



Analítica del aprendizaje resultante de las herramientas digitales para el apoyo a la didáctica de la química en bachillerato

Analysis of the learning resulting from digital tools to support the teaching of chemistry in high school

Análise das aprendizagens decorrentes de ferramentas digitais de apoio ao ensino de química no ensino médio

Viviana Katherine Bermúdez-Albia ^I
vkbermudeza@ube.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0006-0764-4820>

Raúl López-Fernández ^{III}
rlopezf@ube.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5316-2300>

Miriam Elizabeth García-Loor ^{II}
megarcial@ube.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0008-2803-7274>

Dayron Rumbaut-Rangel ^{IV}
drumbautr@ube.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0001-9087-0979>

Correspondencia: vkbermudeza@ube.edu.ec

Ciencias de la Educación
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 30 de octubre de 2023 * **Aceptado:** 20 de noviembre de 2023 * **Publicado:** 04 de diciembre de 2023

- I. Universidad Bolivariana Del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
- II. Universidad Bolivariana Del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
- III. Universidad Bolivariana Del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
- IV. Universidad Bolivariana Del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.

Resumen

La analítica del aprendizaje y el uso de las herramientas digitales constituyen un apoyo a la didáctica de la química en bachillerato es un campo de estudio que se centra en la recopilación, el análisis y la interpretación de datos generados por el uso de tecnologías digitales en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química. El objetivo de la investigación es Analizar a través de la analítica del aprendizaje sustentada en los recursos didácticos digitales para contribuir a la enseñanza de la química. La metodología utilizada fue cuantitativa, el tipo de estudio observacional analítico, los métodos teóricos fundamentales fueron el analítico sintético y el inductivo deductivo y desde el punto de vista práctico los estadísticos matemáticos. Los resultados fundamentales estuvieron con puntuaciones ponderadas a favor de las actividades donde se utilizaron los recursos didácticos digitales. Se concluyó que la analítica del aprendizaje apoyada en los recursos didácticos digitales propicia una contribución a la enseñanza de la química.

Palabras Clave: Analítica del aprendizaje; Didáctica de la química; Herramientas digitales; Mejora pedagógica; Personalización del aprendizaje; Plataformas virtuales.

Abstract

Learning analytics and the use of digital tools constitute support for the teaching of chemistry in high school. It is a field of study that focuses on the collection, analysis and interpretation of data generated by the use of digital technologies in the teaching and learning process of chemistry. The objective of the research is to analyze through learning analytics supported by digital teaching resources to contribute to the teaching of chemistry. The methodology used was quantitative, the type of study was observational analytical, the fundamental theoretical methods were the synthetic analytical and the inductive deductive and from the practical point of view the mathematical statistics. The fundamental results were with weighted scores in favor of the activities where digital teaching resources were used. It was concluded that learning analytics supported by digital teaching resources makes a contribution to the teaching of chemistry.

Keywords: Learning analytics; Chemistry teaching; digital tools; Pedagogical improvement; Personalization of learning; Virtual platforms.

Resumo

A análise da aprendizagem e o uso de ferramentas digitais constituem suporte ao ensino de química no ensino médio. É um campo de estudo que tem como foco a coleta, análise e interpretação de dados gerados pelo uso de tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem de química. O objetivo da pesquisa é analisar por meio de análises de aprendizagem apoiadas em recursos didáticos digitais para contribuir com o ensino de química. A metodologia utilizada foi quantitativa, o tipo de estudo foi analítico observacional, os métodos teóricos fundamentais foram o analítico sintético e o indutivo dedutivo e do ponto de vista prático a estatística matemática. Os resultados fundamentais foram com pontuações ponderadas a favor das atividades onde foram utilizados recursos didáticos digitais. Concluiu-se que a análise da aprendizagem apoiada em recursos didáticos digitais contribui para o ensino de Química.

Palavras-chave: Análise de aprendizagem; Ensino de Química; ferramentas digitais; Aprimoramento pedagógico; Personalização da aprendizagem; Plataformas virtuais.

Introducción

El cómo enseñar ha sido una preocupación a través de los siglos sustentada en escuelas filosóficas, psicológicas, epistemológicas entre otras, todas con la misma finalidad de lograr una enseñanza en sus educandos. La Didáctica es considerada como la rama de la pedagogía que centra su atención en las técnicas y métodos de enseñanza.

La química es una disciplina científica que estudia la composición, estructura, propiedades y transformaciones de la materia. La didáctica de la química muestra la forma de enseñar y aprender la química, en el contexto educativo y de igual manera en otros ámbitos de divulgación científica. Esta didáctica busca facilitar la comprensión de los conceptos, principios y leyes químicas, así como promover el interés y la participación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje Cruz (2020). La didáctica de esta ciencia es una rama de la enseñanza que se enfoca en la forma más efectiva de impartir los conceptos fundamentales y avanzados de la química. Este enfoque pedagógico no solo se centra en la transferencia de conocimientos, sino que también se enfoca en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y en la aplicación práctica de los conceptos Angulo (2021).

Uno de los principales desafíos de la didáctica de la química es la naturaleza abstracta de sus conceptos. Con frecuencia, a los estudiantes les es difícil comprender ideas que no pueden ver o

tocar, como la estructura atómica, las reacciones químicas o las fuerzas intermoleculares. Para superar este desafío, es importante hacer uso de métodos de enseñanza visual e interactiva. Por ejemplo, los modelos atómicos tridimensionales, las simulaciones por computadora y los experimentos de laboratorio los cuales proporcionan a los estudiantes una visión tangible de estos conceptos abstractos Barón & Humánez (2022).

