

Recursos gamificados para fortalecer competencias en la enseñanza de la periodicidad química.

Autor

Raquel Juliana Leiton Caicedo

Director

María Eufemia Freire Tigreros

Maestría en educación

**Facultad de educación
Programa maestría en educación
Universidad Santiago de Cali**

Santiago de Cali - Colombia

2025

Resumen: La investigación se llevó a cabo en una institución educativa de Cali, Colombia, con estudiantes del último año de educación básica secundaria. Se utilizó un muestreo probabilístico para asegurar diversidad en el rendimiento académico y en las actitudes hacia la química. El estudio adoptó un enfoque mixto con diseño explicativo secuencial, estructurado en cuatro fases. Inicialmente, se aplicó un pretest basado en la prueba Saber para diagnosticar competencias en explicación de fenómenos, indagación y uso comprensivo del conocimiento sobre la periodicidad en la tabla periódica. Con base en los resultados, se diseñaron e implementaron dos recursos gamificados durante seis semanas. Luego, se aplicó un postest y una encuesta argumentativa para evaluar el impacto. El análisis mediante la Ganancia Normalizada Grupal (GSG) y gráficos estadísticos evidenció mejoras significativas en el uso comprensivo del conocimiento, avances moderados en indagación, especialmente en la formulación de preguntas y progreso medio en la explicación de fenómenos. La encuesta mostró una percepción positiva de los estudiantes sobre la gamificación, resaltando su interactividad, dinamismo y capacidad para motivar el aprendizaje. En conjunto, los resultados evidencian que la gamificación no solo mejora la comprensión conceptual, sino que transforma el proceso educativo en una experiencia más significativa y motivadora.

Palabras claves: Aprendizaje colaborativo; competencias en ciencias naturales; evaluación; gamificación; periodicidad en la tabla periódica.

Introducción

La enseñanza de las ciencias naturales ha evolucionado significativamente para abordar los desafíos educativos del siglo XXI, en el fomento de un proceso formativo continuo. Este enfoque prepara a los estudiantes para comprender y aplicar conceptos científicos en la resolución de problemas, explicar fenómenos naturales con rigor, desarrollar el pensamiento crítico, valorando la ciencia como una práctica social y colectiva (Villamizar, 2024).

En consecuencia, la guía de orientación del examen Saber 11° (ICFES, 2024) define una competencia como la capacidad de resolver problemas mediante la integración de conocimientos, habilidades y actitudes, evaluando tres competencias en ciencias naturales: la explicación de fenómenos, el uso comprensivo del conocimiento científico y la indagación. No obstante, diversos estudios han demostrado una baja apropiación de las competencias científicas, especialmente en indagación. Esta habilidad es clave para desarrollar el pensamiento crítico y autónomo, que implica la formulación de preguntas, el diseño experimental, el razonamiento científico y el análisis de datos en los estudiantes (Selco et al., 2013; Casanovesa et al., 2017; Flórez & González, 2021; Grajales, Gutiérrez

& Grajales, 2023). Por consiguiente, investigaciones sobre la prueba Saber 11° que es un examen estándar en Colombia y las pruebas PISA, han señalado limitaciones persistentes en el sistema educativo, subrayando la necesidad de ajustar las metodologías de enseñanza para mejorar el rendimiento académico (Sanabria et al., 2020).

La periodicidad en la tabla periódica representa un desafío debido a la complejidad de los patrones en las propiedades químicas y físicas de los elementos. Comprender aspectos como radio atómico, afinidad electrónica, energía de ionización y electronegatividad, que permiten realizar predicciones, extrapolar información y aplicar conocimientos previos a nuevas situaciones (Hoffman & Hennessy, 2018; Weinhold, 2019; Nsabayezu, 2022). Igualmente, se ha identificado la dificultad de promover habilidades de abstracción, de argumentación y la relación con la filosofía de la química para mejorar la enseñanza de las leyes químicas, (Selco et al., 2013; Moreno et al., 2014; Weinhold, 2019). Esto aborda la falta de pensamiento abstracto en el uso de la tabla periódica, que implica relaciones entre los elementos químicos y categorización en torno a la simbología de los mismos (Selco et al., 2013; De Souza et al., 2021; Roberts et al., 2025).

En respuesta a estos desafíos, la literatura reciente ha destacado el potencial de la gamificación como estrategia pedagógica innovadora para transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje en ciencias naturales, lo que se traduce en una participación activa y mayor interés por los contenidos curriculares (Chapman & Rich, 2018; Huang et al., 2019; Lutfi et al., 2022; Hallal & Tlais, 2022; Krug & Huwer, 2023; Hill, & Harmer, 2023; Zourmpakis et al., 2024; Domínguez & Ruiz, 2024). La gamificación integra dinámicas de juego en contextos educativos para mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes, a partir de su naturaleza interactiva y competitiva, convirtiéndose en una herramienta poderosa para modernizar las evaluaciones tradicionales (Franco et al., 2010; Markopoulos et al., 2015; Ortiz et al., 2018; Vergara et al., 2019; Huang et al., 2019; Arias & Mercado, 2020; Arufe et al., 2022; Hill & Harmer, 2023). Otras investigaciones evidencian que la implementación de recursos gamificados mejora el rendimiento académico en comparación con métodos tradicionales (Casanovesa et al., 2017; Kulpa, 2017; Huang et al., 2019; Vilia & Candeias, 2020; Chans & Portuguese, 2021; Hallal & Tlais, 2022). Además, promueve el aprendizaje colaborativo, habilidades críticas, reflexivas, resolución de problemas, autonomía, mediante estrategias didácticas basadas en neurociencia, favoreciendo la socialización de saberes (Markopoulos et al., 2015; Zurita, 2020; Vilia & Candeias, 2020; Montejo & Fernández, Freire, 2020; De Souza et al., 2021; Lutfi et al., 2022; Alzate & Gaitán, 2024; Salcedo et al., 2024; Lopes et al., 2024) y la

Es necesario explorar cómo la gamificación puede facilitar la enseñanza de la periodicidad en la tabla periódica, abordando las dificultades en el desarrollo de competencias en ciencias naturales y promover un aprendizaje más significativo (Chans & Portuguese, 2021; Lutfi et al., 2022). Esta perspectiva resalta la importancia de estrategias didácticas adaptadas, que aportan mejoras en competencias como: indagar, identificar y explicar, que fortalecen habilidades en contextos específicos del currículo (Franco et al., 2010; De la Rosa et al., 2019; Freire & Cogua, 2019; Carabelli et al., 2020; Chans & Portuguese, 2021; Flórez & González, 2021; Arufe et al., 2022; Da Silva et al., 2024; Jegstad, 2024; Zourmpakis et al., 2024).

Por ende, esta investigación tiene como objetivo general: Fortalecer las competencias en ciencias naturales a partir de recursos gamificados que favorezcan la enseñanza de la periodicidad en la tabla periódica para estudiantes de noveno grado en una institución educativa de la ciudad de Cali, Colombia. Para desarrollar dicha investigación se plantearon los siguientes objetivos específicos: a) Diagnosticar el nivel de desempeño en competencias en ciencias naturales relacionadas con la periodicidad en la tabla periódica, mediante la aplicación de una prueba pretest tipo Saber; b) Diseñar los recursos gamificados como estrategia para fortalecer las deficiencias encontradas en la prueba pretest; c) Implementar los recursos gamificados para registrar evidencias del proceso de enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva cualitativa y cuantitativa; d) Evaluar el impacto de recursos gamificados mediante la aplicación de un postest y una encuesta, con el fin de analizar tanto el desarrollo de las competencias en ciencias naturales como la percepción de los estudiantes. En consecuencia, al contexto descrito anteriormente se consolida la pregunta de investigación que orientara la propuesta: ¿Cómo fortalecer las competencias en ciencias naturales con la mediación de recursos gamificados que faciliten la enseñanza de la periodicidad en la tabla periódica?

Método

Este trabajo adoptó un enfoque mixto con un diseño explicativo secuencial, desde la perspectiva cuantitativa (Hernández Sampieri et al. 2018), se aplicó inicialmente una prueba pretest para identificar los saberes previos de los estudiantes. Tras seis semanas de implementación de recursos gamificados, se realizó un postest para evaluar el fortalecimiento de competencias en ciencias naturales en la periodicidad en la tabla periódica, ambas pruebas fueron realizadas basándose en las preguntas del ICFES (2024).

Lo anterior, permitió recopilar y analizar datos cuantitativos para identificar patrones, relaciones y posibles mejoras en las competencias en ciencias naturales establecidas por la guía de orientación del examen Saber 11° (ICFES, 2024). Posteriormente, se complementó el estudio mediante una encuesta argumentativa, explorando las percepciones estudiantiles. Esta triangulación de datos fortaleció la validez del estudio y proporcionó una interpretación más detallada de los hallazgos (Hernández Sampieri et al. 2018).

Selección de muestra

El estudio es de tipo no experimental y empleó un muestreo probabilístico, asegurando la representatividad de todos los estudiantes matriculados en noveno grado en una institución de la ciudad de Cali, Colombia. La muestra refleja diversidad en rendimiento académico, trabajo colaborativo y actitudes hacia el aprendizaje en química (Hernández Sampieri et al., 2018). Los criterios de selección, presentados en la Tabla 1, se definieron a partir de información recolectada mediante entrevistas y encuestas a familias, consolidándose en consejos de profesores al inicio del año escolar 2024-2025.

