

Online simulators and applications for learning the periodic table for high school students

Simuladores y aplicaciones en línea para el aprendizaje de la tabla periódica en estudiantes de bachillerato

Autores:

Santander-Santander, Juan Sebastian
UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN (UNAE)
Licenciado en Educación en Ciencias Experimentales
Maestría en Tecnología e Innovación Educativa
Azogues, Chuquipata-Ecuador



jssantander@unae.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0008-5195-0846>

López-González, Wilmer Orlando
UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN (UNAE)
Doctor en Educación
Maestría en Tecnología e Innovación Educativa
Azogues, Chuquipata-Ecuador



wilmer.lopez@unae.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-6197-8665>

Fechas de recepción: 01-JUL-2025 aceptación: 01-AGO-2025 publicación: 30-SEP-2025



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo el analizar el efecto del uso de simuladores y aplicaciones en línea para el aprendizaje de la tabla periódica en estudiantes del primero de bachillerato en la Unidad Educativa Huayrapungo, el cual fue verificado mediante la aplicación de una metodología con un enfoque mixto y de tipo pre experimental, en que se empleó los instrumentos de investigación como la ficha de observación a las horas clases, las pruebas pedagógica de pretests y postest, para definir el nivel de conocimiento de los estudiantes, para la validación de los datos se usó la valoración de CVC igual a 0.88 y para el postest un CVC igual a 0.90, del cual se obtuvo como resultado que la aplicación de simuladores y de recursos digitales interactivos logró avances relevantes en el aprendizaje conceptual de la tabla periódica en alumnos de primer curso de bachillerato. Así como que el alumnado superó debilidades iniciales en la identificación de grupos y periodos, el emparejamiento correcto de símbolos y nombres de elementos químicos y la construcción de configuraciones electrónicas lo que favoreció a la comprensión de la organización periódica como un sistema lógico y predictivo.

Palabras clave: Aprendizaje; Simuladores en línea, Tabla periódica, Tecnología educacional



Abstract

The present investigation had as objective the analysis of the effect of the use of simulators and online applications for the learning of the periodic table in students of the first year of high school in the Huayrapungo Educational Unit, which was verified by applying a methodology with a mixed approach and of pre-experimental type, in which the research instruments were used as the observation sheet to the hours classes, the pedagogical tests of pretests and posttests, to define the level of knowledge of the students, for the validation of the data the valuation of CVC equal to 0.88 was used and for the posttest a CVC equal to 0.90, from which it was obtained as a result that the application of simulators and interactive digital resources achieved relevant advances in the conceptual learning of the periodic table in students of the first year of high school. Students also overcame initial weaknesses in identifying groups and periods, correctly pairing symbols and names of chemical elements, and constructing electron configurations, which helped them understand the periodic table as a logical and predictive system.

Keywords: Learning; Online simulators; Periodic table; Educational technology



Introducción

En la educación secundaria la enseñanza de la tabla periódica constituye uno de los mayores desafíos en la didáctica de la Química, ya que implica no solo contenidos conceptuales abstractos, como sería la estructura atómica, la configuración electrónica y las propiedades periódicas, sino también la adquisición de habilidades cognitivas superiores, tales como la capacidad para relacionar información, predecir tendencias, construir modelos explicativos (Arce-Becerra et al., 2021; Freitas et al., 2021). Estos desafíos son mayores en contextos rurales donde las restricciones de acceso a laboratorios, materiales concretos y la formación del profesorado se evidencian con claridad y es por esto que el uso de simuladores, juegos educativos, y las aplicaciones interactivas cobran especial relevancia. Al respecto, opinan Turcio-Ortega y Palacios-Alquisira (2015), que es necesario un enfoque por competencias en el que se combinen estrategias activas con recursos digitales para convertir el aprendizaje en una práctica que no se diferencie de la mera memorización mecánica.

Por su parte, Cedeño Sabando et al. (2022) encontraron que los videojuegos educativos aumentan el interés y la motivación en el aula ecuatoriana, mientras que Galang Firman Syah y Muchlis (2025) desarrollaron hojas de trabajo a partir de la evaluación para el aprendizaje, obtuvieron mejoras en el rendimiento académico pero no profundizaron en el desarrollo de competencias cognitivas complejas mientras que Galizia (2025) desarrolló Snakeleev, un juego gamificado que mostró mejoras en motivación y retención pero no trajo una mayor cantidad de evidencia que hable sobre la transferencia de los aprendizajes a la resolución de problemas complejos; Limpanuparb et al. (2024) han desarrollado estrategias inclusivas basadas en la construcción de palabras con símbolos químicos con resultados sobre participación aunque con importantes limitaciones en la metodología discutidas como la falta de estudios cuantitativos longitudinales.