El aprendizaje experimental, en particular, es un componente esencial de la didáctica de la química. Los experimentos de laboratorio, no solo, permiten a los estudiantes observar los principios químicos en acción, sino, desarrollan habilidades importantes, como la precisión en las mediciones, el manejo seguro de materiales peligrosos y la interpretación de datos experimentales, entre otras. En esta dinámica, es crucial que estos experimentos no se vean simplemente como una serie de pasos a seguir, estos deben ser utilizados como oportunidades para fomentar la curiosidad, la formulación de hipótesis, la creatividad y la evaluación crítica Castillo & Napan (2021).

Estos procesos del aprendizaje desarrollador están concebidos como el resultado de la interacción dialéctica entre tres dimensiones básicas: la activación-regulación, la significatividad de los procesos, y la motivación para aprender. López Fernández, et. al., (2012)

La didáctica de la química posee otros elementos en los cuales debe enfocarse asociados a los cuatro pilares de la UNESCO (aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser) por ellos la relevancia de los saberes de la vida cotidiana de los estudiantes. Al relacionar los conceptos químicos con situaciones del mundo real, como: cambio climático, nutrición, desarrollo tecnológico, entre otras son elementos motivacionales para el logro de un aprendizaje desarrollador en los estudiantes.

Dentro de los componentes de la didáctica uno de los de mayor complejidad es la evaluación cobrando en la enseñanza de la química una ponderación asociada al grado de dificultad con que resulta los contenidos de esta ciencia para los estudiantes. La evaluación formativa proporciona retroalimentación continua a los estudiantes, lo cual es de utilidad para promover el aprendizaje y el mejoramiento continuo.

En el logro de una eficiente interacción entre los componentes los recursos didácticos entendidos como: medio de enseñanza que es el canal mediante fluye la información y/o recursos didácticos que son los elementos materiales que tienen como función facilitar la comunicación entre el docente y sus estudiantes.

Los Recursos didácticos digitales ofrecen nuevas oportunidades en los procesos de enseñanza y aprendizaje al incorporar la imagen, el sonido y la interactividad como elementos que refuerzan la comprensión y motivación de los estudiantes. García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A. (2016).

González (2019), señala que las herramientas digitales pueden ser definidos como el conjunto de elementos utilizados por el docente para facilitar, incentivar y viabilizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, es decir, puede definirse a la tecnología como el conjunto de objetos o materiales a través de los cuales el docente logra captar el interés de los estudiantes en el contenido educativo que imparte. Cabe señalar que con la utilización de las herramientas digitales no solamente se logró incrementar de forma significativa la capacidad de captación de conocimientos de los estudiantes, sino que del mismo modo se estableció un puente de intercambio entre docentes y estudiantes de modo que el proceso de enseñanza-aprendizaje se permitió agilizar y por ende incrementar la calidad educativa Linares (2018).

La tecnología puede ser una herramienta útil en la enseñanza de la química, el uso de simulaciones, software interactivo, videos, aplicaciones móviles y recursos en línea puede complementar y enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, facilitando la comprensión de conceptos abstractos y estimulando la exploración y experimentación virtual. La didáctica de la química busca que los estudiantes adquieran un conocimiento significativo y duradero de esta ciencia, desarrollando habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y aplicación de los conocimientos en diferentes contextos. Además, se enfoca en despertar el interés y la curiosidad por la química, promoviendo una actitud positiva hacia esta disciplina científica.

Por otra parte, debe también señalarse que las herramientas digitales han revolucionado la totalidad de los aspectos sociales, económicos, culturales y educativos en la era moderna, estableciéndose una interdependencia marcadamente notable en las nuevas generaciones con las TICS de modo que es imposible para un adolescente o joven no referirse a actividades educativas en las que no se incluyan las herramientas digitales.

De ahí que Herrera (2018), afirma que el uso de las herramientas digitales en la educación tiene como principal finalidad lograr una democratización y masificación de la información, cultura y conocimientos, garantizándose un mayor intercambio y acceso a dichos elementos por parte de docentes y estudiantes de modo que las posibilidades de ampliar y enriquecer el conocimiento sean infinitas. Se ha planteado que actualmente acceder a la educación es mucho más viable y factible que en otras épocas en las que no existían las herramientas digitales, de modo que el intercambio

de información entre docentes y estudiantes independientemente del lugar en el que se encuentren es instantáneo, además los estudiantes pueden detallar e ilustrar los conocimientos impartidos de forma teórica haciendo uso de las nuevas tecnologías Barsky & Cosse (2018).

Indiscutiblemente las herramientas digitales se revelan en la actualidad como invaluable para el proceso educativo, siempre y cuando los docentes encargados de su materialización posean los conocimientos teóricos y prácticos básicos imprescindibles para hacer un uso efectivo de estas nuevas tecnologías. Debe tomarse en cuenta que todo conocimiento teórico significa un reto para el docente, el cual debe apoyarse en todas aquellas metodologías que aseguren una transferencia efectiva del conocimiento por lo que la utilización de las herramientas digitales constituye una oportunidad única para los docentes que deseen brindar un conocimiento de calidad y actualizado. Torres (2018), explica que el desarrollo educativo ha estado estrechamente vinculado a los avances tecnológicos desde los inicios de la humanidad, de ahí que el fenómeno de la educación se haya subordinado a las exigencias cognitivas de las diferentes épocas por las que ha decursado la humanidad. Partiéndose desde el uso de piedras, huesos, maderos, entre otros elementos que la naturaleza brindaba al ser humano el mismo fue incrementando y ampliando el nivel de dificultad y complejidad de los elementos utilizados durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Debe tomarse en cuenta que las herramientas digitales están en constante cambio y transformación, haciéndose referencia a que diariamente las tecnologías son mejoradas y sustituidas por otras tecnologías más eficientes, económicas y recientemente con la tendencia de ser amigables con el ambiente, situación que obliga al docente a capacitarse de forma sistemática garantizando de esta forma que la utilidad y validez de estas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje pueda ser materializado con efectividad Ferrara (2018).

