



El cubo RUBIQUIM como herramienta en el aprendizaje basado en juegos para la enseñanza de la nomenclatura química inorgánica de sales binarias

The RUBIQUIM cube as a tool in based learning in games for teaching inorganic chemical nomenclature of binary salts

Yolanda Marina Vargas-Rodríguez^{1*}, Adolfo Eduardo Obaya-Valdivia¹, Plinio Sosa², Diana Elizabeth Rivero-Gómez¹ y Suemi Lima-Vargas³

Resumen

En la enseñanza de la Química, en el Nivel Medio Superior, se ha encontrado que, durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de la nomenclatura química inorgánica, los estudiantes tienden a memorizar los contenidos y no adquieren aprendizajes significativos. En este trabajo se hace una propuesta de aprendizaje basado en juegos acerca de la nomenclatura química de sales binarias. El material lúdico desarrollado consistió en utilizar como base el cubo Rubik, en su versión estándar, al que se le colocaron pegatinas con la representación simbólica de diversas sales binarias, así como los nombres en nomenclatura tradicional, Stock y IUPAC. Esta herramienta didáctica se denominó cubo RUBIQUIM. La herramienta se utilizó en tres grupos del nivel medio superior, en donde los estudiantes resolvieron el cubo RUBIQUIM. Para determinar el impacto del material lúdico, se aplicó un cuestionario con preguntas de N1 a N3, de acuerdo con la taxonomía de Bloom, y se determinó el índice de Hake. Los grupos en los que se aplicó el aprendizaje basado en juegos mostraron un mejor rendimiento académico y un mayor aprendizaje cognitivo que el grupo control. El índice de Hake de 0.56, en las preguntas de N2 y N3, indica la eficacia del aprendizaje interactivo.

Palabras clave

Aprendizaje basado en juegos, nomenclatura química inorgánica, sales binarias, cubo RUBIQUIM.

Abstract

In the teaching of Chemistry, in the Upper Middle Level, it has been found that, during the process of teaching and learning the inorganic chemical nomenclature, students tend to memorize the contents and do not acquire significant learning. In this paper, a proposal for game-based learning about the chemical nomenclature of binary salts is made. The playful material developed consisted of using as a base the Rubik's cube, in its standard version, to which stickers were placed with the symbolic representation of various binary salts, as well as the names in traditional nomenclature, Stock and IUPAC. This didactic tool was called the RUBIQUIM cube. The tool was used in three groups of the upper secondary level, where the students solved the RUBIQUIM cube. To determine the impact of the playful material, a questionnaire was applied with questions from N1 to N3, according to Bloom's taxonomy, and the Hake index was determined. The groups in which game-based learning was applied showed better academic performance and greater cognitive learning than the control group. The Hake index of 0.56, in the N2 and N3 questions, indicates the effectiveness of interactive learning.

Keywords

Significant learning, High School Level, Chemistry, inorganic chemical nomenclature, binary salt, cube RUBICHEM.

¹ Facultad de Estudios Superiores, Cuautitlán, UNAM. *Autor para correspondencia: ymvargas@unam.mx

² Facultad de Química, UNAM.

³ Unidad Académica Profesional de Tlanepantla, UAEM

Introducción

En el *Method de nomenclature chimique*, publicado en 1787, se presentó por primera vez la distinción entre sustancias simples y sustancias compuestas, esta distinción permitió establecer nombres claramente diferentes entre ellas. Las sustancias compuestas fueron designadas mediante nombres binarios, que utilizan el sistema de sufijos: *-ato*, *-ito*, *-oso*, *e -ico*, combinados con los prefijos *per-*, *hiper-* e *hipo-*, que es la base de la denominada **nomenclatura tradicional** que, se encuentra actualmente en desuso (García Belmar y Bertomeu Sánchez, 1999).

Otra nomenclatura de uso común es la propuesta por Alfred Stock en 1919, denominado **nomenclatura de Stock**, en el que se utiliza el número de oxidación del componente principal del compuesto (con número romano), o mediante el uso del llamado número de carga, una magnitud que indica la carga eléctrica del anión o catión (con número árabe y la carga) (Vera de la Garza y Padilla Martínez, 2020).

La **nomenclatura sistemática o de prefijos multiplicadores**, es aquella donde los términos se construyen por yuxtaposición de la raíz del nombre de los dos cuerpos constituyentes y un sistema de prefijos (*di-*, *tri-*, *tetra-*, *penta-*, *hexa-*, *hepta-*...) que informan de la proporción de los constituyentes y que se conoce como nomenclatura IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada por sus siglas en inglés de *International de Union of Pure and Applied Chemistry*) (Conelly et al., 2005).

En la actualidad, la IUPAC recomienda utilizar la nomenclatura **sistemática** y limitar el **Stock** a los casos que sean necesarios y en muy pocos casos utilizar la nomenclatura tradicional. Estas recomendaciones y sus actualizaciones se publican en el libro rojo de la IUPAC (Conelly et al., 2005).

En el Nivel Medio Superior, en la asignatura de química se aborda el tema de nomenclatura química inorgánica, y es un tema que presenta dificultades en el aprendizaje, ya que generalmente se imparte como una serie de reglas y conceptos desconocidos (Wirtz et al., 2006). Además, muchos profesores acostumbran a enseñar como aprendieron, siguiendo un modelo didáctico tradicional (Chimeo, 2000; Crute, 2000).

Los obstáculos en el aprendizaje de la nomenclatura surgen, por la forma en que se introduce el tema. En los textos introductorios de Química, los capítulos de nomenclatura aparecen como intrusos, sin una conexión lógica, como una serie de reglas y situaciones ajenas a los conceptos familiares, lo que puede apagar el entusiasmo del estudiante que intenta descubrir los secretos de las reacciones químicas y sus causas (Wirtz et al., 2006).