En el ámbito educativo referida a la educación intercultural, Andino-Enríquez et al. (2022) llevaron a cabo la adaptación de la tabla periódica a la lengua kichwa en su idea por conseguir la inclusión lingüística y cultural, el cual era una idea muy bien valorada por los estudiantes, pero no exitosa en el aspecto de la presentación de información sobre las influencias en la comprensión conceptual. En lo que respecta a lo tecnológico, Ullah et al. (2025) lograron generar una tabla periódica interactiva virtual (HBIVPT), la cual llegó a un aumento de hasta



un 37% en la comprensión del contenido respecto a las técnicas anteriores; eso sí, siempre bajo el prisma de la falta de acceso a la tecnología. Igualmente, también en el ámbito educativo, Montejo Bernardo y Fernández González (2021) y Pasha et al. (2024) demostraron que los juegos de tablero y el uso de cualquiera de los métodos de aprendizaje acelerado ayudaban tanto a recordar la información como a entender las relaciones de carácter periódico.

Herrera Soto y demás (2025) argumentan que las aplicaciones móviles bien diseñadas pueden ayudar a homogeneizar el aprendizaje, sobre todo en contextos con acceso limitado a recursos materiales y tecnológicos. Por su parte, Mokiwa (2017) y Frevert y Fuccia (2020) años advierten que aunque los simuladores facilitan la visualización de la estructura atómica y de la periodicidad no son un recurso que sustituya la mediación pedagógica ni aseguran la constitución de modelos mentales complejos sin seguimiento docente. Como sostienen Sadykov y Čtrnáctová (2019) y CT Interactives (2025), la estrategia de combinar metodologías activas con entornos digitales es imprescindible para dar respuesta a las dificultades que ofrecen conceptos abstractos como la configuración electrónica o la periodicidad.

El currículo priorizado del Ministerio de Educación del Ecuador (MINEDUC, 2020) indica que los escolares deberían ser capaces de clasificar a los elementos, predecir sus propiedades y comprender la relación que existe entre la configuración electrónica y el comportamiento químico. Sin embargo, las observaciones realizadas en Huayrapungo, es una unidad educativa que se encuentra en un contexto rural del cantón Cañar, durante la aplicación de Química en dos semanas, mostraron la presencia de confusión entre nombres y símbolos, ubicación incorrecta de elementos, errores en la construcción de átomos e interpretación equivocada de tendencias periódicas, entre otros, resultando en dificultades. Este diagnóstico coincide con las limitaciones descritas en estudios internacionales y por esos motivos evidencian la necesidad de estrategias innovadoras y de recursos digitales que fortalezcan el aprendizaje conceptual en este contexto.

Según lo descrito, se plantea la siguiente interrogante de investigación: ¿Cómo contribuir al aprendizaje de la tabla periódica en estudiantes del bachillerato en la unidad educativa Huayrapungo, en Ecuador?

Para búsqueda de la respuesta a la interrogante de investigación, se propone el siguiente objetivo general: Analizar el efecto del uso de simuladores y aplicaciones en línea para el aprendizaje de la tabla periódica en estudiantes del bachillerato en la unidad educativa Huayrapungo, en Ecuador.

Material y métodos

Material

Se utilizaron las técnicas de la observación y la encuesta. Entre los instrumentos que se aplicaron, en la investigación se encuentran los siguientes:

La observación se hizo en base a registros de diarios de campo donde se hicieron anotaciones en un periodo de 2 semanas consecutivas durante el mes de abril de 2025. Este instrumento sirvió para recolectar la información en observación directa del desempeño del grupo de estudiantes en las clases sobre la tabla periódica que dictó el profesor del curso. Mediante las anotaciones echas, se pudo detectar las diferentes dificultades que presentaban los estudiantes en cada una de las dimensiones del tema en estudio. También se logró analizar algunos instrumentos de evaluación aplicados por el docente donde quedó evidenciado la falta de construcción conceptual en el tema de la tabla periódica. En cuanto a la técnica de la encuesta, se elaboraron y se validaron por expertos el pretest y postest.

Para la elaboración de los instrumentos pretest y postest, se partió de la naturaleza conceptual de cada dimensión y sus respectivos indicadores que se señalan en la tabla 1, donde se redactó dos ítems por cada dimensión, para un total de 10 ítems y un valor de 1 punto cada ítem. La información sobre las calificaciones tanto del pretest como del postest, se analizaron de acuerdo a la escala del Ministerio de Educación del Ecuador. A su vez se reconoce lo que menciona el Acuerdo Ministerial MINEDUC-MINEDUC_2023-00063-A de fecha 19 de octubre del 2023, en donde se menciona sobre los tipos de evaluación y los instrumentos a utilizar para obtener una evaluación cuantitativa.