Tabla 1.
Criterios de selección de la muestra.

Criterio	Descripción
Tamaño de la muestra	38 estudiantes del último año de la educación básica secundaria.
Características demográficas	Edades: entre los 14 - 15 años. Género: 16 mujeres y 22 hombres. Etnia o raza: Afrocolombianos, mestizos, caucásicos y latinos. Lengua materna: Español e inglés.
Características psicoeducativas	Beneficia al 20% de estudiantes con bajo desempeño. Además, las estrategias diversificadas reducen la frustración, promueven un entorno educativo inclusivo y equitativo.

Fases de la investigación

El estudio se llevó a cabo en cuatro fases, denominadas como fase 1 prueba pretest, fase 2 diseño de los recursos gamificados, fase 3 implementación de los recursos gamificados y la fase 4 evaluación del impacto de los recursos gamificados; a

continuación, en la tabla 2 se mencionan teniendo en cuenta los objetivos de cada una y la aplicación de métodos para realizar el análisis de resultados.

Tabla 2.

Fases del estudio.

Fase	Objetivo específicos de la investigación	Enfoque del método
Prueba pretest.	Diagnosticar el nivel de desempeño en competencias en ciencias naturales relacionadas con la periodicidad en la tabla periódica, mediante la aplicación de una prueba pretest tipo Saber.	Cuantitativo
Diseño de los recursos gamificados.	Diseñar los recursos gamificados como estrategia para fortalecer las deficiencias encontradas en la prueba pretest.	Cualitativo
Implementación de los recursos gamificados.	Implementar los recursos gamificados para registrar evidencias del proceso de enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva cualitativa y cuantitativa.	Cualitativo y cuantitativo
Evaluación del impacto de los recursos gamificados.	Evaluar el impacto de recursos gamificados mediante la aplicación de un postest y una encuesta, con el fin de analizar tanto el desarrollo de las competencias en ciencias naturales como la percepción de los estudiantes.	Cualitativo y cuantitativo

Fase 1: Prueba pretest.

En esta fase, se aplicó una prueba pretest para evaluar el nivel de competencias en ciencias naturales de los 38 estudiantes del último año de la educación básica secundaria en relación con la periodicidad en la tabla periódica. La prueba estuvo disponible en línea a través del sitio web “Invadidos por la ciencia”, en la sección “piensa química” y contó con un diseño basado en la estructura de las pruebas Saber. El instrumento incluyó 18 preguntas de selección múltiple con única respuesta, organizadas según nivel, componente, evidencia y competencia. El nivel estableció la dificultad, mientras que los componentes reflejaron los ejes temáticos. La evidencia permitió inferir habilidades o conocimientos del estudiante, alineándose con la prueba Saber 11°. Según el enfoque del ICFES (2024), la evaluación se centró en tres competencias: Explicación de fenómenos, que midió la construcción de explicaciones científicas; Uso comprensivo del conocimiento científico, orientado a la aplicación de conceptos en la solución de problemas; e Indagación, que valora el acercamiento del estudiante a la construcción del conocimiento científico. Cada

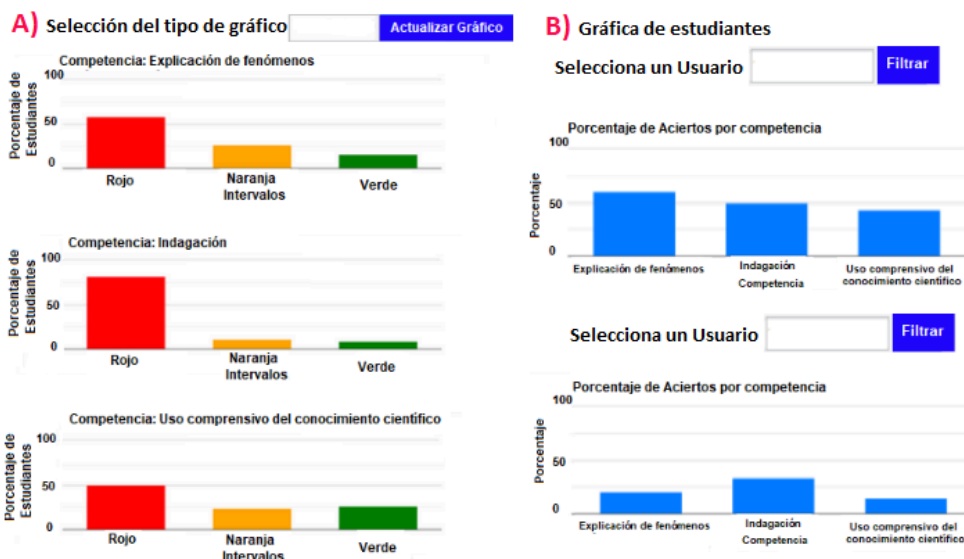
competencia estuvo representada por seis preguntas en la prueba.

El sitio web “Invadidos por la ciencia” colaboró con la herramienta de recolección de datos, para el procesamiento y análisis, se desarrolló un software propio utilizando tecnologías web como PHP (para la lógica del servidor), JavaScript y CSS (para la interacción y el diseño de la interfaz) y MySQL (como sistema de gestión de base de datos). La herramienta fue diseñada específicamente para gestionar la información de desempeño de los estudiantes en las tres competencias evaluadas: uso comprensivo del conocimiento científico, indagación y explicación de fenómenos. Para la visualización de los resultados se integró la API de Google Charts, particularmente para generar diagramas de torta dinámicos, que permitieron representar los porcentajes de estudiantes clasificados en tres niveles de desempeño, de acuerdo con los criterios de la escala de valoración establecida por el ICFES (2022) en Colombia. Los rangos definidos fueron, la franja verde: buen desempeño ($x > 70$ y $x \leq 100$), franja naranja: desempeño intermedio ($x > 50$ y $x \leq 70$) y por último está la franja roja: bajo desempeño ($x \leq 50$).

Los colores indican claramente los niveles de logro: verde para resultados altos, naranja para intermedios y rojo para bajos (Figura 1). Además, el sistema permitió la interacción con los gráficos en diagramas de barras, columnas y pastel; al hacer clic en cada sección del diagrama, se genera automáticamente un listado con los nombres de los estudiantes correspondientes a ese nivel de desempeño, facilitando así el análisis individual y grupal de los resultados. Esta información constató los resultados de ambas pruebas para identificar avances en el aprendizaje y el impacto del uso de recursos gamificados.

Figura 1

Gráficas grupal (A) e individual (B) de los resultados de la prueba pretest sobre la periodicidad en la tabla periódica.



Nota. Datos tomados del sitio web Invidados por la ciencia (2024), la cual se utilizó como herramienta para la recolección de datos.

Fases 2 y 3: Diseño e implementación de los recursos gamificados.

Este apartado destaca la importancia de colaborar con el sitio web “Invidados por la Ciencia” en el diseño de los dos juegos educativos. Investigaciones como las de Chans & Portuguese (2021) y Visnovska & Cortina (2022) mencionan la escasez de materiales educativos actualizados, que mantiene un enfoque tecnicista en la enseñanza y limita la aplicación de estrategias innovadoras. Esta situación perpetúa modelos tradicionales poco efectivos en la educación científica. Por ello, los recursos gamificados desarrollados en este estudio fueron diseñados con la intención de fortalecer las competencias en ciencias naturales en estudiantes del último año de la educación básica secundaria, por lo tanto, tienen propósitos específicos y resolución de problemas que favorecen un aprendizaje más dinámico y significativo.

En este sentido, se tienen presente dos criterios de análisis, que permiten examinar de manera rigurosa el impacto educativo de dichos recursos, entre ellos esta: la retroalimentación, entendida como elemento formativo clave para el aprendizaje autorregulado durante la experiencia gamificada; en segunda lugar se consideran las heurísticas del diseño de los dos recursos gamificados, que permitieron identificar si las dinámicas, desafíos y niveles propuestos se alinean con los propósitos de aprendizaje,

asimismo el fomento hacia la motivación intrínseca. Estos criterios estuvieron fundamentados teóricamente en estudios sobre gamificación educativa y sirvieron como base para interpretar tanto los resultados cualitativos como cuantitativos.

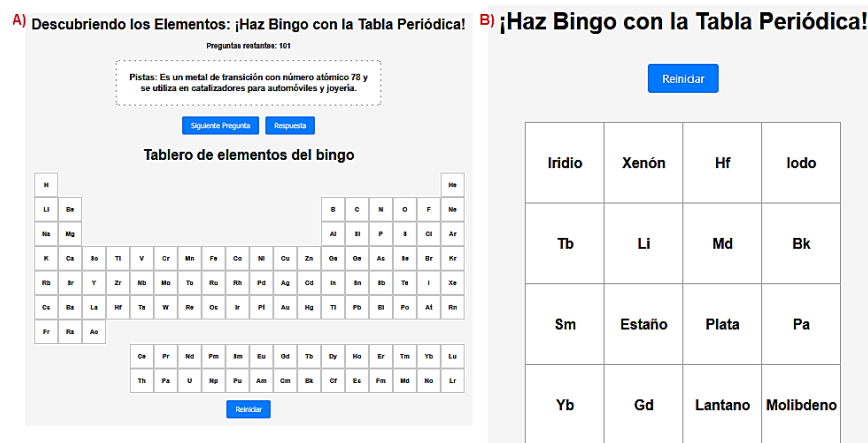
Descripción general de los recursos gamificados

El primer recurso gamificado denominado como Exploración de los Elementos: ¡Haz Bingo con la Tabla Periódica!, fue adaptado a partir de la investigación de Franco et al. (2010), en el desarrollo del “Bingo Atómico”, frente a las necesidades del estudiantado. Por consiguiente, en el presente recursos gamificado, el “tablero principal” constó de 103 preguntas diseñadas a partir de las tres competencias en ciencias naturales que evalúa el ICFES (2024) en las pruebas saber, con los propósitos de fomentar el pensamiento crítico y reflexivo en relación con la ubicación de los elementos químicos (Figura 2, A). En la implementación, este tablero fue manejado por el profesor, quien, al hacer clic en el botón de siguiente pregunta, activaría la selección aleatoria de una nueva pregunta. Además, el botón de respuesta mostrará la solución correspondiente, relacionada con un elemento de la tabla periódica. Como en un tablero de control de bingo, el elemento identificado puede ser marcado, esto permitió un seguimiento visual de los que han salido, que cambian a color rojo. Finalmente, el botón de reinicio posibilitó comenzar desde cero.