Los juegos son un aspecto crucial de la cultura humana y la sociedad que promueven la motivación y el compromiso (Bozkurt y Durak, 2018). El juego puede ser utilizado como estrategia didáctica, pues genera un ambiente innato de aprendizaje para potenciar el desarrollo cognitivo, social y emocional de los estudiantes (Posada, 2014, Martínez Díaz et al., 2020). Otros aspectos importantes en la enseñanza lúdica son el mejoramiento en el rendimiento académico (Putz et al., 2020; Gutierrez Mosquera., y Barajas Perea, 2019) y el mejoramiento en el aprendizaje cognitivo (Vera-Monroy et al., 2020; Zimmerman y Croker, 2014).

En este trabajo, se consideraron las características del Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ) señaladas por Biró (2014) y Sánchez (2020):

- La motivación intrínseca
- El conocimiento es interno y externo
- El proceso de aprendizaje es de tipo personal sistemático
- La enseñanza se centra en el entorno y en el proceso cognitivo de los estudiantes
- El compromiso está basado en grupos
- El camino del aprendizaje está basado en grupos
- El camino del aprendizaje es guiado por el maestro (que puede establecer diferentes caminos)
- La actitud del profesor es proactiva
- La actitud del grupo también es proactiva
- La retroalimentación se basa en el grupo

Diversas estrategias lúdicas se han publicado para la enseñanza aprendizaje de temas relacionados con la nomenclatura inorgánica, como tabla periódica (Franco Mariscal et al., 2012; Bayir, 2014; Montejo y Fernández, 2021), nomenclatura de iones y cationes (Yenikalayci, et al., 2019) y conceptos de la nomenclatura química de óxidos básicos y óxidos ácidos (anhídridos) (Maya, 2014), nomenclatura inorgánica (Meléndez et al., 2010; Kurushkin y Mikhaylenko, 2015). Sin embargo, es conveniente considerar el entorno social, económico y tecnológico de los estudiantes (Sánchez, 2020).

Con el objetivo de mejorar los aprendizajes cognitivos de nomenclatura de sales binarias en alumnos del nivel medio superior, en este trabajo se presenta una secuencia didáctica utilizando el aprendizaje basado en juegos. Se describe la elaboración del material lúdico y la forma en que se utiliza el cubo Rubick denominado RUBIQUIM con las representaciones simbólicas y las denominaciones en las nomenclaturas tradicional, Stock y IUPAC, aplicada en el Centro de Bachillerato Tecnológico (CBT) Número 2 ubicado en Cuautitlán, en el norte del Estado de México.

Para evaluar los resultados de aprendizajes interactivos de forma estadística, se realiza una normalización de datos entre 0 y 1, en donde el valor más pequeño es cero y el mayor es uno. Cualquier valor intermedio corresponde a una proporción del avance. La ganancia media normalizada (g) o índice de Hake para un curso, es la relación entre la ganancia promedio real G y la ganancia promedio máxima posible, como se muestra en la Ec. 1 (Hake, 1998).

$$(g) = \frac{G(\%)}{G_{max}(\%)} = \frac{P_{pretest}(\%) - P_{pretest}(\%)}{100(\%) - P_{pretest}(\%)} \quad (Ec. 1)$$

Donde: Ppretest y Ppostest son los promedios iniciales y finales del grupo. Estos valores se utilizan como una medida de aprendizaje interactivo.

- $(g) > 0.7$ son cursos con valores altos
- $> 0.7 (g) > 0.3$ son cursos con valores medios
- $(g) < 0.3$ son cursos con valores bajos

Metodología

Población y muestra

La propuesta se aplicó en tres grupos denominados grupos experimentales (GE) y el cuarto grupo se consideró como control (GC). La población de estudiantes con edad promedio de 16 años, tiene las características que se presentan en la Tabla 1. Estos estudiantes cursan el tercer semestre de Bachillerato, en el cual se estudia, en el marco curricular de su tronco común, la asignatura de Química 1, donde se aborda el tema de nomenclatura química inorgánica.

Grupo	Denominación	Población	Mujeres	Hombres
Grupo control	(GC)	53	25	28
Grupo experimental 1	(GE1)	49	23	26
Grupo experimental 2	(GE2)	51	22	29
Grupo experimental 3	(GE3)	45	20	25
Alumnos de los grupos experimentales	(GE)	145	65	80

TABLA 1. Características de la población.

Desarrollo de la propuesta

Para el desarrollo de la secuencia se analizaron diversos programas de estudio de la asignatura de química de diferentes planteles educativos, nivel de educación media superior, en donde se contempla el tema de nomenclatura química inorgánica:

- Química I del Centro de Bachillerato Tecnológico (CBT), que pertenece a la Dirección General de Bachillerato (DGB),
- Química I del CBT en la modalidad de Bachillerato General en el programa de estudios Federal,
- Química 2 de la Escuela Nacional del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y
- Química I de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) de la UNAM.

Con la finalidad de delimitar el tema a abordar en esta propuesta de enseñanza lúdica planteada. Para el diseño del plan de clase, se consideró el modelo de Programación Neurolingüística de Blander y Grinder, 1979, también conocido como “visual-auditivo-kinestésico” (VAK), y de esta manera se elaboraron actividades, para desarrollar durante la clase, que favorecieron el aprendizaje de los estudiantes.