Estos instrumentos fueron sometidos a validez de expertos, y a partir de esta valoración, se pudo determinar el coeficiente de validez de contenido (CVC), propuesto por Hernández (2002), Balbinotti (2004) y Pedrosa, Suárez y García (2013) quienes plantean dichos valores de CVC de 0,80 y 0,90 demuestran buena validez de los instrumentos para ser aplicados a los estudiantes de bachillerato y así definir el nivel de conocimiento que tienen los estudiantes



sobre la temática de la Tabla periódica, dando como resultado para el pre test, un CVC igual a 0.88 y para el pos test un CVC igual a 0.90, considerando que ambos instrumentos presentan buena validez para ser aplicados a la población en estudio.

Las simulaciones y aplicaciones en línea se desarrollaron en el lapso de 6 semanas con dos clases por semana, a partir de la tercera semana de abril de 2025 hasta la última semana de mayo de 2025 donde los estudiantes interactuaron en dinámicas grupales e individuales a través de actividades donde tenían ejercicios específicos por cada dimensión y pruebas de evaluación corta para verificar los avances en el nivel de aprendizaje de los estudiantes por dimensión.

Métodos

Para el desarrollo de la investigación, se plantea un paradigma pragmático (Arias, 2023; Hernández y Mendoza, 2018, p.618) en donde se pretende analizar la situación problemática y definir una alternativa de solución que permita establecer la verdad sobre la temática y así definir estrategias que permitan la solución. Según Mejía-Rivas (2022) este paradigma es parte de la investigación científica y permite determinar la verdad sobre la problemática y establecer una solución.

Se propone enfoque mixto, en donde se pretende aplicar la metodología cuantitativa para el análisis de los resultados de investigación hechas anteriormente y cualitativa de la obtención de los resultados de los instrumentos planteados para tener datos que validen la investigación. Con un tipo de investigación pre experimental que para Ramos (2021) en su investigación menciona que dicha investigación se caracteriza por realizar una intervención única en el grupo con el que se está trabajando. Es decir luego de obtenida la problemática, se prevé plantear una solución a la dificultad de aprendizaje, experimentado con los simuladores en línea que permitan a los estudiantes desarrollar las destrezas y competencias en relación a la temática.

La investigación se realizó en la unidad educativa Huayrapungo de la Provincia del Cañar, Ecuador, cuya población de bachillerato equivale a 68 estudiantes, de donde se escogió un grupo de 15 estudiantes del primero de bachillerato, que corresponde a una muestra de grupos intactos tal como los señala Hernández y Mendoza (2018, p.173).



Resultados

Análisis de los Resultados

A partir de los resultados mostrados en la tabla 1, en la dimensión centrada en la construcción de átomos y el contraste entre especies neutras y cargadas, la media pasó de 0,60 a 1,53. Este resultado evidencia la llegada de avances en la conceptualización de conceptos como cationes, aniones y la estructura subatómica, que en los contextos rurales son conceptos que se confunden, ya que se cuenta con pocos recursos; las herramientas de la simulación como el “Constructor de átomos” hicieron posible ver las partículas e ir calculándolas, incluso se obtuvo una menor dispersión de las respuestas. Este hallazgo se enmarca en la justa dirección de los recursos digitales y el aprendizaje significativo de la Química (Cao et al, 2021).

En la dimensión de la construcción de átomos, los estadísticos evidencian una mejora en la identificación de protones, neutrones y electrones, así como en la identificación de átomos neutros e iones. Previo a la intervención, estas nociones de conceptos básicos en promedio, tenían un alto índices de error, tal y como señalan Souza et al. (2020) concretamente, pues los estudiantes tienden a memorizar definiciones sin conseguir asociarlas con modelos para visualizarlos. Tras la utilización de recursos digitales interactivos se pudo comprobar un aumento de la media de aciertos, en tanto que la manipulación de las representaciones virtuales fue uno de los elementos que mejoró la comprensión conceptual.

En la Dimensión 2, se observa un gran avance se logra en cuanto a la identificación y localización de los elementos químicos que componen la tabla periódica. La media del PretestD1 fue de 0,73 y se incrementó hasta alcanzar 1,73 en la del PostestD1, reflejando que los alumnos pasaron de reconocer parcialmente y de forma general los grupos y los periodos a identificar sus elementos con gran conocimiento y precisión. Este avance coincide con los estudios que abordan la utilidad de los simuladores interactivos de Educaplus, en el aprendizaje activo y la retentiva visual que estos provocan (Freitas et al., 2021). La baja de la desviación estándar la cual pasó de estar en 0,70 y terminó en 0,59 muestra que las respuestas dadas por los alumnos se homogeneizan tras realizar la intervención didáctica. La información que proporcionaron los estadísticos descriptivos apoya el hecho de que, en la en



esta dimensión, el promedio de aciertos del conjunto de estudiantes aumentó, y se redujo la dispersión, lo que parece evidenciar una transición de la mera memorización a una comprensión más funcional de los grupos y de los periodos. En este sentido, Alejandría et al. (2023) consideran que el juego educativo y las actividades lúdicas mejoran de forma relevante el reconocimiento espacial de los elementos y su posible clasificación, lo cual también estaría en armonía con el descenso en la desviación estándar, lo que quiere decir que los aprendizajes fueron más parecidos en el grupo que había realizado la intervención.