Este cúmulo de información de datos, derivados de las evaluaciones sistemáticas de los estudiantes se analizan a través de técnicas estadísticas para identificar tendencias, patrones y relaciones que permitan comprender mejor cómo aprenden los estudiantes y qué factores influyen en su rendimiento, así como, progresión del aprendizaje, identificación de estudiantes en riesgo de abandono, evaluación de la eficacia de intervenciones educativas, personalización de la enseñanza-aprendizaje, entre otros.

La analítica del aprendizaje, también conocida como learning analytics en inglés, se refiere al uso de datos y técnicas analíticas para comprender y mejorar los procesos de aprendizaje. Se basa en la recopilación, análisis e interpretación de datos relacionados con el aprendizaje de los estudiantes,

con el objetivo de obtener información valiosa que pueda utilizarse para tomar decisiones informadas y mejorar los resultados educativos López (2018).

Esta técnica se aplica en diferentes contextos educativos, desde la educación escolar hasta la educación superior y la formación profesional. A través de la recopilación de datos de diversas fuentes, como sistemas de gestión del aprendizaje, plataformas en línea, evaluaciones y retroalimentación de los estudiantes, se pueden obtener conocimientos sobre el desempeño de los estudiantes, su nivel de participación, sus patrones de estudio, las áreas en las que enfrentan dificultades y otros aspectos relevantes Pompa & Pérez (2019).

Para Rojas, López y Palmero (2022), sustentado en las ideas de Cáceres-Reche, et. al, (2019) la analítica del aprendizaje es un proceso ecléctico del sistema formado por las métricas de los recursos tecnopedagógicos, las valoraciones del proceso interactivo sistemático de las prácticas efectivas de los sujetos que intervienen en el proceso de enseñanza aprendizaje, los llamados parámetros académicos y, por último, no menos importante, los parámetros no académicos. Rojas Valladares (2022)

Este análisis puede proporcionar retroalimentación oportuna a los estudiantes, docentes y responsables de la toma de decisiones en educación. Al conocer el rendimiento individual de los estudiantes y las áreas en las que necesitan mejorar, se pueden diseñar estrategias de apoyo y recursos educativos específicos para cada estudiante Gómez & Mediavilla (2021). Además, los docentes deben utilizar, no solo los datos asociados a las evaluaciones sistemáticas, sino, al componente académico y no académico, para adaptar su enseñanza y ofrecer intervenciones personalizadas, lo que contribuye a la mejora de los resultados docentes educativos.

Elemento importante para tener en cuenta en el uso de la analítica del aprendizaje está asociado a los desafíos éticos y de privacidad. La recopilación y el análisis de datos educativos tienen que realizarse de manera responsable, protegiendo a los estudiantes y garantizando la confidencialidad de la información. Es fundamental establecer políticas y marcos éticos sólidos para el uso de la analítica del aprendizaje, y asegurarse de que los beneficios superen los posibles riesgos.

Ecuador, en los últimos tiempos ha trabajado en reformar la estructura educativa en post de la calidad de la educación. Los modelos educativos actuales propician la resolución de problemas, métodos activos versus paradigmas memorísticos con la finalidad de aprender fomentando el pensamiento crítico el cual incrementa la creatividad en el desarrollo del educando.

En la unidad educativa donde se desarrolla la investigación los docentes en el área de las ciencias naturales, especialmente en la de química, mantienen paradigmas asociados a metodologías tradicionalistas donde prevalecen clases teóricas desvinculadas de la realidad, los mismos siguen siendo el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje, las actividades docentes no motivan a los educandos a la construcción de sus saberes.

La tecnología educativa es una situación problemática manifiesta en las aulas de química debido a la falta de actualización en los recursos didácticos tecnológicos entre ellos las plataformas interactivas, simuladores digitales, softwares interactivos entre otros todo ello asociado a que su generación está dentro de la clasificación de “analfabetos digitales” lo cual implica resistencia al cambio en el uso de este componente de la didáctica.

En consecuencia, con el objeto de investigación, en la asignatura de química se generan un número importante de evaluaciones sistemáticas, dicha información está organizada en diferentes recursos, cuadernos de evaluaciones, Excel programado, sistemas de calificaciones orientados por el ministerio, entre otros, las cuales no se procesan a través de un análisis de datos para su función principal que es la mejora continua del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las situaciones anteriormente planteadas han provocado el siguiente problema científico: ¿Cómo contribuir a la enseñanza de la química con el uso de los recursos didácticos digitales? La anterior interrogante tiene su solución a través del siguiente objetivo: Analizar a través de la analítica del aprendizaje sustentada en los recursos didácticos digitales para contribuir a la enseñanza de la química.

Desarrollo

Material y métodos

La metodología utilizada fue de tipo experimental cuantitativa, sustentada en los postulados de Leonor Buendía, 2001, los cuales son:

Enfoque en una realidad específica: Al centrarse en una realidad específica, la investigación se adentra en un contexto concreto, lo que implica que se recopilaban datos precisos y tangibles relacionados con el grupo de enseñanza particular. Este enfoque estrecho permite un análisis detallado de un fenómeno dentro de un contexto real y específico.