Para el diseño y elaboración del material lúdico, se adquirieron 51 cubos de Rubik clásico, en donde cada una de las seis caras tiene un color diferente (tradicionalmente blanco, rojo, azul, naranja, verde y amarillo). En cada cara se colocaron etiquetas con: a) los aniones, cationes y representación simbólica de la sal binaria y b) representación simbólica de la sal binaria, el nombre de la sal (tradicional, Stock o IUPAC) o la indicación del tipo de nomenclatura. En la Figura 1, se presenta un ejemplo de la información que contiene cada cubo.

Al ³⁺	I ¹⁻	AlI ₃	V ⁵⁺	S ²⁻	V ₂ S ₅	FeCl ₃	Cloruro Férrico	Trad
Cu ²⁺	S ²⁻	CuS	Rn ⁴⁺	Cl ¹⁻	RnCl ₄	Stock	TiF ₄	Fluoruro de titanio (IV)
Au ¹⁺	F ¹⁻	AuF	Cr ³⁺	S ²⁻	Cr ₂ S ₅	TiBr ₃	Tribromuro de titanio	IUPAC
Fr ¹⁺	Cl ¹⁻	FrCl	Al ₃	Triyoduro de aluminio	IUPA C	V ₂ S ₅	Sulfuro de vanadio (V)	Stock
Ti ³⁺	Br ¹⁻	TiBr ₃	CaS	Sulfuro de calcio	Trad Stock	MnCl ₂	Cloruro de manganeso (II)	Stock
Ti ⁴⁺	F ¹⁻	TiF ₄	FeCl ₂	Cloruro ferroso	Trad	Cr ₂ S ₃	Trisulfuro de dicromo	IUPAC

FIGURA 1. Ejemplo de la información del cubo RUBIQUIM acerca de las sales binarias, número de oxidación, representación simbólica, nomenclatura y tipo de nomenclatura. Elaboración propia.

Aplicación de la propuesta

El plan de clase incluyó una secuencia lógica de Apertura, Desarrollo y Cierre. Se organizaron 4 sesiones de clase, de 50 minutos cada una, como se muestra en la Tabla 2. Se inició con un cuestionario de elaboración propia, previamente validado con estudiantes de primer semestre de la carrera de Licenciatura en Química de la Facultad de Estudios Superiores (FES) Cuautitlán, UNAM, denominado *pretest* con 26 reactivos divididos en tres partes, la primera sobre reconocimiento de conceptos, la segunda para la identificación de tipos de nomenclatura y escritura de la representación simbólica y/o nombre de sales binarias inorgánicas y la tercera de aplicación del número de oxidación (Anexo1), el cual contestaron los estudiantes de todos los grupos de forma individual. Posteriormente, con el objetivo de conocer las concepciones previas relacionadas con el tema y de generar interés de los estudiantes. Se preguntó: ¿Qué es un mineral? ¿Utilizan algún mineral en su vida cotidiana? ¿Cómo se clasifican? El profesor continuó con la definición de “mineral”, en donde se resaltó a los minerales como elementos o como compuestos. A continuación, se describió el sistema de clasificación de Hugo Strunz utilizado para mineralogía, donde se señalaron de forma puntual: los sulfuros y haluros.

Objetivo	Actividades del Profesor	Actividades del estudiante
Inicio		
Presentación de objetivos de la estrategia.		
Conocer el nivel de aprendizaje de los conceptos.	Aplicación y evaluación del <i>pretest</i> .	Resolución del <i>pretest</i> de forma individual.
Investigar las concepciones previas.	Preguntas detonadoras.	Respuestas varias.
Desarrollo		
Generar interés en los tipos de nomenclatura inorgánica.	Preguntas acerca de los minerales en su vida cotidiana. Explicación del profesor	Repuestas varias
Reconocer y comprender los números de oxidación.	<ul style="list-style-type: none"> • Minerales y su clasificación (Hugo Strunz para Haluros y Sulfuros). • Número de oxidación y reglas para calcularlos. 	Ejercicios individuales y grupales
Mejorar los aprendizajes.	Nomenclatura química	
Aplicar los conocimientos de números de oxidación para escribir la nomenclatura química de sales binarias.	<ul style="list-style-type: none"> • Nomenclatura sistemática de prefijos multiplicativos (IUPAC) • Nomenclatura Stock. 	Ejercicios individuales y grupales
Escribir el nombre de sales binarias a partir de la representación simbólica.	<ul style="list-style-type: none"> • Nomenclatura Clásica o Tradicional. 	
Mejorar la cognición.		Actividades lúdicas con el cubo RUBIQUIM
Cierre		
Evaluar los aprendizajes logrados	Aplicación y evaluación del <i>postest</i> .	Resolución individual del <i>postest</i> .

TABLA 2. Plan de clase

Después, se explicó que los elementos de la tabla periódica pueden formar iones (cationes y aniones) con diferente carga y que reaccionan para formar a los compuestos neutros. También, el profesor realizó la explicación relacionada con los siguientes temas, número de oxidación, reglas para calcularlos (Sosa, 2014), formación de compuestos y sales binarias. Además, se profundizó en el estudio de la nomenclatura química para sales binarias, como se muestra en el ejemplo de la Tabla 3.