En la tercera dimensión, concerniente con el reconocimiento de los símbolos y la representación de los elementos, se producía un aumento de la media de 0,60 en el pretest 1,66 en el posttest, y un incremento de la asociación de símbolos, nombres y números atómicos que se vincula con la alfabetización química (Cao et al., 2019). Las aplicaciones de memoria y los símbolos de elementos fueron importantes para reforzar esta capacidad; la desviación típica también había menguado, forma parte de una cierta homogeneidad de aprendizaje colectivo. En esta dimensión, los datos muestran que los estudiantes superaron confusiones persistentes, como la identificación errónea de símbolos similares (por ejemplo, Ca vs. C). Este avance queda reflejado en el aumento de la media y en una menor variabilidad en los puntajes pos test. Estudios como el de Wijaya et al. (2025) evidencian que las aplicaciones móviles y los juegos digitales incrementan la retención visual y la asociación correcta entre símbolos y nombres, favoreciendo procesos de codificación dual de la información que consolidan la memoria a largo plazo.

Tabla 1.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
PretestD1	15	,00	2,00	,7333	,70373
PosttestD1	15	1,00	3,00	1,7333	,59362
PretestD2	15	,00	1,00	,6000	,50709
PosttestD2	15	1,00	2,00	1,6667	,48795
PretestD3	15	,00	1,00	,4667	,51640
PosttestD3	15	1,00	2,00	1,6000	,50709



PretestD4	15	,00	1,00	,6000	,50709
PostestD4	15	1,00	2,00	1,5333	,51640
PretestD5	15	,00	1,00	,7333	,45774
PostestD5	15	1,00	2,00	1,5333	,51640

Fuente: Estudiantes de U.E. Huayrapungo

En lo que respecta a la dimensión construcción de configuraciones electrónicas, la media fue de 0.46 a 1.60 (Tabla 2). Este aumento pone de manifiesto que los alumnos han podido superar las dificultades conceptuales iniciales, como puede ser la confusión entre niveles y subniveles energéticos. Mokiwa (2017) también asevera que este tema normalmente puede llegar a ser problemático por el uso de métodos tradicionales, pero que mejora si se propone realizar actividades dinámicas que permitan manejar la estructura de los átomos de manera práctica. La homogeneidad de las respuestas se puede reflejar en una desviación que se mantiene en torno al valor de 0.51, lo que muestra este avance. También se observó uno de los mayores avances: los estudiantes lograron aplicar correctamente las reglas de llenado de orbitales y relacionar configuraciones con la posición periódica, reflejado en un aumento sustancial de la media. Según Galizia (2025), los entornos gamificados y los simuladores diseñados específicamente para este tema permiten reducir la carga cognitiva y clarificar representaciones abstractas que en la enseñanza tradicional generan altos niveles de error. La disminución de la desviación estándar en esta dimensión confirma que el aprendizaje se distribuyó de manera más equitativa entre los participantes.

En la última dimensión, en el ámbito de las propiedades periódicas, la media pasó de 0,73 a 1,53, mostrando un progreso en la comprensión de tendencias como electronegatividad y radio atómico. Las actividades interactivas favorecieron la interiorización de patrones periódicos muy difíciles de abstraer con clases magistrales. La reducción de la variabilidad en las respuestas (0,45 a 0,51) apoya la afirmación de que dichas estrategias contribuyen a mejorar dicha ratio. Los datos, en general, refuerzan la idea de que el uso de simuladores permite trascender las barreras didácticas naturales existentes y cerrar las brechas de aprendizaje en situaciones escolares rurales. En cuanto a las propiedades periódicas, el resultado es un avance muy notable: los estudiantes han llegado a explicar las tendencias de



electronegatividad, radio atómico y energía de ionización con mayor corrección, ya que se aprecia tanto el ascenso de la media como la reducción de la dispersión. En este sentido, los planteamientos de Herrera Soto et al. (2025) explican que las aplicaciones móviles permiten a los estudiantes interactuar con modelos dinámicos que muestran tendencias de forma comparativa, del que se deriva el fortalecimiento de explicaciones coherentes sobre los patrones periódicos. Este aprendizaje profundo, difícil de llevar a cabo mediante clases expositivas, tiene lugar mediante la homogeneidad de las puntuaciones en el pos test.

En función de la discusión hasta llevada a cabo, se pretende realizar un análisis cuantitativo y cualitativo para saber si las diferencias observadas son significativas en cada dimensión, y también en forma global entre el pretest y el posttest. Por lo tanto, se realizan en primer lugar, se estudia la normalidad de los datos y saber si se aplican pruebas paramétricas o no paramétricas para el análisis del grado de significación de las diferencias, del antes y del después de la aplicación de la intervención educativa.