En este sentido, los estudiantes utilizaron una “tabla” de juego conformada por una cuadrícula de 4 filas por 4 columnas, donde cada casilla contiene el símbolo o el nombre de un elemento químico tomado del “tablero principal”. Para garantizar la variabilidad, cada tabla se generó con elementos diferentes, y el botón “reiniciar” accedía a reorganizarlos de manera aleatoria (Figura 2, B). Durante el uso del recurso gamificado, los jugadores marcan los elementos que resultaban de la resolución de problemas. Al hacer clic en una casilla correspondiente, esta cambiaría a color verde.

Figura 2

Imagen del (A) “tablero principal” para el profesor y (B) la “tabla” para los estudiantes en el recurso gamificado 1. Exploración de los Elementos: ¡Haz Bingo con la Tabla Periódica!



Nota. La imagen fue tomada del sitio web Invadidos por la ciencia (2025), como colaborador para el diseño y ejecución del recurso gamificado 1: Exploración de los Elementos: ¡Haz Bingo con la Tabla Periódica!

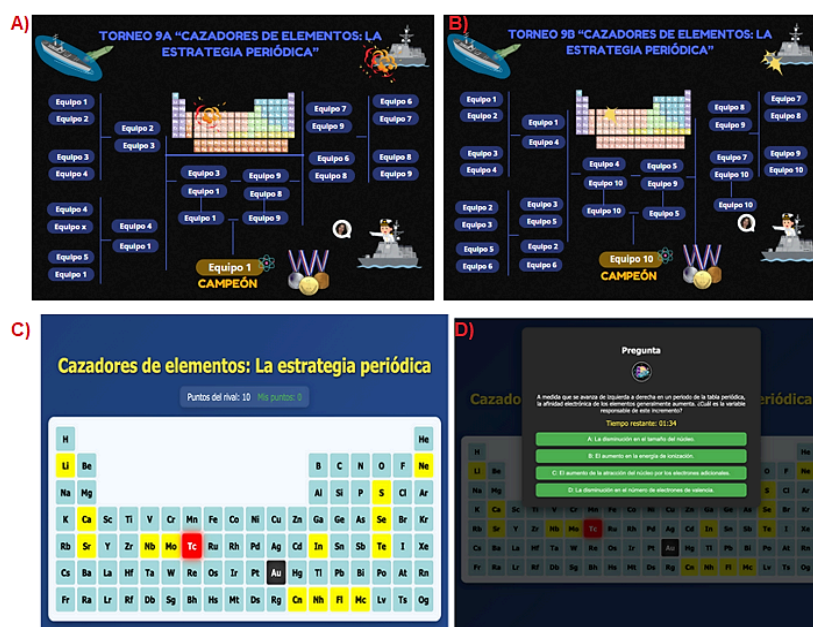
El diseño del segundo recurso gamificado se fundamentó en una dinámica de aprendizaje activo, basada en los juegos “Batalla Naval Periódica”, propuesto por De Souza et al. (2021), y “Chemical Battleship”, desarrollado por Montejo & Fernández (2021). En este estudio, dicho recurso gamificado fue ajustado con el sentido de reforzar el conocimiento sobre la estructura y las propiedades de la tabla periódica. Por lo anterior, se diseñaron 36 preguntas por competencias en ciencias naturales, enfocadas en incentivar la toma de decisiones estratégicas, la resolución de problemas, la clasificación de elementos según sus propiedades, para promover la argumentación científica y el aprendizaje significativo. Para la implementación del recurso gamificado se organizó un torneo en parejas (Figura 3, A y B). Cada grupo tenía que ubicarse frente a su oponente de modo que no pueda ver la pantalla del computador del contrincante.

Al iniciar, los participantes accedieron al “tablero principal”, donde situaron sus embarcaciones en casillas consecutivas marcadas en amarillo (Figura 3, C). El desarrollo del recurso gamificado consiste en turnos alternos de ataque, en los que el jugador indicaba una coordenada con el grupo, familia y período de un elemento. Sí, acertaba una embarcación, la casilla se marcaba en rojo y sumaba 10 puntos (Figura 3, C); si fallaba, el oponente respondía una pregunta de selección múltiple con la posibilidad de ganar 10 puntos, si contesta correctamente (Figura 3, D). Cuando una embarcación era derribada, el jugador le correspondía identificar la familia química de los elementos impactados. El recurso gamificado finaliza cuando un jugador destruye todas las embarcaciones del

oponente, culminando con una reflexión escrita en el cuaderno sobre las propiedades de los elementos. El ganador se define sumando "Mis puntos" con los puntos que tiene el contrincante en "Puntos del rival".

Figura 3

(A y B) Imagen del torneo de clasificación para el recurso gamificado 2. “Cazadores de elementos: La estrategia periódica”, (C) Imagen del “tablero principal” que muestra el estado del recurso gamificado al acertar en una embarcación y (D) al fallar en la coordenada indicada.



Nota. Las imágenes A y B fueron creadas por los autores utilizando la plataforma Canva con datos de la investigación propia, mientras que las imágenes C y D fueron tomadas del sitio web Invadidos por la ciencia (2025), como colaborador para el diseño y ejecución del recurso gamificado 2: “Cazadores de elementos: La estrategia periódica”

Los materiales utilizados en ambos recursos gamificados incluyen un computador portátil, celular o tablet para participar en los recursos gamificados, un marcador borrable para realizar anotaciones temporales en la tabla periódica plastificada que facilita la consulta y manipulación sin deterioro, un cuaderno de química destinado al registro de observaciones y reflexiones durante el proceso.

Fase 4: Evaluación del impacto de los recursos gamificados.

Evaluación de resultados prueba pretest vs posttest

Para evaluar el impacto de la gamificación en el aprendizaje de la periodicidad en la tabla periódica, se emplea la *Ganancia normalizada Grupal (GSg)*, propuesta por Hake (1998) y utilizada en el estudio de Abbasi et al. (2021), como un indicador del cambio en la comprensión conceptual de los estudiantes tras una intervención educativa. Este parámetro se calcula comparando el desempeño en una prueba inicial y una prueba posterior, reflejando así el impacto del proceso de enseñanza. En el contexto de una enseñanza gamificada, la *GSg* facilitó evaluar la efectividad de estrategias innovadoras en comparación con métodos tradicionales. La *Ganancia normalizada del Estudiante (GSe)* se determina mediante la ecuación (1), calculada como la diferencia porcentual entre la prueba pretest (Pd) y posttest (Pf), donde *Pmax* representa el porcentaje máximo posible en la prueba. Además, la *GSg* se obtiene como el promedio de las ganancias individuales de los estudiantes, expresado en la ecuación (2), donde *GSei* corresponde a la *Ganancia normalizada* de cada estudiante y *n* representa la cantidad total de participantes en el grupo.

$$GSe = \left(\frac{Pf - Pd}{P_{max} - Pd} \right) 100 \quad (1)$$

$$GSg = \frac{\sum_{i=1}^n GSe_i}{n} \quad (2)$$

Los resultados porcentuales obtenidos de la *Ganancia normalizada Grupal (GSg)*, según la clasificación de Hake (1998), se interpreta en tres rangos basados en su valor:

- Ganancia alta: $GSg \geq 70\%$
- Ganancia media: $30\% \leq GSg < 70\%$
- Ganancia baja: $GSg < 30\%$

Estos rangos permiten evaluar la efectividad de las intervenciones educativas al medir el cambio en la comprensión conceptual de los estudiantes del último año de la educación básica secundaria en la enseñanza de la periodicidad en la tabla periódica.

Instrumentos de recolección de información para la prueba posttest.

Según Hernández Sampieri et al. (2018), la elección del instrumento de medición cuantitativa debe garantizar validez, confiabilidad y precisión. En la elaboración del postest, se diseñaron 18 preguntas de selección múltiple con única respuesta, alineados con las competencias evaluadas en la prueba Saber (ICFES, 2024). Al igual que en la evaluación pretest, las preguntas fueron estructuradas considerando cuatro elementos clave: nivel, componente, evidencia y competencia. Asimismo, se tuvieron en cuenta tres competencias específicas: explicación de fenómenos, indagación y uso comprensivo del conocimiento científico, con seis preguntas asignadas a cada una.