Sal binaria	Tipo de nomenclatura			
	Tradicional	Stock		Prefijos multiplicadores (IUPAC)
		Número de oxidación	Número de carga	
NaCl	Cloruro sódico	Cloruro de sodio	Cloruro de sodio	Cloruro de sodio
AuF	Fluoruro auroso	Fluoruro de oro(I)	Fluoruro de oro(1+)	Fluoruro de oro
TiO ₂	Óxido titánico	Óxido de titanio(IV)	Óxido de titanio(4+)	Dióxido de titanio
FeCl ₂	Cloruro ferroso	Cloruro de hierro(II)	Cloruro de hierro (2+)	Dicloruro de hierro
FeCl ₃	Cloruro férrico	Cloruro de hierro(III)	Cloruro de hierro (3+)	Tricloruro de hierro
OsO ₄	Óxido ósmico	Óxido de osmio(VIII)	Óxido de osmio(8+)	Tetraóxido de osmio
SF ₆	Fluoruro sulfúrico	Fluoruro de azufre (VI)	Fluoruro de azufre (6+)	Hexafluoro de azufre
Li ₂ O	Óxido de lítico	Óxido de litio	Óxido de litio	Óxido de dilitio
Cu ₂ O	Óxido cuproso	Óxido de cobre(II)	Óxido de cobre(1+)	Óxido de dicobre
Na ₃ N	Nitruro sódico	Nitruro de sodio	Nitruro de sodio	Nitruro de trisodio
Al ₂ O ₃	Óxido alumínico	Óxido de aluminio(III)	Óxido de aluminio(3+)	Trióxido de dialuminio
Fe ₂ S ₃	Sulfuro férrico	Sulfuro de hierro(III)	Sulfuro de hierro(3+)	Trisulfuro de dihierro
I ₂ O ₅	Anhídrido yódico	Óxido de yodo (V)	Óxido de yodo (5+)	Pentóxido de diyodo
Mn ₂ O ₇	Anhídrido permangánico	Óxido de manganeso (VII)	Óxido de manganeso (7+)	Heptaóxido de dimanganeso

TABLA 3. Algunos ejemplos de sales binarias y sus tipos de nomenclatura.

Adicionalmente, el profesor entregó a cada estudiante un cubo RUBIQUIM en donde ellos ubicaron la representación simbólica y el número de oxidación para nombrar sales binarias utilizando las tres nomenclaturas químicas abordadas durante la clase (Figura 2). Posteriormente, los estudiantes trabajaron en equipo, intercambiando sus cubos y girando los mecanismos de estos para lograr que se combinaran todos los colores con la información correspondiente. Los estudiantes devolvieron el cubo RUBIQUIM al estudiante correspondiente y realizaron una competencia de tiempo para regresar el cubo a su posición original.

Para evaluar los aprendizajes logrados por el ABJ, se elaboró y aplicó un *postest* de elaboración propia, a los cuatro grupos (anexo B), validado con estudiantes de primer semestre de la carrera de Licenciatura en Química de la FES Cuautitlán UNAM. Las preguntas del *postest*, se clasificaron en tres niveles de aprendizaje. Los reactivos del N1, son los mismos que en *pretest* y tienen como objetivo reconocer los conceptos básicos. Las preguntas de N2, con el objetivo de identificar los tipos de nomenclaturas y escritura de representación simbólica y las de N3 acerca de la escritura del nombre de sales binarias inorgánicas.



FIGURA 2. El cubo RUBIQUIM. Elaboración propia.

Índice de Hake (g)

Para determinar el índice de Hake (g), por el ABJ, para los reactivos de N1 (reactivos 1-6), se utilizó la ecuación 1, primero para el GC y posteriormente para los GE. En los GE se consideró el promedio de los resultados de los tres grupos.

Debido a que la secuencia didáctica aplicada tanto para el GC como para los GE fue la misma, y la única diferencia fueron las actividades lúdicas con el cubo RUBIQUIM, para evaluar la diferencia de aprendizajes entre el GC y los GE por la aplicación de ABJ (g_{ABJ}) para los reactivos de N2 y N3 (7-24), se consideraron únicamente los resultados del *postest* tanto del GC como de los GE. Entonces, en la ecuación 1 se sustituyeron los resultados del *pretest* de los GE por los resultados del *postest* del GC, modificándose la ecuación 1 como la ecuación 2.

$$g(ABJ) = \frac{P_{postest\ GE}(\%) - P_{postest\ GC}(\%)}{100(\%) - P_{postest\ GC}(\%)} \quad (Ec. 2)$$

Resultados y discusión

Pretest

Los resultados del *pretest* se presentan en la Figura 3. Los reactivos 1-6 fueron de evaluación de conceptos previos. Se observan resultados muy similares entre el GC y los GE. Aproximadamente el 85 % de los estudiantes del GC y del GE mencionaron el nombre y símbolo de un metal, un no metal y un gas noble de la tabla periódica, el 80 % definió que es un compuesto químico. El 95 % reconoció que es un compuesto binario y el 75 % reconoció los tipos de nomenclatura química inorgánica. Sin embargo, únicamente el 30 %

y el 15 % reconocieron qué es una sal binaria y qué es el número de oxidación respectivamente. En cuanto a la identificación de tipos de nomenclatura y escritura de la representación simbólica y/o nombre de sales binarias inorgánicas, así como la obtención del número de oxidación, el promedio del CG y los GE fue de 6.43 %, resultado que indica la necesidad de la aplicación de estrategias didácticas que permitan mejorar los aprendizajes.