Una vez analizado los cambios obtenidos entre el pretest y el posttest por dimensión, se realizó un análisis global entre las dos pruebas, cuyos resultados son presentados en la tabla 2.

Tabla 2.

Estadístico descriptivo de forma global del pre test y del pos test

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Pretest	15	2,00	5,00	3,3333	1,11270
Posttest	15	7,00	9,00	7,9333	0,59362

Fuente: Estudiantes de U.E. Huayrapungo

Los estadísticos descriptivos del conjunto de las puntuaciones indican un progreso general muy importante en términos de los aprendizajes de la tabla periódica, ya que la media del pretest fue de 3,33 (siendo la puntuación mínima de 2 y la máxima de 5, con una desviación estándar relativamente alta, 1,11) y, esto es indicativo no solo del conocimiento bajo por parte de los estudiantes, sino que, además, es muy disperso posteriormente en el grupo en el pretest; mientras que, en el posttest, la media aumentó hasta los 7,93 puntos de una puntuación máxima de 9 (siendo la desviación del grupo una muy baja, 0,59), lo que permite identificar que hay un aumento no sólo en el rendimiento de los estudiantes sino que, además, la

comprensión que tiene el grupo de estudiantes de este contenido se encuentra también más homogenizada.

Los resultados se ajustan perfectamente a los de Galizia (2025), que demostró que los juegos serios gamificados como Snakeleev favorezcan la adquisición de los conocimientos complejos y que estos alumnos sean capaces de transferir lo aprendido a nuevos entornos. Por su parte, Cedeño Sabando et al. (2022) hacen énfasis en que los videojuegos didácticos superan las concepciones alternativas sobre la organización y clasificación de los elementos en su conjunto, de tal forma que permita a los estudiantes entender la lógica de la tabla periódica y no simplemente memorizar.

Un elemento importante fue la disminución de la variabilidad en puntuaciones finales, ya que a los principios algunos de los estudiantes no eran capaces de reconocer de manera diferenciada símbolos y configuraciones básicas, en la última utilización de las aplicaciones móviles y de las actividades interactivas, todos los estudiantes lograron rendimientos similares. Este resultado se encuentra en línea con lo señalado por Herrera Soto et al. (2025), ya que los entornos de ejercicios sobre aplicaciones móviles como el iQuimia, ofrecen igualdad de oportunidades en los aprendizajes, en aquellas situaciones de carencia de recursos físicos y de laboratorios. Los avances también reflejan un cambio significativo en los aspectos conceptuales. El hecho de que todos los estudiantes presentaron una mejoría en sus resultados indica que comprendieron relaciones básicas: configuración electrónica, propiedades periódicas y reactividad de los elementos, en línea con lo que indican Montejo y Fernández (2021) quienes, tras usar juegos de mesa estratégicos, destacaron que estos propiciaban un trabajo reflexivo de los aspectos de los conceptos químicos. A este aspecto no le otorgan poca importancia para que el aprendizaje trascienda lo memorístico y afiance lo duradero.

En conformidad con los resultados, a partir de los datos de los descriptivos globales del pretest y del postest, se puede afirmar, que la conjunción de estrategias gamificadas, mobile learning, junto con el uso de aplicaciones interactivas, consigue no solamente facilitar la comprensión de los conceptos, sino también generar la activación de estrategias cognitivas y metacognitivas de procesamiento profundo, que allanan el camino hacia un aprendizaje significativo, por el que los alumnos son capaces de argumentar y justificar, de forma



justificada, las tendencias periódicas y la posición de los elementos. Esta afirmación la avalan Pasha et al. (2024) cuando resaltan que los métodos de aprendizaje acelerado en contextos digitales resultan eficaces para mejorar el rendimiento y la motivación en Química.

Discusión

Tomando en cuenta el análisis precedente, existen evidencias de las mejoras en el aprendizaje del grupo de estudiantes a los que se les ha aplicado la intervención educativa de las simulaciones y aplicaciones en línea. Sin embargo, se debe indagar si las diferencias encontradas son significativas o no. Para ellos se estudió la normalidad de las calificaciones del pre test y pos test en por dimensión y en forma global.

Estudios de normalidad de los datos

Tabla 3.

Pruebas de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	G1	Sig.
PretestD1	,798	15	,003
PostestD1	,758	15	,001
PretestD2	,630	15	,000
PostestD2	,603	15	,000
PretestD3	,643	15	,000
PostestD3	,630	15	,000
PretestD4	,630	15	,000
PostestD4	,643	15	,000
PretestD5	,561	15	,000
PostestD5	,643	15	,000

Fuente: Estudiantes de U.E. Huayrapungo

La normalidad de las distribuciones fue analizada con la prueba de Shapiro-Wilk. Se observa en la tabla 3, que en todas las dimensiones, tanto para los Pre test como para los Pos test, no



se puede asumir la normalidad de los datos ya que los valores de significación son mucho menores a 0,05 para todos los casos $p < 0,05$). Como ejemplo, en las dimensiones PretestD1 y PosttestD1 la significación fue de 0,003 y de 0,001 respectivamente, obteniendo en las otras dimensiones (D2 a D5) significaciones aún inferiores (0,000) lo que sirve de evidencia de grandes diferencias respecto a la normalidad teórica. Por lo tanto, los resultados indican que para estudiar las diferencias, se deben aplicar la prueba no paramétrica de Wilcoxon para grupos relacionados.

