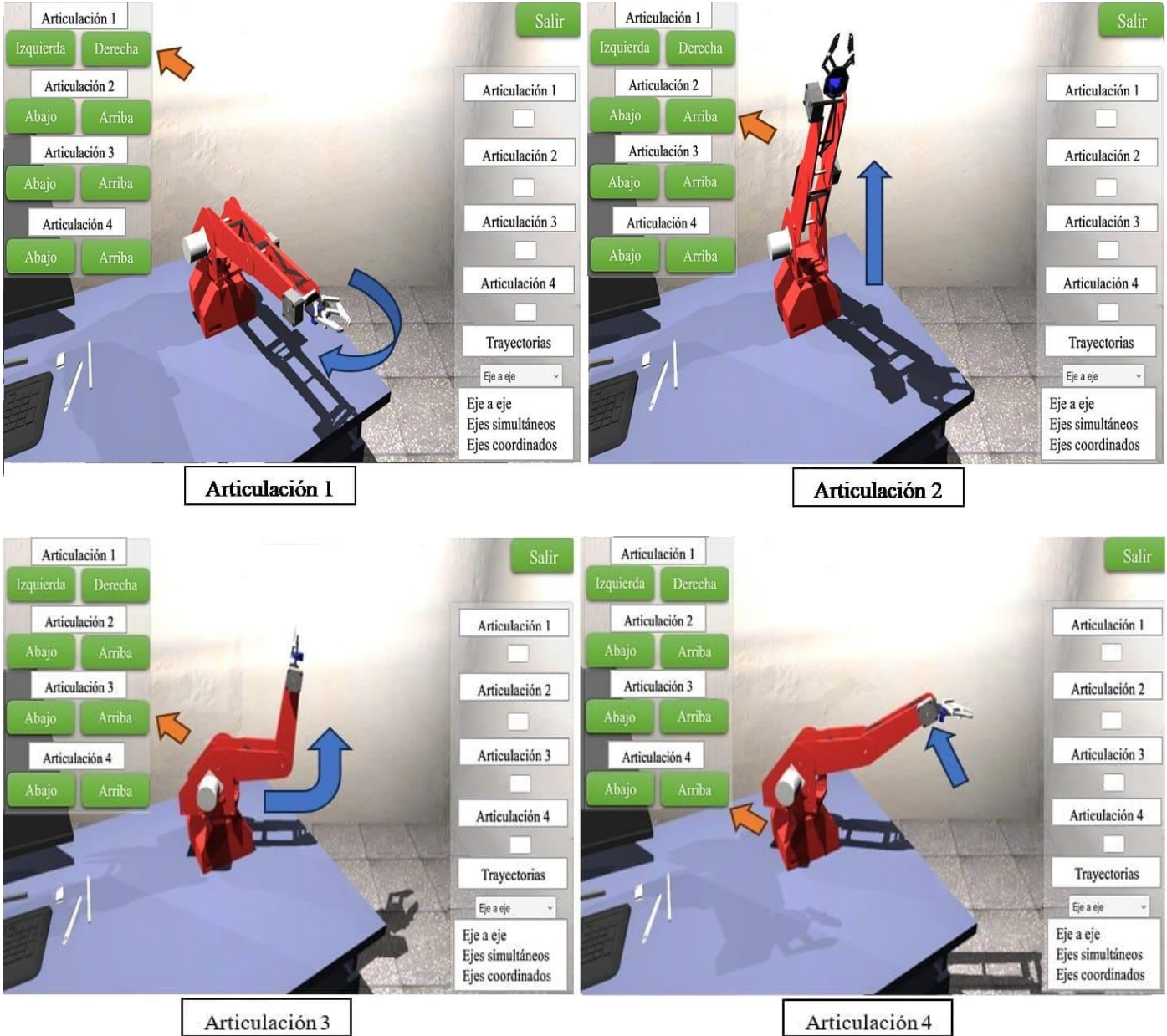
- Arroba Arroba, M. F., & Acurio Maldonado, S. A. (2021). Laboratorios virtuales en entorno de aprendizaje de química orgánica, para el bachillerato ecuatoriano. *Revista Científica UISRAEL*, 8(3), 73-96.
<https://doi.org/https://doi.org/10.35290/rcui.v8n3.2021.456>
- Castellano Sanchez, A. O., Lago Solano, R. D., & Prevez, H. B. (2022). Programa para determinar los parámetros que caracterizan el olaje marino y simular su comportamiento. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 43(2), 29-43.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1680-03382022000200029&script=sci_arttext&tlng=en