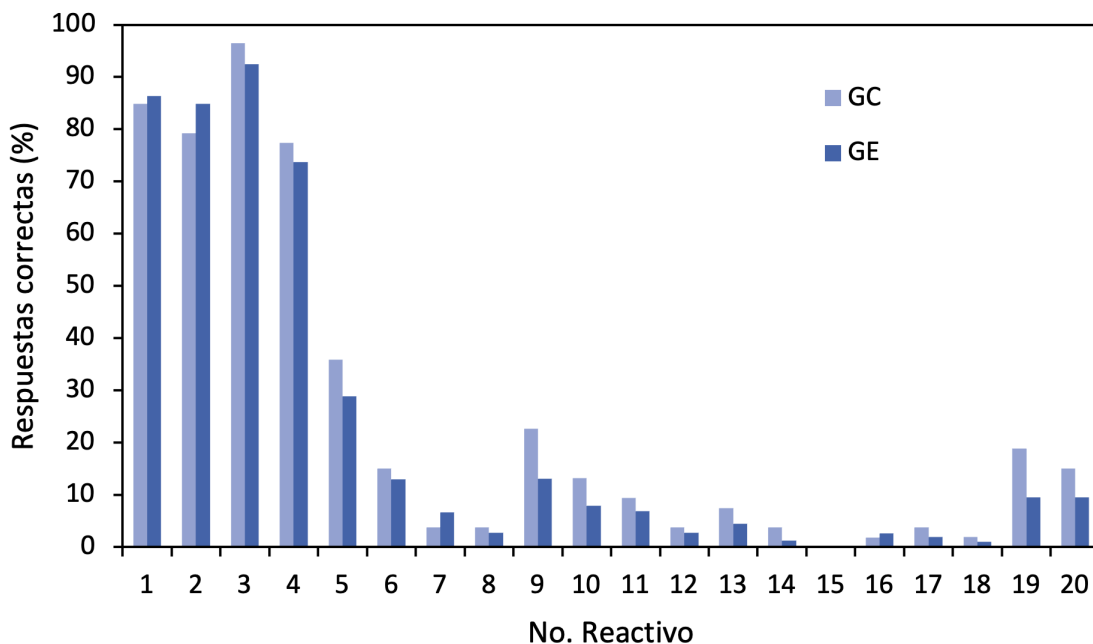


FIGURA 3. Resultados de la evaluación diagnóstica entre el grupo control (CG) y el promedio obtenido de los tres grupos experimentales (GE). Elaboración propia.

Postest

Después de aplicar la estrategia didáctica al GC (en el que no se utilizó el cubo RUBIQUIM) y en los tres GE y aplicar el *postest* a todos los grupos, se determinó el promedio de respuestas correctas de los GE y del GC.

Conceptos

Los resultados de la primera sección del *postest* del GC y de los GE se presentan en la Figura 4. Se observa que las respuestas correctas del *postest* para ambos grupos, son mayores que las respuestas correctas del *pretest* en todos los reactivos. Para las primeras tres preguntas, los resultados del porcentaje de respuestas correctas en el *pretest* fueron mayores al 70% y después de aplicar la secuencia didáctica, los resultados fueron mayores al 90% para todos los grupos. Para la pregunta 5 y 6. ¿Qué es el número de oxidación?, y ¿Qué es una sal binaria? En el *pretest* tenían el 38.85% y el 12.97% de respuestas correctas respectivamente, y en el *postest* obtuvieron valores aproximados del 87% y 95% respectivamente. Estos resultados indican que después de aplicar las estrategias didácticas (con y sin el cubo RUBIQUIM) la mayoría de los estudiantes lograron reconocer que es una sal binaria y el número de oxidación.

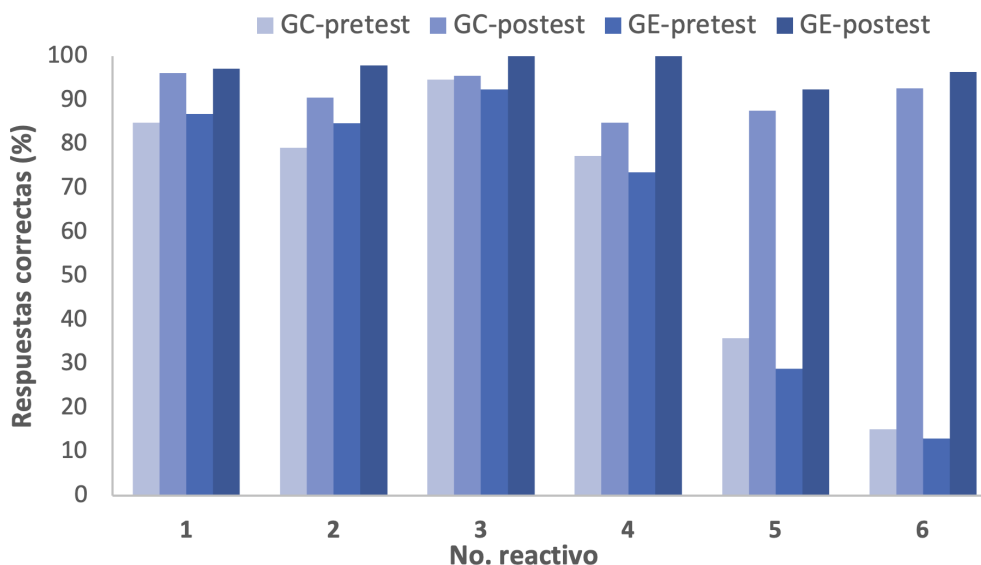


FIGURA 4. Resultados del pretest y *postest* de los conceptos para la enseñanza de nomenclatura en el grupo control (GC) y los grupos experimentales (GE). Elaboración propia.

La ganancia media normalizada del aprendizaje o índice de Hake (*g*), tanto para el GC como para los GE, se determinó con la ecuación 1. Los resultados del valor del índice de Hake se presentan en la tabla 4. Para los GE (*g*) es mayor a 0.7 (ganancia alta), con un promedio de 0.92. En tanto que para el grupo control se obtienen valores variados con un promedio de 0.59 (ganancia media). De acuerdo con estos resultados, en los grupos de prueba se obtuvo una (*g*) mayor que en el grupo control. Estos resultados muestran que la estrategia lúdica aplicada favoreció más el reconocimiento de conceptos de metales, no metales, compuestos, compuestos binarios, tipos de nomenclatura química inorgánica, sales binarias y número de oxidación, que son conceptos básicos para la enseñanza aprendizaje de la nomenclatura química inorgánica de sales binarias. Resultados similares han sido observados para otras estrategias didácticas aplicadas en el Nivel Medio Superior (Salazar et al., 2019).