Propósito de la investigación: El objetivo principal de la investigación es explicar un fenómeno. Es crucial destacar que este fenómeno está bajo el control de los investigadores, lo que significa

que pueden manipular variables y diseñar experimentos para comprender mejor cómo funciona, además, la verificabilidad de los resultados asegura la validez de la investigación.

El tipo de estudio fue observacional analítico con un diseño de antes y después del análisis, lo que facilitó la medición de la hipótesis planteada.

Hipótesis de investigación

Si se analiza a través de la analítica del aprendizaje sustentada en los recursos didácticos digitales entonces se contribuirá a la enseñanza de la química.

Limitaciones

La escasez de laboratorios adecuados y la limitación de recursos para llevar a cabo experimentos químicos, junto con la adquisición de simuladores, refleja un desafío crítico en la educación química en el nivel de bachillerato. Esta carencia no solo impide que los estudiantes obtengan experiencias prácticas esenciales para comprender y aplicar conceptos químicos, sino, afecta la calidad general de la enseñanza de la química. Las restricciones presupuestarias y la falta de infraestructura pueden obstaculizar el acceso a herramientas y reactivos necesarios, mientras que la eficacia de los simuladores disponibles puede variar. A pesar de las citadas limitaciones los resultados de la investigación no perdieron rigor científico debido a estrategias alternativas utilizadas por el colectivo de investigadores.

Universo y muestra.

El universo estuvo constituido por los estudiantes de los dos paralelos de segundo de bachillerato, en los cuales existe un total de 60 estudiantes.

Muestra.

En el estudio el universo y la muestra coinciden por ser un número relativamente pequeño de estudiantes.

Aplicación de las etapas de la analítica del aprendizaje. Ruipérez Valiente (2020)

I. Entorno de aprendizaje:

La investigación se llevó a cabo en el entorno educativo de una Unidad Educativa de la zona rural del cantón Flavio Alfaro de Manabí, donde se trabajó directamente con estudiantes de segundo de bachillerato en el espacio áulico. Los estudiantes, participaron activamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje, experimentando la integración de la plataforma PhET Interactive Simulations en sus clases de química, lo que constituyó una oportunidad única para explorar

conceptos clave relacionados con los átomos, la teoría del átomo, la tabla periódica, los tipos de elementos y los símbolos de los elementos químicos.

Esta plataforma fue la seleccionada dentro de las múltiples que existen por su feedback amigable, oportunidades de opciones interactivas, de código abierto y por estar en línea.

Los temas seleccionados obedecen a las dificultades de comprensión, por parte de los alumnos históricamente, que pertenecen al currículo de la asignatura de Química de segundo año de bachillerato.

Tabla

1.

Planificación de Clases sobre Teoría del Átomo. Manabí, 2023.

Clase 1: Introducción a la Teoría del Átomo (2 horas)	
Objetivos:	Comprender los conceptos básicos de la teoría del átomo para explorar la estructura de un átomo y sus componentes.
Indicación:	Utilizar la simulación "Modelos Atómicos" de PhET para visualizar los modelos atómicos históricos.
Base orientadora de la actividad:	Breve introducción a la teoría del átomo. Descripción de la estructura del átomo (protones, neutrones, electrones). Uso de la simulación "Modelos Atómicos" para explorar modelos atómicos históricos. Discusión en clase y preguntas sobre la estructura atómica.
Evaluación:	Resultados derivados de la comprensión de la tarea a través del simulador.

Clase 2: Modelos Atómicos Modernos (2 horas)

Objetivos:	Estudiar los modelos atómicos modernos, incluyendo el modelo de Bohr y el modelo actual.
Indicación:	Se explora cómo los electrones se organizan en niveles de energía, utilizando la simulación para visualizar la distribución de electrones en diferentes átomos.

Base orientadora de las actividades:	<p>Presentación de los modelos atómicos modernos.</p> <p>Descripción de la distribución de electrones en niveles de energía.</p> <p>Uso de la simulación para ver cómo cambia la distribución de electrones al variar el número atómico.</p>
Evaluación:	Resolución de ejercicios prácticos relacionados con la distribución electrónica.
Transformaciones de mejoras individuales.	Según los resultados de cada uno de los estudiantes de forma individualizada se actuará con diferentes tipos de actividades remediales en función de la mejora del aprendizaje.

Tabla

2.

Planificación de Clases sobre Tabla Periódica, Manabí 2023.

Clase 1: Introducción a la Tabla Periódica (2 horas)	
Objetivos:	Comprender la importancia de la tabla periódica en química.
Indicación:	Se debe identificar elementos y grupos en la tabla periódica, para esta actividad se va a utilizar la simulación "Tabla Periódica" de PhET para explorar elementos.
Base orientadora de las actividades:	<p>Introducción a la tabla periódica y su historia.</p> <p>Identificación de elementos y grupos en la tabla.</p> <p>Uso de la simulación "Tabla Periódica" para explorar las propiedades de los elementos y las tendencias periódicas.</p>
Evaluación:	Ejercicios prácticos relacionados con la tabla periódica.

Clase 2: Propiedades de los Elementos (2 horas)

Objetivos:	Explorar las propiedades químicas y físicas de los elementos.
-------------------	---

Indicación:	Comprender cómo las propiedades se relacionan con la ubicación en la tabla periódica, esta actividad se logrará al realizar experimentos virtuales con la simulación para observar las propiedades de los elementos.
Base orientadora de las actividades:	Descripción de las propiedades químicas y físicas de los elementos. Uso de la simulación para realizar experimentos virtuales y observar cómo cambian las propiedades en diferentes elementos. Discusión de las relaciones entre la ubicación en la tabla periódica y las propiedades de los elementos.
Evaluación:	Resultados derivados de la comprensión de la tarea a través del simulador.
Transformaciones de mejoras individuales.	Según los resultados de cada uno de los estudiantes de forma individualizada se actuará con diferentes tipos de actividades remediales en función de la mejora del aprendizaje.