Instrumento para la encuesta

La recolección de respuestas en esta investigación se basa en la metodología de Hernández Sampieri et al. (2018) para la aplicación de encuestas argumentativas como instrumentos de medición cuantitativa y cualitativa. Se utilizó un formulario de Google como herramienta digital para estructurar y facilitar la recolección de datos. La encuesta incluyó doce preguntas cerradas de tipo dicotómico, permitiendo recopilar información cuantificable y detectar tendencias en la percepción estudiantil. Para el análisis de las respuestas, se empleó un diagrama de barras, lo que permitió visualizar la distribución de las opciones “Sí” y “No”. Además, se calcularon promedios mediante la ecuación 3 para representar el porcentaje correspondiente a los cuatro criterios evaluados.

Asimismo, se incorporó una pregunta abierta con el propósito de obtener información cualitativa que brindó una comprensión más exacta de las experiencias y opiniones individuales; por lo anterior, corresponde a la categoría de análisis donde se evalúa la percepción o valoración de la experiencia de aprendizaje, ya que busca explorar cómo los estudiantes interpretan, evalúan o reflexionan sobre su vivencia con las estrategias gamificadas, desde una perspectiva personal, subjetiva y formativa. Esta pregunta era ¿Qué comentario, sugerencia o aspecto consideras relevante sobre tu experiencia con las actividades gamificadas?, desde el enfoque cualitativo Hernández Sampieri et al. (2018), evalúa dichas preguntas mediante codificación temática, identificando patrones, significados y categorías emergentes en las respuestas, lo que permite interpretar percepciones y experiencias de los participantes en su contexto. Todo el proceso garantiza la confidencialidad y el anonimato de los participantes, asegurando la validez ética del estudio.

Las preguntas de la encuesta fueron diseñadas a partir de cuatro criterios clave para evaluar la efectividad e impacto de los recursos gamificados en la enseñanza de la periodicidad en la tabla periódica; a) Diseño y aplicación: Se analizan la calidad, variedad y adecuación de los recursos gamificados utilizados en la enseñanza, asegurando que sean pertinentes y atractivos para los estudiantes. b) Desarrollo de competencias en ciencias naturales: Se mide la efectividad de los recursos en la adquisición de habilidades científicas y la comprensión del contenido. c) Experiencia y motivación del estudiante: Se evalúa la percepción de los estudiantes sobre su proceso de aprendizaje y el nivel de motivación generado por la gamificación. d) Compromiso de los estudiantes frente a la utilización y participación activa en las actividades gamificadas (en el salón de clase y en casa).

Evaluación de resultados en la encuesta

Para calcular el porcentaje de respuestas afirmativas "Sí" y negativas "No" en una encuesta con preguntas dicotómicas, se utilizó la ecuación 3 registrada en la metodología de la investigación de Mesa et al. (2015).

Donde:

- Número de respuestas: cantidad de respuestas "Sí" o "No" para una pregunta específica.
- Total de respuestas: suma total de respuestas "Sí" y "No" para esa pregunta.

$$\text{Porcentaje de respuesta} = \left(\frac{\text{Número de respuesta}}{\text{Total de respuestas}} \right) 100 \quad (3)$$

Para fortalecer la validez del estudio, se empleará una triangulación metodológica, integrando datos obtenidos por diferentes instrumentos y herramientas de recolección para las pruebas estandarizadas (pretest y posttest), encuestas y una pregunta abierta. En primer lugar, los resultados de la *Ganancia Normalizada Grupal* (GSg) brindaron evidencia cuantitativa del cambio en la comprensión conceptual tras la implementación de recursos gamificados. En segundo lugar, las encuestas cerradas proporcionaron datos sobre la percepción del estudiantado respecto a la efectividad y motivación generada por las actividades. Finalmente, las respuestas de la pregunta abierta permitieron identificar patrones cualitativos, emociones, actitudes y sugerencias expresadas de manera libre por los participantes. Todo lo anterior tendrá soporte teórico como referente clave para interpretar los resultados obtenidos; este posibilita contrastar los datos cuantitativos y cualitativos con estudios previos, lo cual establece la validez de los hallazgos y facilita una

comprensión más detallada del impacto de los recursos gamificados en las clases de química.

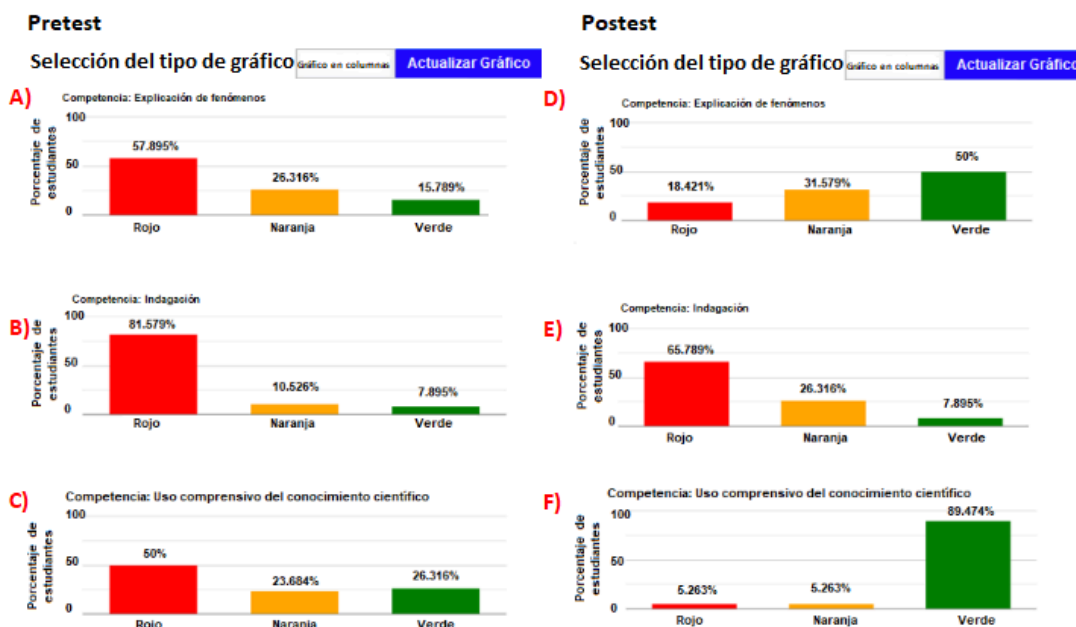
Resultados

Prueba pretest

La identificación preliminar se dio a partir de diagramas de barra para valorar la aplicación de competencias en ciencias naturales a nivel grupal. Del mismo modo, el análisis individual verificó el porcentaje de aciertos por competencia en las 18 preguntas, el tiempo que se les dio a los estudiantes para responderlas fue de 40 minutos. Esta prueba resultó fundamental para la toma de decisiones informadas, ya que proporcionó datos relevantes sobre las necesidades, fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora en la enseñanza de la periodicidad en la tabla periódica en relación con las competencias en ciencias naturales.

Los resultados obtenidos reflejan áreas de oportunidad en la aplicación de competencias en ciencias naturales por parte de los estudiantes. En la figura 4 (A), se evidencian deficiencias en la capacidad de explicar fenómenos naturales, con un 56,895% de respuestas incorrectas. Esto subraya la necesidad de implementar actividades desafiantes que fomenten la comparación, interpretación y formulación de modelos o teorías explicativas. En la figura 4 (B) resume los resultados en preguntas de indagación, enfocadas en la formulación de preguntas, interpretación de experimentos, predicción del comportamiento de los elementos químicos y recopilación sistemática de datos. En este apartado, el porcentaje de respuestas incorrectas alcanza un 81,579%, lo que resalta la necesidad de diseñar actividades que fortalezcan las habilidades de investigación, para la formulación de hipótesis y la interpretación de resultados. Finalmente, en la figura 4 (C), se observa los puntajes del uso comprensivo del conocimiento científico, que reflejan el desempeño en preguntas sobre la conexión de conceptos teóricos con situaciones cotidianas. Con un 50% de errores, se evidencian dificultades en la aplicación del conocimiento en contextos prácticos. Para abordar estas limitaciones, se propone la integración de actividades que promuevan una comprensión contextualizada y significativa de los fenómenos naturales en relación con el tema.

Gráficas con los resultados estadísticos en diagrama de barras para las tres competencias en ciencias naturales en las pruebas pretest (A, B y C) vs. posttest (D, E y F).



Nota. Datos tomados del sitio web Invidados por la ciencia (2025), la cual se utilizó como herramienta para la recolección de datos del pretest (A, B y C) y posttest (D, E y F).

Diseño e implementación de los recursos gamificados.

Diversos estudios han señalado que el uso repetitivo de herramientas gamificadas puede generar desmotivación en los estudiantes (Ortiz et al., 2018; Vergara et al., 2019; Domínguez & Ruiz, 2024). Por ello, se recomienda que los docentes integren distintos tipos de gamificación en las retroalimentaciones, así como proporcionar apoyo técnico y pedagógico para atender distintos niveles de habilidad y optimizar el aprendizaje (Costa, 2007; Hussein & Reid, 2009; De Freitas & De Freitas, 2013; Zourmpakis et al., 2024).