Reactivo	Pretest (%)		Postest (%)		<i>g</i>	
	(GC)	(GE)	(GC)	(GE)	(GC)	(GE)
1	84.90	86.89	96.22	97.22	0.75	0.79
2	79.25	84.84	90.56	97.99	0.54	0.87
3	94.70	92.42	95.58	100.00	0.17	1.00
4	77.36	73.60	84.90	100.00	0.33	1.00
5	35.85	28.85	87.61	92.45	0.81	0.89
6	15.09	12.97	92.72	96.46	0.91	0.96
Promedio	64.52	63.26	91.26	97.35	0.59	0.92

TABLA 4. Índice de Hake (*g*)

Escritura de la representación simbólica a partir del nombre de la sal binaria

En la sección II del *postest*, el estudiante escribió la representación simbólica y el tipo de nomenclatura empleada a partir del nombre de la sal binaria en nomenclatura tradicional (reactivos 7-9), Stock (reactivos 10-12) y IUPAC (reactivos 13-15). En la Figura 5 se

presentan los resultados, se observa que los estudiantes de los GE obtuvieron un porcentaje más alto de respuestas correctas que los estudiantes del GC. Se determinó, también, el promedio de los resultados por tipo de nomenclatura tanto para el GC como para los GE (Tabla 5). Se observa que para el GC los resultados fueron del 47.8%, 53.89% y 76.09% y para los GE fueron del 62.29%, 72.7% y 88.2% para las nomenclaturas tradicional, Stock y IUPAC respectivamente. El rendimiento académico en los tres tipos de nomenclatura fue mayor en los GE que en el GC. Sin embargo, los resultados indican que las nomenclaturas que más se dificulta a los estudiantes son la tradicional y la Stock, probablemente porque los estudiantes no logran relacionar los sufijos (ico, oso) con el número de oxidación, considerando que los sufijos son la primera pista que tienen los estudiantes para escribir la fórmula química a partir del nombre y por las dificultades para aprender, comprender y determinar el número de oxidación.

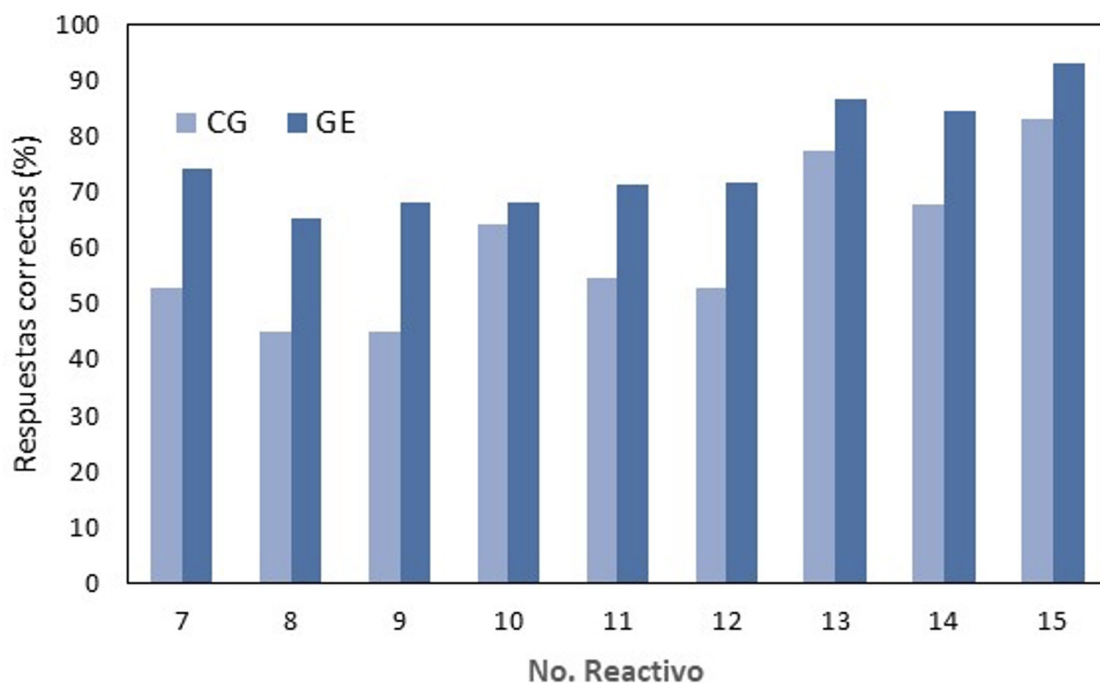


FIGURA 5. Escritura de la nomenclatura química a partir de la representación simbólica, en el grupo control (GC) y los grupos experimentales (GE). Reactivos: 7-9 (nomenclatura tradicional), 10-12 (nomenclatura Stock) y 13-15 (nomenclatura IUPAC). Elaboración propia.

Se realizó un análisis comparativo de los resultados de aprendizaje al aplicar la estrategia del aprendizaje basado en juegos con el cubo RUBIQUIM a través de la determinación de (g_{ABJ}) para los reactivos 7-15 (N2), utilizando los resultados del *posttest* del GE comparado con los GC, de acuerdo con la ecuación 2. Los resultados se muestran en la Tabla 5. Se observan valores positivos de (g_{ABJ}) para la escritura de todos los tipos de nomenclatura.