Estudio de las diferencias

Los resultados de la prueba de Wilcoxon (Tabla 4), indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas en todas las dimensiones ($p \leq 0,001$), de tal modo que los confirmamos en el sentido de que la intervención utilizando simuladores y aplicaciones interactivas de este estudio presentó un efecto significativo, y positivo en el aprendizaje de la tabla periódica. En la tabla 4, se muestra que el estadístico Z fluctúa entre $-3,207$ y $-3,500$ en todas las comparaciones (dimensiones D1 a D5 y global), obteniendo niveles de significación bilateral de 0,001 o inferiores. Se entiende por estadístico Z en las pruebas de Wilcoxon a la magnitud y la dirección de las diferencias entre dos mediciones interdependientes (pre test-pos test) siempre a partir de los rangos del cambio de puntuaciones en cada estudiante. La existencia de valores Z tan negativos indica que la gran mayoría de estudiantes tiene puntuaciones superiores en pos test que, en pre test, es decir, que los rangos de incremento fueron consistentemente altos.

En la primera dimensión, de la que se deriva la construcción de átomos y la diferenciación de iones, evidenció a su vez diferencias notables. Los alumnos pasaron de tener ideas erróneas desde sus representaciones conceptuales en protones, electrones o neutrones a tener representaciones correctas. Estos cambios también se contraponen con lo descrito por Cedeño Sabando et al. (2022), que mostraron que los videojuegos didácticos incitan a mejorar las representaciones de las estructuras subatómicas en este caso los autores justifican que los videojuegos educativos favorecen la visualización interactiva de partículas y su relación con la carga, también mejora en corto plazo la representación de las estructuras subatómicas. Sin embargo, en este caso se ha podido ver que el alumnado necesitó múltiples sesiones de práctica y acompañamiento docente para poder superar concepciones previas muy arraigadas



(por creer que eran los electrones los que determinan la masa del átomo, o bien que los protones presentan carga neutra). Esto quiere decir, que por sí solos los videojuegos educativos no eran suficientes para transformar de una manera rápida y directa este tipo de modelos mentales.

En lo que respecta a la dimensión, que hace referencia a la ubicación de los elementos en la tabla periódica, las mejores indican que los alumnos aprendieron a reconocer los grupos, la localización de los periodos y la clasificación. Este aprendizaje conceptual es coherente con lo evidenciado por Alejandría et al. (2023), los cuales han demostrado que el empleo de juegos de mesa y de actividades lúdicas contribuye a la organización lógica del conocimiento químico.

Tabla 4.

Estadístico de prueba de Wilcoxon

	PostestD1	-PostestD2	-PostestD3	-PostestD4	-PostestD5	-Postest
	PretestD1	PretestD2	PretestD3	PretestD4	PretestD5	Pretest
Z	-3,217 ^b	-3,358 ^b	-3,314 ^b	-3,500 ^b	-3,207 ^b	-3,426 ^b
Sig. Asintótica (bilateral)	,001	,001	,001	,000	,001	,001

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Estudiantes de U.E. Huayrapungo

En la tercera dimensión, la relacionada con el reconocimiento de símbolos y nomenclatura, el significativo cambio indica que los estudiantes lograron superar ciertas dificultades para relacionar los símbolos asociados a los elementos tal y como señalan Natasha et al. (2024), que indican que instrumentos como Wordwall o aplicaciones móviles determinan el fortalecimiento de la memoria visual y la asociación correcta.

La cuarta dimensión, la configuración electrónica, fue de las que mostraron un mayor progreso. La comprensión de la forma en la que se disponen los electrones en orbitales y la relación con las propiedades periódicas aumentó de una manera significativa, ratificando las



conclusiones de Galizia (2025) en las que hallaron cómo, los juegos digitales como Snakeleev, optimizan la memoria de los contenidos complejos y abstractos.

Por último, para la quinta dimensión, lo que respecta a propiedades periódicas como la electronegatividad, el radio atómico o la energía de ionización, también se evidenció un cambio estadísticamente significativo y conceptualmente importante. La oportunidad de predecir las tendencias y de ser capaz de encontrar y justificar las diferencias entre elementos apoya la evidencia de la efectividad de los entornos basados en gamificación para la comprensión de la periodicidad (en la línea de lo que exponen Pasha et al. (2024) o Montejo Bernardo y Fernández González, 2021). La mejora, reflejada en la comparación pretest–postest ($Z = -3,426$; $p = .001$), no es sólo la adquisición de conocimientos declarativos, sino también el desarrollo de habilidades analíticas e incluso de razonamiento químico, lo que va en la línea de la idea de que las estrategias de gamificación, de aprendizaje móvil y de metodologías activas producen cambios sostenibles y significativos en el aprendizaje de la química (da Silva Júnior et al., 2024; Wijaya et al., 2025).