Los resultados obtenidos en la prueba pretest exponen deficiencias conceptuales en torno a la periodicidad en la tabla periódica, lo que propició diseñar recursos gamificados alineados con el Objetivo 2 dentro del sitio web “Invadidos por la Ciencia”. En este marco, se desarrollaron dos recursos gamificados interactivos: **Exploración de los Elementos:**

¡Haz Bingo con la Tabla Periódica! y Cazadores de Elementos: La Estrategia Periódica, enfocados en mejorar la comprensión y aplicación de conceptos clave a través de estrategias motivadoras. Además, con base en las investigaciones de Ortiz (2018) y Domínguez & Ruiz (2018), se diseñaron instrucciones detalladas para ambos recursos gamificados. Estas han sido estructuradas paso a paso para garantizar claridad, accesibilidad, facilidad de uso y permitir que cualquier estudiante o persona interesada pueda comprender y aprovechar el material de manera efectiva.

Resultados prueba postest

En la figura 4 (D, E y F), se observan los resultados de la prueba postest que constatan una distribución diferenciada en las competencias de ciencias naturales evaluadas. En la competencia de explicación de fenómenos muestra una distribución equilibrada, que refleja distintos niveles de desempeño (Figura 4, D). A pesar de que una parte significativa del grupo presenta resultados favorables, aún persisten dificultades en la argumentación científica. Mientras que, en la indagación, el 65,78% de los estudiantes se encuentra en el intervalo de color rojo, lo que indica que un poco más de la mitad enfrenta aún dificultades para formular preguntas, diseñar procedimientos o interpretar datos. Un 26,31% se ubica en los intervalos naranjas, lo que comprueba un desarrollo incipiente de habilidades investigativas, mientras que solo un 7,89% alcanza el nivel verde, lo que evidencia un dominio adecuado en esta competencia (Figura 4, E). En contraste, la competencia de uso comprensivo del conocimiento científico exhibe un 89,47% de los estudiantes en el intervalo verde, lo que indica que la mayoría logra establecer relaciones conceptuales y comprender fenómenos con precisión (Figura 4, F).

Resultados de la encuesta desarrollada por los estudiantes

Los resultados de la encuesta que se ilustra en las tablas 3 y 4, basado en la metodología de Mesa et al. (2015), permitió calcular los porcentajes de respuestas afirmativas y negativas en cada criterio evaluado (Figura 5). Los resultados muestran que el 99,1 % de los estudiantes consideró adecuado el diseño y aplicación de los recursos gamificados, asimismo el 95,6 % afirmó que estos contribuyeron al desarrollo de competencias en ciencias naturales. Además, el 97,4 % reportó una experiencia positiva y motivadora al utilizar estos recursos. En cuanto al compromiso con la utilización y participación activa en las actividades gamificadas tanto en casa como en el colegio, el 80,7 % de los estudiantes manifestó un alto nivel de implicación, aunque un 19,3 % señaló

dificultades en este aspecto. En general, los resultados demuestran una percepción mayoritariamente positiva sobre la gamificación en el aprendizaje en química.

Tabla 3.

Porcentaje de respuestas afirmativas “Si” y respuestas negativas “No” por criterio de la encuesta desarrollada por los estudiantes del último año de la educación básica secundaria.

Criterio	Porcentaje de respuestas afirmativas “Si” por criterio	Porcentaje de respuestas negativas “No” por criterio
Diseño y aplicación de recursos gamificados.	99,1%	0,9%
Desarrollo de competencias en ciencias naturales.	95,6%	4,4%
Experiencia del estudiante y motivación.	97,4%	2,6%
Compromiso de los estudiantes frente a la utilización y participación activa en las actividades gamificadas (en el aula de clase y en casa).	80,7%	19,3%

Los resultados de la tabla 4 y la figura 5 permiten evaluar el impacto de los recursos gamificados y la apreciación estudiantil sobre su uso. En cuanto a interactividad y claridad, todos los estudiantes indicaron que las actividades facilitaron su participación y que el contenido fue comprensible. Respecto a la adecuación al nivel de conocimiento, la mayoría consideró que los recursos se ajustaron a sus conocimientos previos. Además, señalaron que las actividades les ayudaron a relacionar la tabla periódica con propiedades químicas y a justificar características de los elementos, evidenciando mejoras en la resolución de problemas. En términos de motivación y aprendizaje, los resultados reflejan una perspectiva positiva hacia la gamificación. Aunque la mayoría participó activamente y recomendaría su implementación en otras asignaturas, solo algunos investigaron información adicional. Finalmente, todos asumieron responsabilidad en su aprendizaje durante la experiencia gamificada.

Tabla 4.

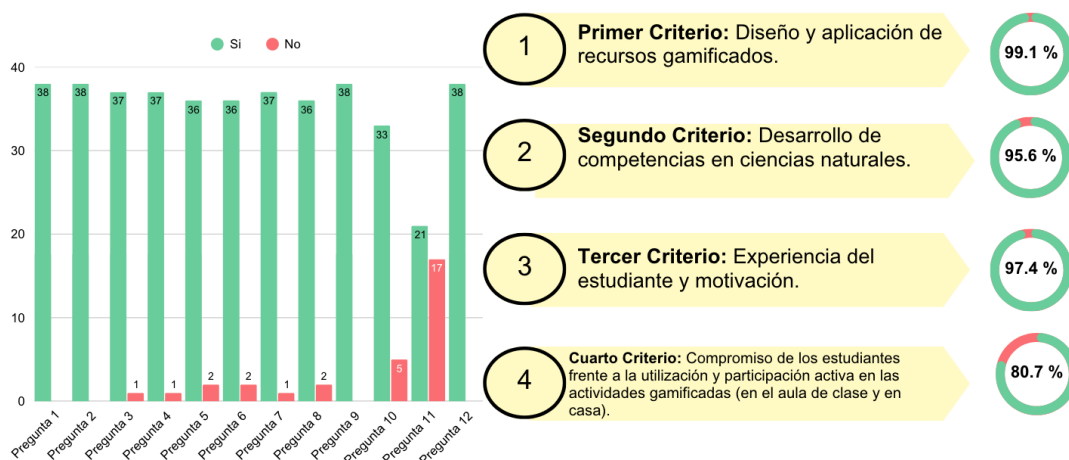
Preguntas de la encuesta con la totalidad de respuestas afirmativas “Si” y respuestas negativas “No” de la encuesta desarrollada por los estudiantes del último año de la educación básica secundaria.

Pregunta	Respuestas afirmativas "Si"	Respuestas negativas "No"
1. Las actividades gamificadas fueron interactivas y facilitaron mi participación activa.	38	0
2. El contenido de los recursos gamificados fue claro y fácil de comprender.	38	0
3. Los recursos gamificados se ajustaron a mi nivel de conocimiento previo.	37	1
4. Las actividades gamificadas me ayudaron a relacionar la estructura de la tabla periódica con las propiedades químicas de los elementos.	37	1
5. Pude identificar y justificar propiedades de elementos químicos gracias a los recursos gamificados.	36	2
6. Las actividades fortalecieron mi capacidad para resolver problemas relacionados con conceptos químicos.	36	2
7. Me sentí motivado (a) para completar las actividades gamificadas en el sitio web Invidados por la ciencia.	37	1
8. Siento que aprendí más usando recursos gamificados que con métodos tradicionales.	36	2
9. Recomendaría el uso de recursos gamificados para otras asignaturas.	38	0
10. Participé activamente en las actividades gamificadas (en el aula de clase y en casa), buscando mejorar mi desempeño en cada reto.	33	5
11. Investigué o busqué información adicional para resolver los desafíos presentados en las actividades gamificadas.	21	17
12. Asumí la responsabilidad de mi aprendizaje mientras participaba en las actividades gamificadas.	38	0

Figura 5

Gráficas con los resultados estadísticos en diagrama de barras y criterios, a partir de las respuestas afirmativas "Si" y respuestas negativas "No" por criterio de la encuesta desarrollada por los estudiantes del último año de la educación básica secundaria.

EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS GAMIFICADOS



Nota. La figura 5 fue creada por los autores utilizando la plataforma Canva con datos de la investigación propia.

La figura 6 presenta los valores de la *Ganancia normalizada Grupal (GSG)* en las tres competencias de Ciencias Naturales, representados mediante diagramas circulares de progreso. La competencia del Uso comprensivo del conocimiento científico presenta el porcentaje más alto, con un 74% de GSG. La competencia de Explicación de fenómenos obtuvo un 54.2% de GSG. Finalmente, la competencia de Indagación muestra un 33.5% de GSG, el valor más bajo de los tres.

Figura 6

Gráficas con los resultados estadísticos en diagrama circular sobre la Ganancia normalizada grupal (GSG).



Nota. La figura 6 fue creada por los autores utilizando la plataforma Canva con datos de la investigación propia.

Discusión

El análisis de la prueba pretest para la competencia explicación de fenómenos representada en el diagrama de barras de la figura 4 (A), revela patrones relevantes en el nivel de desempeño de los estudiantes de noveno grado en relación con la periodicidad en la tabla periódica. Un porcentaje considerable de estudiantes se encuentra en el nivel rojo, lo que evidencia deficiencias en la interpretación y validación de afirmaciones, así como en la formulación de modelos explicativos. Estas dificultades limitan la comprensión de las interacciones químicas y las propiedades de los elementos en la tabla periódica (Jiménez, 2019; Flórez & González, 2021; Freire, 2021; ICFES, 2024). El grupo en nivel naranja muestra un desempeño básico, indicando una comprensión parcial de los conceptos fundamentales, aunque insuficiente para interpretar y formular explicaciones teóricas complejas. Esto resalta la necesidad de implementar estrategias didácticas que fortalezcan habilidades analíticas y fomenten la construcción de modelos mentales para comprender patrones y tendencias de la periodicidad en la tabla periódica. A diferencia del nivel verde, que representa un número reducido de estudiantes con desempeños sobresalientes, capaces de formular interpretaciones teóricas coherentes y fundamentadas.