Se obtuvieron valores de 0.41, 0.40 y 0.51 para la nomenclatura tradicional, Stock y IUPAC respectivamente, estos resultados indican un valor medio en los cursos con aprendizajes interactivos (Hake, 1998), estos valores. Considerando, que se comparan los aprendizajes finales del GC con los de los GE, g_{ABJ} positiva indica que la utilización del cubo RUBIQUIM, favoreció el aprendizaje de los tipos de nomenclatura Stock y tradicional, pero favoreció aún más el aprendizaje de la nomenclatura IUPAC cuando se les solicita a los estudiantes que escriban el nombre del compuesto a partir de la representación simbólica

y estos logran la recuperación, comprensión y aplicación del conocimiento (Marzano, 2001), de las reglas para determinar el nombre de las sales binarias.

Escritura del nombre de la sal binaria a partir de la representación simbólica

En los reactivos 16-24 (N3) de la evaluación final se solicitó a los estudiantes dar el nombre del compuesto a partir de la representación simbólica, con la nomenclatura tradicional, IUPAC y Stock (cabe señalar que, en este mismo apartado además de la fórmula, se colocó la clasificación de los minerales empleada en minerología para la nomenclatura de sulfuros y haluros con el fin de que el estudiante compare esta con las otras nomenclaturas. La clasificación más común de los minerales se basa en el Sistema de Mineralogía de Dana (Hanzen, 1984) y las Tablas Mineralógicas de Hugo Strunz (Tropper, 2002). Considera la composición química y estructural, que en conjunto representan las características de un mineral y determinan sus propiedades físicas. La clasificación de los minerales se presentan en diez clases según el anión o grupo aniónico dominante: 1. Elementos nativos, 2. Sulfuros, 3. Óxidos, 4. Hidróxidos, 5. Haluros, 6. Carbonatos, 7. Sulfatos, 8. Tungstos, 9. Sulfatos y 10. Silicatos. Algunos ejemplos representativos de los sulfuros son argentita (Ag_2S), galena (PbS), blenda (ZnS) y cinabrio (HgS), y de los haluros, halita (NaCl), silvita (KCl) y fluorita (CaF_2) (Tropper, 2002).

En la Figura 6, se presentan los resultados de la evaluación al solicitarles que escribieran el nombre de la sal binaria a partir de la fórmula química, el GC obtuvo el 54.08%, 52.27% y 59.74% cuando utilizaron la nomenclatura tradicional, Stock y IUPAC respectivamente. En tanto, los GE, obtuvieron promedios 70.7%, 73.94%, 77.29% con la nomenclatura tradicional, Stock y IUPAC respectivamente. Desde el punto de vista del rendimiento académico, el GC obtuvo calificaciones no aprobatorias, y los GE tuvieron promedios superiores al 70%.

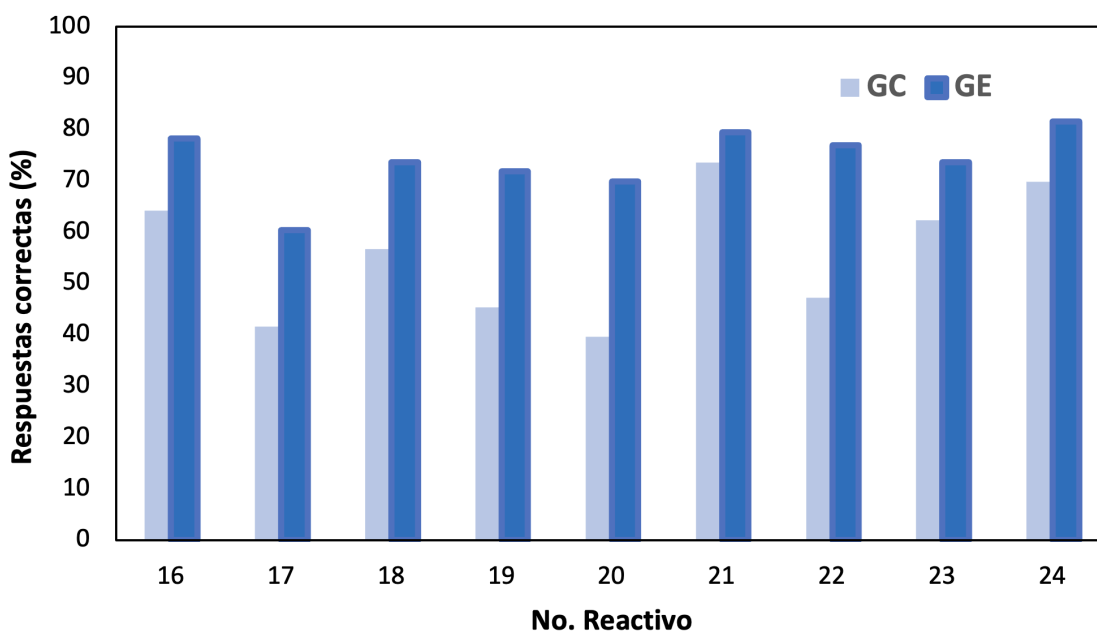


FIGURA 6. Escritura de la fórmula química a partir del nombre en el grupo control (GC) y los grupos experimentales (GE). Reactivos: 16-18 (nomenclatura tradicional), 19-21 (nomenclatura Stock) y 12-24 (nomenclatura IUPAC). Elaboración propia

En la escritura del nombre a partir de la representación simbólica, nuevamente se determinó (g_{ABJ}), para los reactivos 16-24, utilizando los resultados del *postest* del GE comparado con los GC, de acuerdo con la ecuación 2. Se muestran en la Tabla 5, que los valores obtenidos de g_{ABJ} son 0.62, 0.63 y 0.66 para la nomenclatura tradicional, Stock y IUPAC respectivamente. Se observa que la escritura del nombre de las sales binarias a partir de la representación simbólica se dificulta más cuando se utiliza la nomenclatura tradicional, tanto para el GC como para los GE.