Conclusiones

La aplicación de simuladores y de recursos digitales interactivos logró avances relevantes en el aprendizaje conceptual de la tabla periódica en alumnos de primer curso de bachillerato. Todas las diferencias encontradas en las dimensiones disparadas mediante la prueba de Wilcoxon así lo corroboran, ya que el alumnado superó debilidades iniciales en la identificación de grupos y periodos, el emparejamiento correcto de símbolos y nombres de elementos químicos y la construcción de configuraciones electrónicas. Este proceso favoreció la comprensión de la organización periódica como un sistema lógico y predictivo, y mucho más allá de la memorización y la práctica aislada que caracteriza las metodologías tradicionales.

Así mismo, el uso de las simulaciones y de las aplicaciones en línea, posibilitaron la construcción de los conceptos referidos a las estructuras atómicas e incluso la diferenciación entre átomos neutros, cationes y aniones; fortaleciendo el aprendizaje sobre la ubicación de los elementos en la tabla periódica y de las propiedades periódicas. La intervención educativa



tuvo un impacto global positivo, que quedó manifiesto en el aumento sostenido de las puntuaciones y una reducción de la variabilidad entre los alumnos. Estos resultados globales muestran que la inclusión de simuladores y de aplicaciones en línea, no sólo hacen que se mejore las formas de aprender de manera activa, sino que también pueda contribuir a construir una experiencia de aprendizaje colaborativo en un intercambio de saberes sobre conceptos de la ciencia química, no tradicional mejorada, coherente y transferible a la resolución de nuevas situaciones de aprendizaje de manera disciplinaria o interdisciplinaria.

Referencias bibliográficas

- Alejandria, L. N., Bajenting, J. M. S., Pacatan, M. A. L. D., & Diquito, T. J. A. (2023). The Use of Educational Board Game as a Supplemental Tool in Learning Periodic Table of Elements Among Senior High School Students. *American Journal of Education and Technology*, 2(1), 60-67. <https://doi.org/https://doi.org/10.54536/ajet.v2i1.1292>
- Andino-Enríquez, J. E., Andino-Enríquez, M. A., Hidalgo-Báez, F. E., Chalán-Gualán, S. P., Gualapuro-Gualapuro, S. D., Belli, S., & Chicaiza-Lema, M. B. (2022). Adaptation of the Periodic Table to Kichwa: An Ecuadorian Native Language. *Journal of Chemical Education*, 99(1), 211-218. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00383>
- Arce-Becerra, M. P., García-Herrera, D. G., y Erazo-Álvarez, J. C. (2021). Baamboozle como estrategia de enseñanza de la tabla periódica en estudiantes de tercero de Bachillerato. *Episteme Koinonia*, 4(1), 76-91. <https://doi.org/10.35381/e.k.v4i1.1456>
- Arias, F. (2023). El paradigma pragmático como fundamento epistemológico de la investigación mixta. Revisión sistematizada. *Educación, Arte, Comunicación: Revista Académica E Investigativa*, 12(2), 11-24. <https://doi.org/10.54753/eac.v12i2.2020>
- Balbinotti, M. A. A. (2004). Estou Testando o que Imagino Estar? Reflexoes acerca da Validada dos Testes Psicológicos. En C. E. Vaz y R. L. Graff (Eds.), *Técnicas Projetivas: Produtividade em Pesquisa* (pp. 6-22, 1.ª Ed.). Sao Paulo, Brasil: Casa do Psicólogo.



Cao, C., Hu, H., Li, J., & Schwarz, W. H. E. (2019). Physical origin of chemical periodicities in the system of elements. *Pure and Applied Chemistry*, 91(12), 1969. <https://doi.org/10.1515/pac-2019-0901>

Cao, C., Vernon, R., Schwarz, W. H. E., & Li, J. (2021). Understanding Periodic and Non-periodic Chemistry in Periodic Tables [Review of Understanding Periodic and Non-periodic Chemistry in Periodic Tables]. *Frontiers in Chemistry*, 8. Frontiers Media. <https://doi.org/10.3389/fchem.2020.00813>

Cedeño Sabando, K. X., Véliz Briones, L. I., Demera Bonet, R. Q., Pisfil Mera, M. A., Alcívar Macías, M. d. R., & Rivas Sabando, K. Y. (2022). Vídeo-juegos como recurso didáctico para mejorar el aprendizaje de la tabla periódica. *Revista Cognosis*. ISSN 2588-0578, 7(3), 01-12. <https://doi.org/10.33936/cognosis.v7i3.3274>