Tabla

3.

Planificación de Clases sobre Tipos de Elementos y Símbolos. Manabí 2023

Clase 1:	Metales, No Metales y Metaloides (2 horas)
Objetivos:	Clasificar elementos en metales, no metales y metaloides. Comprender las propiedades y características de estos tipos de elementos.
Indicación:	Analizar cómo se distribuyen en la tabla periódica.
Base orientadora de las actividades:	Introducción a los tipos de elementos (metales, no metales y metaloides). Clasificación de elementos en función de sus propiedades. Discusión de las ubicaciones de estos elementos en la tabla periódica. Uso de ejemplos y ejercicios para identificar elementos de cada tipo.

Clase 2: Símbolos de Elementos Químicos (2 horas)

Objetivos:	Familiarizarse con los símbolos de elementos químicos. Comprender la importancia de los símbolos en la química.
Indicación:	Practicar la escritura y reconocimiento de símbolos químicos.
Base orientadora de las actividades:	Introducción a la notación y los símbolos de elementos químicos. Ejercicios de escritura y reconocimiento de símbolos químicos. Juegos interactivos en línea utilizando la plataforma PhET para reforzar el aprendizaje.
Evaluación:	Evaluación final sobre la teoría del átomo, la tabla periódica y los símbolos de elementos químicos.
Transformaciones de mejoras individuales.	Según los resultados de cada uno de los estudiantes de forma individualizada se actuará con diferentes tipos de actividades remediales en función de la mejora del aprendizaje.

II. Recolección de datos:

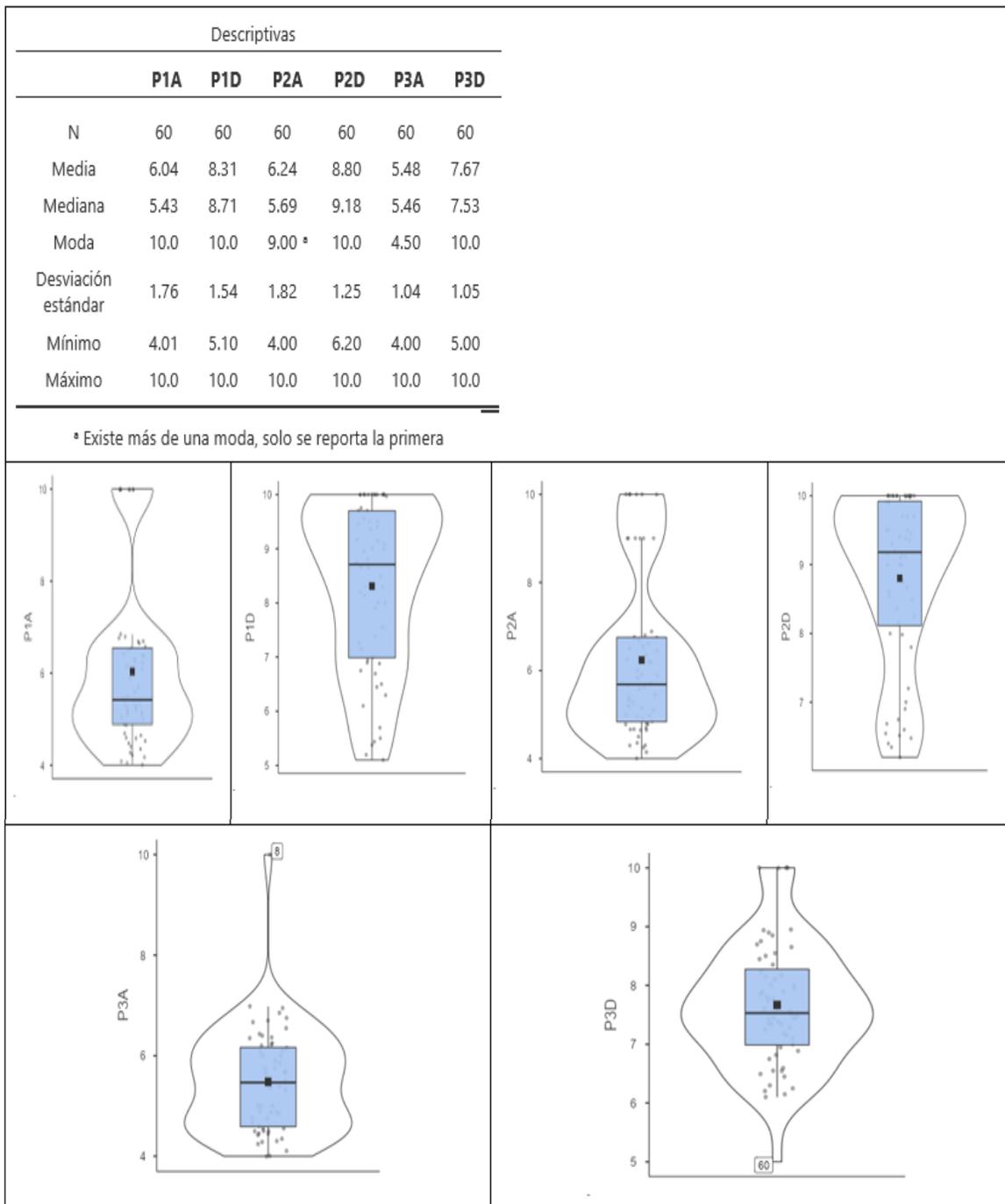
La recopilación de datos se realizó en dos etapas: primero, diagnóstico de los estudiantes para evaluar su nivel de conocimiento inicial en los temas de estudio. Segundo, se implementaron actividades de enseñanza utilizando la plataforma PhET Interactive Simulations, diseñadas para abordar de forma interactiva y atractiva estos conceptos las cuales fueron evaluadas por los investigadores.