- Chanchí Golondrino, G. E., Gómez Álvarez, M. C., & Sierra Martínez, L. M. (2022). Directrices para el diseño y la construcción de videojuegos serios educativos. *Revista Colombiana de Educación*, 1(84), 1-22. <https://doi.org/https://doi.org/10.17227/rce.num84-12759>
- Gallardo Alvarez, D. I., Razón González, J. P., & León Vega, N. (2020). Diseño de prototipo didáctico de cómputo en la nube para el despliegue de laboratorios virtuales. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, (12). <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/634>
- Goncalves López Medrano, D. A., Chacón, J., López Orozco, J. A., & Besada Portas, E. (2021). Laboratorio remoto para el robot educativo Dobot Magician. *XLII Jornadas de Automática*. <https://doi.org/https://doi.org/10.17979/spudc.9788497498043>
- Lorenzo Carralero, J. E., Castellano Sanchez, A. O., & Prevez, H. B. (2023). Simulación en Matlab de dispositivos WEC. *Maestro y Sociedad*, (Número especial), 125-131. <https://maestrosociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/6249>
- Marín Díaz, V., Morales Díaz, M., & Reche Urbano, E. (2020). Aprendizaje con videojuegos con realidad aumentada en educación primaria. *Revista de ciencias sociales*, 26(Nº. Extra 2), 94-112. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7599934>
- Mendez, M., & Boude, O. (2021). Uso de los videojuegos en básica primaria: una revisión. *Revista Espacios*, 42(1). <https://doi.org/10.48082/espacios-a21v42n01p06>
- Núñez Barriopedro, E., Sanz Gómez, Y., & Ravina Ripoll, R. (2020). Los videojuegos en la educación: Beneficios y perjuicios. *Revista Electrónica Educare*, 24(2), 240-257. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15359/ree.24-2.12>
- Perdomo, M. E., & Ordóñez Ávila, J. L. (2019). Simulación con robots colaborativos para prácticas de sistemas de información logística con estudiantes de ingeniería. *Innovare: Revista de ciencia y tecnología*, 8(2), 116-119. <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/innovare.v8i2.9086>
- Pesantez Robles, D. A., & Fernández Silva, I. L. (2023). La preparación de los docentes en el empleo de las tecnologías para una educación inclusiva. *Revista Ciencias Pedagógicas*, 16(2), 108-118. <https://www.cienciaspedagogicas.rimed.cu/index.php/ICCP/article/view/428>
- Santana Garriga, L. A., & Prieto Rodríguez, Y. (2021). Aplicación para dispositivos móviles Geoestudio, una herramienta para la superación profesional de los docentes. *Revista Científico Pedagógica "Horizonte Pedagógico"*, 10(2). <http://www.horizontepedagogico.cu/index.php/hop/article/view/190>
- Sanz Fernández, W. (2021). Enseñanza y Aprendizaje de Robótica Industrial desde la Virtualidad. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 11(2), 19-27. <https://doi.org/https://doi.org/10.37843/rted.v11i2.245>
- Ticante Hernández, A. C., Herrera Orduña, C. M., Arguijo, P., Meléndez Armenta, R. Á., & Vázquez López, A. H. (12 de 2019). Videojuego educativo para ayudar a comprender los principios básicos de la programación y desarrollar la habilidad lógica en niños de educación básica. *Article in Research in Computing Science*. Veracruz, Misanla, México. <https://www.researchgate.net/publication/339209733>
- Zaldívar Colado, A. (2019). Laboratorios reales versus laboratorios virtuales en las carreras de ciencias de la computación. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 10(18), 9 - 22. https://doi.org/https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v10i18.454

Anexos

Anexo 1



Contribución de los autores

No.	Roles de la contribución	Autor 1	Autor 2	Autor 3
1.	Conceptualización:	40%	30%	30%
2.	Curación de datos:	40%	20%	20%
3.	Análisis formal:	40%	20%	40%
4.	Investigación:	40%	30%	30%
5.	Metodología:	30%	30%	40%
6.	Administración del proyecto:	30%	40%	30%
7.	Recursos:	90%		10%
8.	Software:	100%		
9.	Supervisión:	40%	30%	30%
10.	Validación:	40%	20%	40%
11.	Redacción – borrador original:		90%	10%
12.	Redacción – revisión y edición:		80%	20%

Declaración de originalidad y conflictos de interés

El/los autor/es declara/n que el artículo: Propuesta del software educativo VirtualLab BR4GL como apoyo a la enseñanza de la Robótica

Que el artículo es inédito, derivado de investigaciones y no está postulando para su publicación en ninguna otra revista simultáneamente.

- Que se acepta tanto la revisión por pares ciegos como las posibles correcciones del artículo que deban hacerse tras comunicarle/s la oportuna disconformidad con ciertos aspectos pertinentes en su artículo.
- Que en el caso de ser aceptado el artículo, hará/n las oportunas correcciones en el tiempo que se estipule.
- No existen compromisos ni obligaciones financieras con organismos estatales ni privados que puedan afectar el contenido, resultados o conclusiones de la presente publicación.

A continuación, presento los nombres y firmas de los autores, que certifican la aprobación y conformidad con el artículo enviado.

Autores

Alexander Fernández Matos

Ángel Orlando Castellano Sánchez

Henry Bory Prévex