Da Silva Júnior, C. A., Morais, C., Pereira de Jesus, D., & Giroto Júnior, G. (2024). The role of the periodic table of the elements of green and sustainable chemistry in a high school educational context. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su16062504>

Freitas, S. de O., Maia, P. I. S., & Costa, C. R. (2021). A Proposal for the Periodic Table Teaching in Science Teacher Training Courses and in the High School Based on the Theme of Metals. *Revista Virtual de Química*, 13(3), 822. <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20210049>

Galang Firman Syah, & Muchlis. (2025). Development of the Student Worksheets Based on Assessment for Learning (AfL) to Improve Student Learning Outcomes of the Elements Periodic Table. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(3), 826-836. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i3.10899>



Galizia, P. (2025). Snakeleev: A Gamified Serious Game for Learning the Periodic Table. *Journal of Chemical Education*, 102, 1814 - 1828.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5c00029>

Hassan, N., & Shafiq, M. (2023). Effect of Problem Solving Method on Learning of Periodic Table by Using Game Instruction. *JCTE*, 6(1), 126-130.
<https://doi.org/https://doi.org/10.58444/jcte.v6i1.732>

Hernández, R y Mendoza, C.P. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGrawHill Education

Hernández-Nieto, R. A. (2002), Contributions to Statistical Analysis. Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes

Herrera-Soto; Chávez-Baltodano; Mejías-Matarrita; y Anchía-Ortíz (2025). Aplicación móvil: iQuimia La aplicación que facilita el aprendizaje de la tabla periódica a través de la Tecnología Universidad Técnica Nacional. Guanacaste, Costa Rica. Tecnología en Marcha, ISSN 0379-3982, ISSN-e 2215-3241, Vol. 38, N°. Extra 1, 2025 (Ejemplar dedicado a: VII Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud Electrónica y Móvil (AmITIC)), págs. 47-55.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10145473>

Limpanuparb, T., Chiranon, W., & Intaraprasit, M. (2024). Building words from chemical elements: a fun and inclusive approach to introduce the periodic table. *Chemistry Teacher International*, 6(3), 311-321. <https://doi.org/doi:10.1515/cti-2023-0058>

Mejía-Rivas, J. (2022) Los paradigmas de la investigación científica. *Rev. Ciencia Agraria* (2022). Vol. 1 Núm. 3 págs. 7-14 <https://orcid.org/0000-0001-6068-959X>
delanumejia@gmail.com (correspondencia) DOI:
<https://doi.org/10.35622/j.rca.2022.03.001>



MINEDUC. (2020). Currículo priorizado 2020-2022. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/09/Curriculo-Priorizado-Costa-Glapagos-2020-2021.pdf>

MINEDUC. (2023). Acuerdo Ministerila MUNEDUC-MINEDUC.00063-A, Nueva normativa para la evaluación en el Ecuador. <https://darkoficialeducacion1.blogspot.com/2024/05/nueva-normativa-para-la-evaluacion.html>

Mokiwa, H. O. (2017). Reflections on Teaching Periodic Table Concepts: A Case Study of Selected Schools in South Africa. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(6). <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00685a>

Montejo Bernardo, J. M., & Fernández González, A. (2021). Chemical Battleship: Discovering and learning the periodic table playing a didactic and strategic board game. *Journal of Chemical Education*, 98, 907–914. <https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.0C00553>

Natasha, F., Fitriani, P., Hutajulu, E. S., & Pohan, A. A. (2024). Amplifying students' understanding of the basic concept of the periodic table through Wordwall in the coastal school of Riau Islands. *SHS Web of Conferences*. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202420506010>

Parella, S. y Martins, F. (2012). *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. FEDUPEL.

Pasha, D., Utami, Y. T., Azidane, T., & Sobirin, M. H. (2024). Application of accelerated learning method in educational games periodic table of chemical elements. *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/5.0208158>



Ramos-Galarza, C (2021). “Editorial: Diseños de investigación experimental”, *CienciAmérica*, vol. 10, no. 1, pp. 1–7, Feb. 2021, [doi: 10.33210/ca.v10i1.356](https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356).

Souza, F. O., Lima, J. F., Nunes, R. C., Alves da Silva, D., Lima, G. F., Lima, R. M., Araújo, S. M. B., Rodrigues, R. R., Guedes, M. I. F., & Moura, L. F. W. G. (2020). Periodic domino game: A possibility for teaching and learning one of the periodic table. *Research, Society and Development*, 9. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8617>

Wijaya, A. G., Nugroho, E. W., & Harnadi, B. (2025). Developing Educational Game Application for Chemistry Periodic Table. *SISFORMA*, 11(2), 145-150. <https://doi.org/https://doi.org/10.24167/sisforma.v11i2.11422>



Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