III. Procesamiento de datos:

Los datos se procesaron en JAMOVI para llevar a cabo un análisis descriptivo y comparativo de los resultados obtenidos antes y después, del uso del simulador. Este enfoque estadístico permitió identificar patrones, tendencias y diferencias significativas en el desempeño individualizado de los estudiantes en las dos mediciones.

IV. Análisis de los datos:

Figura1 estadísticos descriptivos de las actividades antes y después, relacionadas con la descripción del átomo. Manabí 2023



Con respecto a la figura 1 haciendo alusión a la actividad 1 se evidencia que la calificación media antes de la utilización de las herramientas digitales es de 6,01, con una mediana igual a 5.43. La desviación estándar es de 1.76, y las calificaciones oscilan entre un mínimo de 4.01 y un máximo de 10.00. Mientras que, en la segunda calificación de la misma actividad, asociado al resultado del

Grupo después del uso de las herramientas digitales (P1D), la calificación media asciende a 8.31, con una mediana de 8.71. La desviación estándar es de 1.54, y las calificaciones se sitúan entre un mínimo de 5.10 y un máximo de 10.00. Estos datos proporcionan una visión detallada del rendimiento académico de ambos paralelos, destacando mejor calidad de las notas cuando se usó la tecnología.

En lo referente a la actividad 2 (P2A) se evidencia que la media de la calificación antes de la utilización del PETH es de 6,24, con una mediana igual a 5.69. La desviación estándar es de 1.82, y las calificaciones oscilan entre un mínimo de 4.00 y un máximo de 10.00. Mientras que, en la segunda calificación de la misma actividad, asociado al resultado del Grupo después del uso de las simulaciones (P2D), la calificación media muestra un ascenso de 8.80, con una mediana de 9.18. La desviación estándar es de 1.25, y las calificaciones se sitúan entre un mínimo de 6.20 y un máximo de 10.00. Estos datos proporcionan una visión detallada del rendimiento académico de ambos paralelos, destacando mejor calidad de las notas cuando se usó la tecnología.

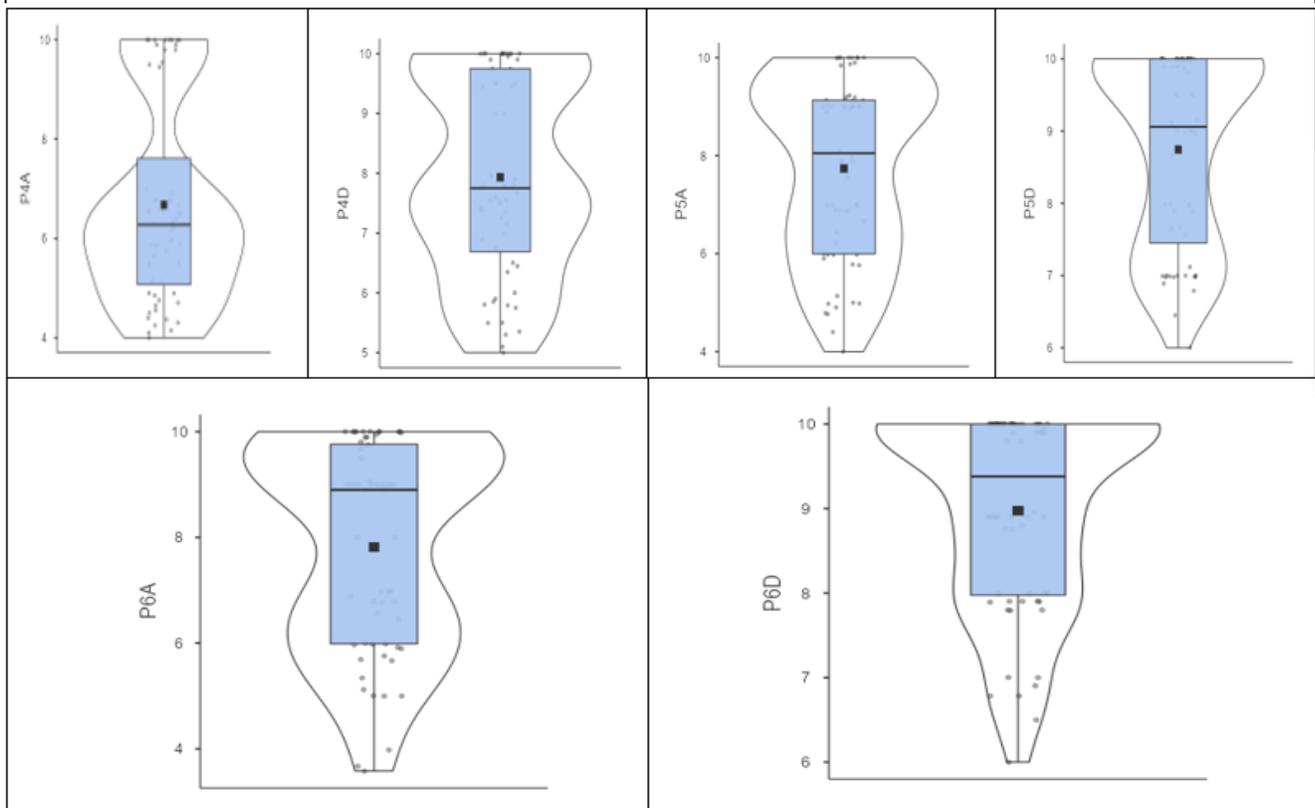
Las actividades P3A y P3D revelan notables disparidades en las calificaciones. En P3A, la media es de 5.48, mediana 5.46, desviación estándar 1.04, con calificaciones de 4.00 a 10.00. En P3D, la media es 7.67, mediana 7.53, desviación estándar 1.05, con calificaciones de 5.00 a 10.00. Estos datos proporcionan una visión concisa del desempeño en estas actividades antes y después de la utilización de la herramienta digital de simulación.