De manera similar, el análisis de la prueba pretest del diagrama de barras de la figura 4 (B) sobre la competencia en indagación indica que la mayoría de los estudiantes se ubica en el nivel rojo. Esto indica dificultades en la formulación de preguntas, predicción de propiedades químicas y físicas de los elementos, al igual que recopilación de datos para identificar variables que afectan dichas propiedades. Estos resultados sugieren limitaciones en la observación en la tabla periódica y desarrollo de habilidades de investigación activa, lo que dificulta la formulación de hipótesis y la resolución de problemas (Casanovesa et al., 2017; Flórez & González, 2021; Vázquez et al., 2023; Jegstad, 2024; Ceylan, 2024; Villamizar, 2024). Los estudiantes en nivel naranja muestran un conocimiento parcial del tema y habilidades limitadas para formular preguntas e interpretar datos. Sin embargo, carecen de la profundidad necesaria para responder preguntas de niveles 3 o 4, considerados complejos, y analizar resultados con precisión. Al igual que en la competencia de explicación de fenómenos, el nivel verde representa un número reducido de estudiantes con desempeños sobresalientes, que establece un dominio avanzado en la formulación de hipótesis, diseño experimental e interpretación de resultados.

El diagrama de barras de la figura 4 (C) sobre la competencia en el uso comprensivo del conocimiento científico revela tendencias significativas en el desempeño de los estudiantes. El nivel rojo indica que casi la mitad de la población evaluada presenta dificultades para conectar conceptos teóricos con situaciones cotidianas (Vázquez et al., 2023; Ceylan, 2024; Villamizar, 2024). Este grupo requiere estrategias pedagógicas específicas para fortalecer habilidades analíticas y de aplicación del conocimiento científico. El nivel de color naranja comprueba un progreso parcial hacia la comprensión y aplicación de conceptos científicos, mientras que el nivel verde representa un grupo reducido con habilidades consolidadas para evaluar fenómenos naturales desde una perspectiva informada. La escasez de estudiantes en este último nivel sugiere la necesidad de diseñar estrategias de enseñanza que fomenten la aplicación contextualizada del conocimiento científico en la resolución de problemas reales.

Los resultados de esta evaluación pretest resaltaron la urgencia de incorporar enfoques pedagógicos innovadores, como la gamificación y el uso de herramientas digitales interactivas, para abordar las deficiencias identificadas. Se propone diseñar actividades de aprendizaje que presenten retos y escenarios contextualizados, que favorezcan la aplicación práctica del conocimiento para fortalecer las competencias en ciencias naturales (Franco et al., 2010; De la Rosa et al., 2019; Carabelli et al., 2020; Freire, 2021; Flórez & González, 2021; Arufe et al., 2022; Da Silva et al., 2024; Jegstad, 2024). En consecuencia, la gamificación ha demostrado ser una estrategia pedagógica eficaz para la enseñanza de la periodicidad en la tabla periódica, que promueve la comprensión conceptual a través de dinámicas interactivas. No obstante, diversos estudios advierten sobre la importancia de diseñar juegos equilibrados, priorizar el contenido sobre lo lúdico y evitar su uso repetitivo para mantener la motivación estudiantil (Ortiz et al., 2018; Vergara et al., 2019; De la Rosa et al., 2019; De Souza et al., 2021; Olarte et al., 2021; Hill, & Harmer, 2023; Domínguez & Ruiz, 2024). En este sentido, el diseño de los dos juegos desarrollados se fundamentó en estas recomendaciones y en los hallazgos obtenidos de la evaluación diagnóstica. Asimismo, se presentaron instrucciones detalladas junto con las razones que justifican su diseño.

En el primer recurso gamificado, Exploración de los Elementos: ¡Haz Bingo con la Tabla Periódica!, se basó en la propuesta de Bingo Atómico de Franco et al. (2010), cuyo estudio reveló que, aunque los estudiantes lograron familiarizarse con los elementos químicos, su comprensión de la tabla periódica permaneció superficial. Para superar esta

limitación, la nueva versión busca fortalecer la retención activa del conocimiento mediante la identificación de elementos químicos, su ubicación y propiedades, promoviendo el pensamiento crítico y la aplicación práctica. Según Roberts et al. (2025), la asociación de símbolos con familias químicas y tendencias periódicas mejora la retención del conocimiento al integrar visualización y categorización sistemática.

El segundo recurso gamificado, Cazadores de Elementos: La Estrategia Periódica se diseñó con un enfoque colaborativo, alineado con las recomendaciones de Zurita (2020), quien destaca el aprendizaje colaborativo como un medio para mejorar la comprensión, la expresión y el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y emocionales. Montejo & Fernández (2021) evidenciaron que *Chemical Battleship* es una herramienta efectiva para la enseñanza de la química, al fomentar la motivación, la participación y el aprendizaje estratégico. Freire & Cogua (2019) y De Souza et al (2021), resaltan la necesidad de que el docente actúe como mediador, ajustando las estrategias pedagógicas en el currículo según las características de los estudiantes. En este contexto, el recurso gamificado desarrollado promueve el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el análisis de propiedades químicas, permitiendo la integración de estrategia y colaboración para la localización de elementos. En síntesis, ambos recursos gamificados fueron diseñados con base en estudios previos y en los resultados del diagnóstico inicial, asegurando que las dinámicas lúdicas no solo fomenten la motivación, sino también potencien la comprensión de la periodicidad en la tabla periódica a través de la interacción, la reflexión y la aplicación del conocimiento en contextos significativos.

Después de utilizar los recursos gamificados por 6 semanas, el desempeño de los estudiantes del último año de la educación básica secundaria reveló que en la competencia del uso comprensivo del conocimiento científico ilustrado en la figura 4 (F), un alto porcentaje de estudiantes en el intervalo verde en el posttest; lo que sugiere que la mayoría del grupo logró relacionar la clasificación de los elementos de la tabla periódica con sus propiedades físicas y químicas, identificar la ubicación de un elemento a partir de sus características y aplicar las propiedades periódicas para explicar el comportamiento de los mismos, indicando un mayor dominio conceptual. Del mismo modo, esto se ve reflejado en la figura 5, donde esta competencia presenta la mayor GSG, dando a entender que los estudiantes continuaron una mejora significativa a pesar de su punto de partida alto.

La competencia de explicación de fenómenos expone en la figura 4 (D) una distribución equilibrada entre los intervalos y mostró una GSG media en la figura 5. Esto sugiere que, aunque había diferencias en los niveles de logro iniciales, hubo una mejora considerable en la capacidad de justificar científicamente la predicción de propiedades de los elementos según su ubicación en la tabla periódica y en la identificación de variables que afectan los metales en distintos grupos. También se fortaleció la relación entre electronegatividad y posición del elemento químico, la diferenciación entre metales, no metales y metaloides, consolidando así un mayor dominio argumentativo.

La competencia de indagación muestra el porcentaje más alto de estudiantes en el intervalo rojo en la prueba pretest y postest (Figura 4, E); Sin embargo, revela una GSG media, lo que representa un resultado positivo, ya que, según el análisis de Hake (1998), los métodos interactivos logran ganancias medias o altas. Este avance indica que la gamificación contribuyó a la mejora en esta competencia, aunque persisten dificultades específicas. Los estudiantes reflejaron desafíos en la formulación de preguntas que relacionaban la identificación de variables que influyen en la afinidad electrónica, electronegatividad, energía de ionización y el radio atómico, reflejando una falta de análisis de tendencias periódicas. Ante estas dificultades, se recomienda reforzar estrategias didácticas que fomenten el razonamiento científico, como la experimentación (Grajales, Gutiérrez & Gamboa, 2021) o el aprendizaje basado en problemas, para fortalecer la comprensión y aplicación de los conceptos periódicos (Flórez & González, 2021). Pero se tiene en cuenta que se observa un avance significativo en la mayoría de los estudiantes en comparación con la prueba pretest, especialmente en la profundidad al responder preguntas de nivel 3 o 4. Estas preguntas estaban relacionadas con la formulación de interrogantes que vinculan la ubicación de los elementos en los períodos con sus propiedades físicas.

Los resultados de la encuesta que desarrollaron los estudiantes resalta una percepción altamente positiva hacia la implementación de recursos gamificados en el aprendizaje de la química. En la pregunta 13 que era abierta, los estudiantes destacaron la interactividad, claridad y dinamismo de estas estrategias, aseverando su impacto en la motivación y el aprendizaje. Comentarios como “fue una manera más didáctica y divertida”, “me gustaron mucho los juegos”, “aprendí de forma interactiva”, “jugué con mi familia para repasar los temas en casa”, “fue una experiencia muy positiva” y “me motivó más a aprender” subrayan el compromiso generado. Sus comentarios exhiben que los juegos facilitaron la comprensión de la tabla periódica al hacer más accesible la ubicación y características de los elementos químicos (Lutfi et al., 2022; Arufe et al., 2022; Hill &

Harmer, 2023; Domínguez & Ruiz, 2024; Clapson et al., 2024; Lopes et al., 2024; Da Silva et al., 2024). Dando a entender que estas actividades promovieron la socialización, el debate de conceptos y el aprendizaje colaborativo. Varios estudiantes sugirieron que este enfoque debería aplicarse en otras asignaturas, porque consideran que aprenden mejor cuando se divierten. No obstante, una minoría expresó preferencia por métodos tradicionales, con la propuesta de complementar la gamificación con explicaciones adicionales.