Resultados similares se presentan en lo presentado por Díaz (2023), al demostrar que los estudiantes que utilizan herramientas digitales mejoraron el aprendizaje de las matemáticas.

Figura 2

Estadísticos descriptivos de las actividades antes y después, relacionadas con la tabla periódica.
Manabí 2023

	Descriptivas					
	P4A	P4D	P5A	P5D	P6A	P6D
N	60	60	60	60	60	60
Media	6.68	7.93	7.74	8.74	7.82	8.97
Mediana	6.28	7.75	8.05	9.06	8.90	9.38
Moda	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Desviación estándar	2.02	1.65	1.84	1.31	1.97	1.17
Mínimo	4.00	5.00	4.00	6.00	3.58	6.00
Máximo	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0



Nota: La figura nos muestra un análisis en tablas gráficos de los estadísticos descriptivos de las actividades antes y después.

Fuente. Base de datos. Elaboración propia.

Con respecto al figura 2 haciendo alusión a la actividad 2 (P4A), se evidencia que la media de la calificación media antes de la utilización de las herramientas digitales es de 6.68, con una mediana

igual a 6.28. La desviación estándar es de 2.02, y las calificaciones oscilan entre un mínimo de 4.00 y un máximo de 10.00. Mientras que, en la segunda calificación de la misma actividad, asociado al resultado del Grupo después del uso de las herramientas digitales (P4D), la calificación media asciende a 7.93, con una mediana de 7.75. La desviación estándar es de 1.65, y las calificaciones se sitúan entre un mínimo de 5.00 y un máximo de 10.00. Estos datos proporcionan una visión detallada del rendimiento académico de ambos paralelos, destacando mejor calidad de las notas cuando se usó la tecnología.

Como se muestra en los resultados de la actividad 5 antes del uso de la herramienta digital (P5A) la media de la calificación media del antes es de 7.74 con una mediana de 8.05. La desviación estándar es de 1.84, y las calificaciones oscilan entre un mínimo de 4.00 y un máximo de 10.00. De manera clara se refleja un incremento en el resultado del Grupo de calificaciones del después (P5D), la calificación media asciende a 8.74, con una mediana de 9.06. La desviación estándar es de 1.31, y las calificaciones se sitúan entre un mínimo de 6.00 y un máximo de 10.00. Estos datos proporcionan una visión detallada del rendimiento académico de ambos paralelos, destacando mejor calidad de las notas cuando se usó la tecnología.

Las actividades (P6A) y (P6D), muestran que la media de la calificación del antes de la es igual a 7.82 con una mediana igual a 8.90 y una desviación estándar es de 1.97, y las calificaciones oscilan entre un mínimo de 3.58 y un máximo de 10.00. Mientras que, en la segunda calificación de la misma actividad, asociado al resultado del Grupo después del uso de las herramientas digitales (P6D), la calificación media asciende a 8.97, con una mediana de 9.38. La desviación estándar es de 1.17, y las calificaciones se sitúan entre un mínimo de 6.00 y un máximo de 10.00. Estos datos proporcionan una visión detallada del rendimiento académico de ambos paralelos, destacando mejor calidad de las notas cuando se usó la tecnología.

Estos hallazgos son similares a los presentados por Lino-Calle (2023) en donde se muestran mejoras significativas en los grupos que se investigaron al utilizar de Pheth, como apoyo en la enseñanza.

Tabla 4

Prueba T para dos muestras apareadas de las actividades antes y después.

			estadístico	gl	p
P1A	P1D	T de Student	-11.20	59.0	< .001

Tabla 4

Prueba T para dos muestras apareadas de las actividades antes y después.

			estadístico	gl	p
P2A	P2D	T de Student	-11.69	59.0	< .001
P3A	P3D	T de Student	-10.82	59.0	< .001
P4A	P4D	T de Student	-4.20	59.0	< .001
P5A	P5D	T de Student	-5.66	59.0	< .001
P6A	P6D	T de Student	-6.30	59.0	< .001

Nota. $H_a \mu \text{ Medida 1} - \text{Medida 2} < 0$

Se ha utilizado la prueba T de Student para muestras apareadas debido a que se cumple el supuesto de normalidad en las seis variables.

Como se aprecia en la tabla 1 las probabilidades asociadas a la estadística en todas las comparaciones es $p=0,001$, es menor que el error fijado en la investigación de $\alpha=0,05$, lo que se puede afirmar que existe diferencia significativa entre la media de las evaluaciones de todas las actividades antes y después lo cual significa que el uso de los recursos didácticos digitales ha garantizado una mejor calidad en las notas de los estudiantes.

Estudio similar lo realizó Garza-González, (2016) al coincidir que la media de los tiempos en el desarrollo de actividades en dos grupos antes y después tuvieron diferencias significativas.

Con la siguiente afirmación ha quedado demostrada la hipótesis de investigación que, si se analiza a través de la analítica del aprendizaje sustentada en los recursos didácticos digitales entonces se contribuirá a la enseñanza de la química.

Conclusiones

Se analizó a través de la analítica del aprendizaje sustentada en los recursos didácticos digitales la contribución a la enseñanza de la química, una vez realizadas las actividades en las dos variables, con y sin el uso de la tecnología.

Quedó demostrada la hipótesis de investigación según muestran los resultados estadísticos, pues al realizar la comparación antes y después del uso del recurso didáctico digital las diferencias significativas en los puntajes de las calificaciones estuvieron a favor de la segunda.

La integración de herramientas digitales en la enseñanza de la química en bachillerato ha demostrado tener numerosos beneficios para el aprendizaje de los estudiantes, las herramientas no solo hacen que la química sea más accesible y comprensible, sino que también aumentan la interacción, la personalización y la motivación de los estudiantes.

Referencias

- Angulo, P. (2021). El aprendizaje colaborativo virtual para la enseñanza de la matemática. *Dominio de las Ciencias*, 7(1), 253-267. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i1.1703>
- Barón, V., & Humánez, B. (2022). *Análisis de las tendencias de los estilos de aprendizaje y métodos de enseñanza identificados en los docentes y estudiantes de la licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad de Córdoba*. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/6463>
- Bourdieu, P. (2006). *Razones prácticas (Sobre la teoría de la acción)*—Bourdieu, Pierre—978-84-339-0543-7. Editorial Anagrama. http://www.anagrama-ed.es/libro/argumentos/razones-practicas-sobre-la-teoria-de-la-accion-/9788433905437/A_193
- Castillo, E. F., & Napan, C. E. (2021). Espacio de aprendizaje autónomo mediante la gamificación en los estudiantes de arquitectura de primer ciclo, taller de diseño, Lima, 2021. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/77657>
- Cerda, C., Saiz, J., Cerda, C., & Saiz, J. (2018). Aprendizaje autodirigido del saber pedagógico con tecnologías digitales. Generación de un modelo teórico en estudiantes de pedagogía chilenos. *Perfiles educativos*, 40(162), 138-157.
- Chambilla, M. (2018). Método Waldorf y desarrollo de la lectoescritura en estudiantes de primer grado de primaria en la Institución Educativa N° 1552 “Santa Isabel”- Vitarte-2017. *Universidad Nacional Federico Villarreal*. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/2255>
- Díaz, M. L. L., Saca, D. F. S., Rodríguez, V. G. G., & Fernández, R. L. (2023). Herramientas digitales evaluadas por la analítica del aprendizaje en la contribución de la enseñanza de las matemáticas. *Polo del Conocimiento*, 8(10), 815-830.

- Fernández, S. (2019). Evaluación y aprendizaje. *marcoELE. Revista de Didáctica Español Lengua Extranjera*, 24. <https://www.redalyc.org/journal/921/92153187003/movil/>
- Galarraga, J. (2020). Modelo teórico de competencias digitales para la andragogía. *Educ@ción en Contexto*, 6(11), Article 11.
- Gebera, O., Hurtado, A., Delgado, Y., Perez, G., & Gonzales, M. (2019). Estado del conocimiento y perspectivas de investigación sobre el Blended Learning en Perú. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*. <https://shs.hal.science/halshs-02876565>
- Gómez, N., & Mediavilla, M. (2021). Exploring the relationship between Information and Communication Technologies (ICT) and academic performance: A multilevel analysis for Spain. *Socio-Economic Planning Sciences*, 77, 101009. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101009>
- Guamán, V., & Espinoza, E. (2022). Aprendizaje basado en problemas para el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 124-131. (Díaz, 2023)
- Lino-Calle, V. A., Barberán-Delgado, J. A., López-Fernández, R., & Gómez-Rodríguez, V. G. (2023). Analítica del aprendizaje sustentada en el Phet Simulations como medio de enseñanza en la asignatura de Física. *MQRInvestigar*, 7(3), 2297-2322. <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/568/2276>
- López, A. (2018). *El aprendizaje de la Química. Aspectos importantes a la luz de la investigación didáctica*.
- López, A., Olivares, S., & Turrubiarres, M. (2018). Aprendizaje autodirigido utilizando la estrategia didáctica Aprendizaje Basado en Proyectos. *Tarbiya : revista de investigación e innovación educativa*. <https://doi.org/10.15366/tarbiya2018.46.02>
- Martínez, M. (2020). Herramientas digitales para la enseñanza del idioma inglés. *Con-Ciencia Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 3*, 7(14), Article 14.
- Naranjo, A., García, E., & Pardo, V. (2021). Autogestión del aprendizaje: Revisión de la literatura. *Explorador Digital*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.33262/exploradordigital.v5i2.1649>
- Pompa, Y., & Pérez, I. (2019). La competencia comunicativa en la labor pedagógica. *Revista Universidad y Sociedad*, 7(2), 160-167.
- Ruipérez Valiente, J. A. (2020). El proceso de implementación de analíticas de aprendizaje. RIED. *Revista iberoamericana de educación a distancia*. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/201524>

- Tingo, F. (2022). Saberes emergentes en contextos dislocados: Discursos sobre la alfabetización de personas adultas en el Ecuador. *Praxis educativa*, 26(1), 300-300. <https://doi.org/10.19137/praxiseducativa-2022-260115>
- Tumbaco, M. (2022). Impacto del programa educativo campaña todos ABC y aprendizaje en estudiantes con escolaridad inconclusa, en una unidad educativa, Santa Elena. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/93770>
- Victorio, J. (2018). Estudio comparativo de la pedagogía Waldorf, Método Montessori y Reggio Emilia para niños de 3 a 5 años. *Repositorio Institucional - UNS*. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3243>
- Walss, M. (2021). Diez herramientas digitales para facilitar la evaluación formativa. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 18, 127-139.

© 2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).