Aun así, los resultados ponen de manifiesto la necesidad de fortalecer estrategias que contribuyan al aprendizaje autónomo, dado que la búsqueda de información adicional está estrechamente relacionada con el desarrollo de la competencia de indagación en ciencias naturales. La investigación autónoma facilita la comprensión sobre la construcción y evolución del conocimiento científico, para incentivar la alfabetización científica. Porque la encuesta revela que solo algunos estudiantes participaron activamente en esta tarea, lo que sugiere oportunidades de mejora en la formulación de preguntas y la exploración de respuestas. Para fortalecer esta competencia, es fundamental implementar estrategias que estimulen la generación de preguntas y el diseño de procedimientos experimentales. Esto concede a los estudiantes desarrollar habilidades clave, como la observación, la identificación de variables y la interpretación de datos, esenciales para una comprensión más relevante de los fenómenos científicos.

Es considerable destacar que los datos recopilados coinciden con el avance académico registrado en la prueba postest, lo que confirma que la gamificación no solo mejora la motivación, sino que también impulsa el desarrollo de competencias en ciencias naturales y el aprendizaje significativo en el salón de clase. Los avances registrados, medidos con la *Ganancia normalizada Grupal (GSG)* muestran que esta estrategia puede aplicarse en otros contextos educativos diferentes a Colombia que presentan desafíos similares, por ejemplo al tratar de comprender la periodicidad en la tabla periódica implica más que memorizar tendencias; exige integrar conceptos complejos como electronegatividad, radio atómico o energía de ionización (Hoffman & Hennessy, 2018; Nsabayezu, 2022), y desarrollar habilidades argumentativas para explicar esas relaciones (Selco et al., 2013). Este proceso se enriquece al conectar con la filosofía de la química (Moreno et al., 2014; Weinhold, 2019), abriendo espacios de reflexión y discusión crítica sobre la categorización y simbolismo de los elementos (Roberts et al., 2025). Además, se evidencia el potencial de la gamificación para fortalecer habilidades complejas como la indagación, promoviendo el aprendizaje autónomo y la alfabetización científica, lo cual la

convierte en una propuesta replicable en distintos sistemas escolares.

Conclusiones y recomendaciones

La implementación de recursos gamificados en la enseñanza de la periodicidad en la tabla periódica demostró ser una estrategia pedagógica eficiente para promover el desarrollo de competencias en ciencias naturales en estudiantes de básica secundaria. A partir del diagnóstico inicial, se evidenciaron deficiencias significativas en las competencias de explicación de fenómenos, uso comprensivo del conocimiento científico e indagación, lo que justificó la necesidad de diseñar e implementar recursos lúdicos intencionados pedagógicamente. El diseño y la implementación de estrategias gamificadas como “Exploración de los Elementos: ¡Haz Bingo con la Tabla Periódica!” y “Cazadores de Elementos: La Estrategia Periódica” respondió a las debilidades detectadas en el pretest, teniendo como fundamento principios de aprendizaje activo, colaboración y análisis crítico. Su implementación durante seis semanas generó avances notables, especialmente en la competencia de uso comprensivo del conocimiento científico, donde los estudiantes lograron aplicar de forma contextualizada conceptos clave sobre la tabla periódica. Asimismo, se fortaleció la capacidad de argumentación en la explicación de fenómenos, aunque se identificó la necesidad de reforzar la competencia de indagación con estrategias adicionales como la experimentación y el aprendizaje basado en problemas.

Finalmente, la percepción positiva de los estudiantes sobre los recursos utilizados reafirma el valor de la gamificación como herramienta motivadora y facilitadora del aprendizaje significativo en química. Los resultados permiten concluir que una planificación cuidadosa, que integre dinámicas interactivas con intencionalidad formativa, puede transformar las experiencias de aprendizaje en las clases de química, potenciando tanto el desempeño académico como el compromiso estudiantil. A modo de sugerencia, sería relevante diseñar más recursos gamificados para cada competencia, separando las habilidades a desarrollar para una mejor focalización del aprendizaje. Aunque los recursos creados respondan a las necesidades de los estudiantes, una estructuración diferenciada facilitaría el fortalecimiento de competencias específicas.

Referencias

- Abbasi, S., Kazi, H., Kazi, A. W., Khowaja, K., & Baloch, A. (2021). Gauge Object Oriented Programming in Student's Learning Performance, Normalized Learning Gains and Perceived Motivation with Serious Games. *Information*, 12(3), 101. DOI: <https://doi.org/10.3390/info12030101>
- Alzate, L. A., & Gaitán Tapiero, S. M. (2024). Fortalecimiento del nivel de comprensión de la organización de la tabla periódica mediado por TIC, en los estudiantes del Colegio San Miguel Arcángel. *Revista Gestión I+D*, 9(1), 141–169. <https://lc.cx/1qZyBq>
- Arias-Vera, C. E., & Mercado-Baca, C. (2020). *Desarrollo de un videojuego serio de estequiometría para la asignatura de química I*. [Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero de Sistemas]. Cusco, Perú. Retrieved Julio 29, 2024, from <https://n9.cl/b285c>
- Arufe-Giráldez, V., Rodríguez, A. S., Ramos-Álvarez y Navarro-Patón, R. (2022). Can Gamification Influence the Academic Performance of Students? *Sustainability*, 14(9), 1-17. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14095115>
- Carabelli, P., Farré, A. S., & Raviolo, A. (2020). El juego en la enseñanza de la tabla periódica. *Revista Educación en la Química*, 26(2), 212-225. <https://n9.cl/6c5oj>
- Casanovesa, M., Salvadó, Z., González, Á., Vallsb, C., & Novo, M. T. (2017). Learning genetics through a scientific inquiry game. *Journal of Biological Education*, 51(2), 99–106. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2016.1177569>
- Ceylan, Ö. (2024). Changes in scientific process skills and reflective thinking skills towards problem-solving of gifted students: a summerschool practice. *Reflective Practice*, 25(3), 286–303. DOI: <https://doi.org/10.1080/14623943.2024.2314012>
- Chans, G. M., & Portuguese Castro, M. (2021). Gamification as a Strategy to Increase Motivation and Engagement in Higher Education Chemistry Students. *Computers*, 10(10), 1-24. DOI: <https://doi.org/10.3390/computers10100132>
- Chapman, J. R., & Rich, P. J. (2018). Does educational gamification improve students' motivation? If so, which game elements work best? *Journal of Education for Business*, 93(7), 314–321. DOI: <https://doi.org/10.1080/08832323.2018.1490687>
- Clapson, M. L., Schechtel, S., Davy, E., & Skye Durfy, C. (2024). Solving the Chemistry Puzzle—A Review on the Application of Escape-Room-Style Puzzles in Undergraduate Chemistry Teaching. *Education Sciences*, 14(12), 12-73. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci14121273>

Costa, V. B. (2007). How teacher and students study 'all that matters' in high school chemistry. *International Journal of Science Education*, 19(9), 1005-1023. DOI: <https://doi.org/10.1080/0950069970190902>

Da Silva-Junior, J. N., Caldas-Teotônio, M. d. S., Melo-Leite-Junior, A. J., Vasconcelos-Pinheiro, J. G., & Lima da Silva, L. (2024). Gamification 2.0: Gamifying an Entire Introductory Organic Chemistry Course Again. *Journal of chemical education*, 80-91. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c01183>

De Freitas, A. A., & De Freitas, M. M. (2013). Classroom Live: a software-assisted gamification tool. *Computer Science Education*, 23(2), 186-206. <https://n9.cl/lf299a>

De La Rosa-Valdiviezo, A., Toro-Girón, K., Jaén-Armijos, K., & Espinoza-Freire, E. E. (2019). El proceso de enseñanza-aprendizaje en las ciencias naturales: las estrategias didácticas como alternativa. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(1), 58-62. <https://bit.ly/47ecux>

Domínguez-Suárez, A. T., & Ruiz-Rabasco, Y. W. (2024). La gamificación en los entornos virtuales y planificación curricular de las Ciencias Naturales. *Ciencia y educación*, 5(4), 44-54. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11506649>

De Souza-Pinheiro, D., Marçal-Salgado, G. C., & Alves-Cabral, W. (2021). The creation and application of the game "periodic naval battle" as a didactic resource for teaching chemistry. *Brazilian Journal of Development*, 7(11), 106191-106208. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n11-316>

Franco-Mariscal, A. J., Serrano, A. T., Jara-Cano, V., & Ortiz-Tudela, F. J. (2010). El bingo como recurso didáctico en el aula de secundaria. *Educación Química*, 21(1), 78-84. <https://n9.cl/kcbdr3>

Freire Tigreros, M. E. (2020). Los organizadores de información como estrategias didácticas para la enseñanza de la ciencia. In *Tecnología, sociedad y educación: Desafíos de las TIC en el desarrollo social y sus implicaciones en la práctica educativa* (1st ed., pp. 233-255). <https://englishatuniversity.com/files/Tecnologia-SOCIEDAD.pdf>

Freire Tigreros, M. E. (2021). *Aprendizaje por competencias en estudiantes con formación en las ciencias naturales*. Editorial Universidad Santiago de Cali. <https://lc.cx/hc7oin>

Freire Tigreros, M. E., & Cogua Romero, R. D. P. (2019). El currículo generalidades y aspectos relevantes para su diseño. In *Comunidades epistemológicas: investigando la actualidad desde diversas disciplinas*. (Universidad Santiago de Cali. ed., Vol. Tomo I, pp. 73-90). <https://n9.cl/qc7vv>

- Flórez Nisperuza, E. P., & González Rivas, M. S. (2021). Diseño de unidades didácticas mediante el aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de las ciencias. *Revista científica*, (41), 134-149. <https://lc.cx/TK57tH>
- Grajales-Fonseca, Y. A., Gutiérrez-Salazar, C. A., & Gamboa-Suárez, A. A. (2021). Importancia de la actividad experimental en la formación del docente de ciencias naturales. *Mundo FESC*, 11(56), 187-196. DOI: <https://doi.org/10.61799/2216-0388.1115>
- Gutiérrez Salazar, C. A., & Grajales Fonseca, Y. A. (2023). Contribuciones filosóficas, pedagógicas y didácticas para promover la racionalidad axiológica de la actividad científica en la enseñanza de las ciencias. *Bio-grafía*, 16, 1-9. <https://n9.cl/ne47c>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Hallal, K., & Tlais, S. (2022, Noviembre 8). ChemiPuzzle: A Tool for Assembling the Structure of Organic Compounds and Enhancing Learning through Gamification. *Journal of chemical education*, 100(1), 402-409. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00752>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación* (Quinta ed.). McGraw Hill. Retrieved noviembre 10, 2024, from <https://acortar.link/YgFEe4>
- Hill, A. M., & Harmer, N. J. (2023). Una sesión de gamificación de misterio de asesinato para consolidar el análisis Aprendizaje de técnicas bioquímicas. *Journal of chemical education*, 100(11), 4514-4524. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00279>
- Hoffman, A., & Hennessy, M. (2018). The People Periodic Table: A Framework for Engaging Introductory Chemistry Students. *Journal of Chemical Education*, 95(2), 281-285. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00226>
- Huang, B., Hew, K. F., & Lo, C. K. (2019). Investigating the effects of gamification-enhanced flipped learning on undergraduate students' behavioral and cognitive engagement. *Interactive Learning Environments*, 27(8), 1106-1126. DOI: <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1495653>
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (CFES). (2022). Niveles de desempeño: Ciencias Naturales – Saber 11° 2022. Retrieved Mayo 10, 2025, from <https://n9.cl/8ws3x>

- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). (2024). *Guía de orientación del examen saber 11°. 2024-2* [pdf]. Bogotá D.F, Colombia. Retrieved Julio 22, 2024, from <https://n9.cl/ylrpd>
- Jegstad, K. M. (2024). Inquiry-based chemistry education: a systematic review. *Studies in Science Education*, 60(2), 251-313. DOI: <https://doi.org/10.1080/03057267.2023.2248436>
- Jiménez Salamanca, M. C. (2019). *Habilidades de pensamiento científico en estudiantes de educación media: una estrategia tipo ABP para la enseñanza de reacción química* [Tesis de maestría para optar al título de Magister en Docencia de la Química]. <https://bit.ly/3zcYzc4>
- Krug, M., & Huwer, J. (2023). Safety in the Laboratory—An Exit Game Lab Rally in Chemistry Education. *Computers*, 13(3), 1-13. DOI: <https://doi.org/10.3390/computers12030067>
- Kulpa, A. (2017). Applied Gamification: Reframing Evaluation in Post-Secondary Classrooms. *College Teaching*, 65(2), 58–68. DOI: <https://doi.org/10.1080/87567555.2016.1232693>
- Lopes, L., Schreurs, S., Licour, C., & Soares, S. (2024). Developing competencies through flow, gamification and cultural integration: an analysis of the potential of games in teaching/learning. *Radiation Effects and Defects in Solids.*, 179, 3-13. DOI: <https://doi.org/10.1080/10420150.2024.231870>
- Lutfi, A., Aftinia, F., & Permani, B. E. (2023). Gamification: Game as a medium for learning chemistry to motivate and increase retention of student's learning outcomes. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 193-207. DOI: <https://doi.org/10.3926/jotse.1842>
- Markopoulos, A., Fragkou, A., Kasidiaris, P., & Davim, J. P. (2015). Gamification in engineering education and professional training. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 43(2), 118 - 131. DOI: <https://doi.org/10.1177/0306419015591324>
- Mesa Anoceto, M., Fleitas Díaz, I., & Vidaurreta Bueno, R. (2015). Sobre el tratamiento estadístico a los datos provenientes de las opiniones de los expertos en las investigaciones de la Cultura Física. *Revista Digital*, 20(210), 1-12.
- Montejo Bernardo, J., & Fernandez Gonzalez, 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://acortar.link/hr2COW>

- Moreno, L. F., Hincapié, G., & Alzate, M. V. (2014). Cheminoes: A Didactic Game To Learn Chemical Relationships between Valence, Atomic Number, and Symbol. *Journal of Chemical Education*, 91(6), 872–875. DOI: <https://doi.org/10.1021/ed4008183>
- Nsabayezi, E., Iyamuremye, A., Nungu, L., Mukiza, J., Mukama, E., & Niyongabo, F. (2023). Online periodic table of elements to support students' learning of trends in properties of chemical elements. *Education and Information Technologies*, 1-25. DOI: doi.org/10.1007/s10639-023-11650-7
- Olarte-Moreno, N. A., Aguilar-Romero, S. L., & Carreño-Salazar, Y. (2021). *Diseño de una Unidad Didáctica sobre propiedades de la materia en las ciencias naturales, por medio de un dispositivo tecnológico "Arduino®"*. Universitaria Agustiniana - Repositorio Institucional [Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Pedagogía]. Retrieved Junio 29, 2024, from <https://bit.ly/3XuIKXF>
- Ortiz-Colón, A. M., Jordán, J., & Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educacao e Pesquisa*. Retrieved Julio 8, 2024, from <https://acortar.link/QghkVb>
- Roberts, B. R. T., Tran, S. H. N., & Fernandes, M. A. (2025). Symbolism itself does not improve memory for elements on the periodic table. *Scientific Reports*, 15(4278). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-87612-5>
- Salcedo de la Fuente, R., Herrera-Carrasco, L., Illanes Aguilar, L., Poblete Valderrama, F., & Rodas Kürten, V. (2024). Las emociones en el proceso de aprendizaje: revisión sistemática. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 23(51), 253 - 271. DOI: <https://doi.org/10.21703/rexe.v23i51.1991>
- Sanabria-James, L. A., Pérez-Almagro, M. C., & Riascos-Hinestroza, L. E. (2020). Pruebas de evaluación Saber y PISA en la Educación Obligatoria de Colombia. *Revista Educatio Siglo XXI*, 38(3), 231–254. <https://lc.cx/N29xBd>
- Selco, J., B. M., & Chan, S. (2013). Discovering Periodicity: Hands-On, Minds-On Organization of the Periodic Table by Visualizing the Unseen. *Journal of chemical education*, 90(8), 995–1002. DOI: <https://doi.org/10.1021/ed300623>
- Vázquez-Villegas, P., Mejía-Manzano, L. A., Sánchez-Range, J. C., & Membrillo Hernández, J. (2023). Scientific Method's Application Contexts for the Development and Evaluation of Research Skills in Higher-Education Learners. *Education Sciences*, 13(1), 1-18. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci13010062>

- Vergara-Rodríguez, D., Mezquita-Mezquita, J. M., & Gómez-Vallecillo, A. I. (2019). Metodología Innovadora basada en la Gamificación Educativa: Evaluación Tipo Test con la Herramienta QUIZZZ. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 23(3), 363–387. <https://n9.cl/3g6sud>
- Vilia, P., & Candeias, A. A. (2020). Attitude towards the discipline of physics-chemistry and school achievement: revisiting factor structure to assess gender differences in Portuguese high-school students. *International Journal of Science Education*, 42(1), 133–150. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1706012>
- Villamizar-Vera, M. E. (2024). Las Competencias Científicas para Fomentar el Cuidado y Protección de los Recursos Naturales en Estudiantes de Escuela Nueva. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 9652-9669. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10287
- Visnovska, J., & Cortina, J. L. (2022). Teaching, teachers, and teaching resources in mathematics education research. *Asia pacific journal of teacher education*, 50(2), 156–164. DOI: <https://doi.org/10.1080/1359866X.2022.2045567>
- Weinhold, F. (2019). Addition to “News from the Periodic Table: An Introduction to ‘Periodicity Symbols, Tables, and Models for Higher-Order Valency and Donor–Acceptor Kinships’”. *Journal of Chemical Education*, 96(5), 1051. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00209>
- Zourmpakis, A. L., Kalogiannakis, M., & Papadakis, S. (2024). The Effects of Adaptive Gamification in Science Learning: A Comparison Between Traditional Inquiry-Based Learning and Gender Differences. *Computers*, 13(12), 1-14. DOI: <https://doi.org/10.3390/computers13120324>
- Zurita-Aguilera, M. S. (2020). El aprendizaje cooperativo y el desarrollo de las habilidades cognitivas. *Revista Electrónica Educare*, 24(1), 51-74. <https://n9.cl/lcdzt>

Agradecimientos

Las autoras agradecen al fundador del sitio web Invasados por la ciencia, MSc. José David Muñoz Acevedo, quien contribuyó en ofrecer una herramienta para la recolección de los datos en las pruebas pretest y posttest, asimismo como en la creación de los juegos a partir de los diseños y adaptaciones solicitadas.