Sin embargo, la g_{ABJ} en promedio de 0.64 para la escritura del nombre de la sal a partir de la representación simbólica, es mayor que la g_{ABJ} de 0.44 obtenidas para la escritura de representación simbólica a partir del nombre de la sal binaria, indicando que el ABJ favoreció más el aprendizaje de la escritura del nombre a partir de la representación simbólica.

No. Reactivo	Nomenclatura	Promedio del <i>postest</i>		Índice de Hake por el ABJ (g_{ABJ})
		GC	GE	
7. Bromuro aluminico	Tradicional	52.83	74.3	0.46
8. Nitrato cúprico	Tradicional	45.28	65.3	0.37
9. Bromuro ferroso	Tradicional	45.28	68.2	0.42
Promedio Tradicional		47.80	62.29	0.41
10. Sulfuro de titanio (IV)	Stock	54.15	75.1	0.46
11. Nitrato de mercurio (I)	Stock	54.71	71.3	0.37
12. Yoduro de litio	Stock	52.83	71.9	0.40
Promedio Stock		53.89	72.7	0.41
13. Tetracloruro de manganeso	IUPAC	77.35	86.8	0.42
14. Heptasulfuro de direnio	IUPAC	67.92	84.7	0.52
15. Tricloruro de aluminio	IUPAC	83.01	93.1	0.59
Promedio IUPAC		76.09	88.2	0.51
16. ZnS	Tradicional	64.15	78.22	0.53
17. NiAs	Tradicional	41.50	60.33	0.60
18. FeS	Tradicional	56.60	73.56	0.74
Promedio Tradicional		54.08	70.70	0.62
19. NiS	Stock	45.28	71.77	0.40
20. PbS	Stock	39.62	69.79	0.70
21. CuS	Stock	73.46	79.34	0.79
Promedio Stock		52.78	73.94	0.63
22. MoS ₂	IUPAC	47.16	76.90	0.43
23. Ag ₂ S	IUPAC	62.26	73.53	0.74
24. KCl	IUPAC	69.81	81.44	0.81
Promedio IUPAC		59.74	77.29	0.66

TABLA 5. Índice de Hake obtenido por el aprendizaje basado en juegos (Ecuación 2).

Motivación

En la clase de matemáticas, los estudiantes del CBT utilizan el cubo Rubik como herramienta de apoyo con el objetivo de que comprendan el uso de los algoritmos; los cuales, al ser una representación detallada a la solución de un problema, favorecen el orden secuencial de los pasos para resolver el mismo, y reducen posibles errores, al ser precisos facilitan la solución del problema planteado (Romero, 2013). El uso de Cubo Rubik permite desarrollar habilidades como la coordinación (óculo-manual), agilidad mental, destreza psicomotora y favorece tanto la concentración, como la memoria.

Desde el momento en que a los estudiantes se les dio el cubo de forma individual, se notaron muy motivados en la clase. Cada vez que el profesor explicaba los temas como número de oxidación, tipos de nomenclatura, nombres de los compuestos o fórmulas químicas, etcétera, los estudiantes recurrían a su cubo RUBIQUIM tratando de identificar, comprender y aplicar esa información. En la última sesión, los estudiantes se mostraron ansiosos de resolver el cubo. Aunque, la resolución del cubo no dependía únicamente de colocar los colores en cada cara, sino de colocar en la misma línea la información correspondiente, por ejemplo, como se observa en la Figura 7, cada integrante de cada equipo quería ser el primero en terminar de ordenar el cubo, para ganar el juego, lo que mantuvo en todo momento la motivación, como se ha observado en otras estrategias didácticas con ABJ o gamificación (Bozkurt y Durak, 2018).

FIGURA 7. Arreglo en línea de los datos del cubo RUBIQUIM.

Cr_2S_3	Trisulfuro de dicromo	IUPAC
-------------------------	-----------------------	-------

Conclusiones

Después de aplicar la estrategia didáctica del aprendizaje basado en juegos utilizando el cubo RUBIQUIM, los estudiantes de los grupos experimentales lograron identificar, de manera general, a los elementos de la tabla periódica; la mayoría de ellos mencionó el concepto de compuesto químico y compuesto binario, así como el número de oxidación. Además, señalaron los tipos de nomenclatura química para nombrar sales binarias.

En cuanto a la nomenclatura, los estudiantes de los grupos experimentales lograron identificar, asociar y aplicar los conocimientos relaciones a las reglas de la Nomenclatura de sales binarias (tradicional, IUPAC y Stock). Se logró un mayor aprendizaje cuando se solicitó a los estudiantes escribir la representación simbólica a partir del nombre del compuesto, empleando la nomenclatura IUPAC, seguida de la Stock y finalmente la tradicional.

Los estudiantes lograron identificar con mayor facilidad la nomenclatura IUPAC, porque los prefijos (di, tri, tetra, penta...) les permiten deducir el número de aniones y cationes respectivamente y deducir las fórmulas químicas a partir del nombre.

La principal problemática para escribir correctamente las fórmulas o nombres en la nomenclatura Stock, se debió a las dificultades para aprender, comprender y determinar el número de oxidación.

Respecto a la nomenclatura tradicional, los estudiantes no lograron comprender del todo la manera de utilizar los sufijos y prefijos que esta emplea; presentando más dificultad para escribir el nombre de los compuestos utilizando esta nomenclatura y para escribir las fórmulas químicas de los compuestos nombrados con la nomenclatura tradicional.

Por las dificultades de la enseñanza aprendizaje de los diferentes tipos de nomenclatura, este trabajo contribuye para fundamentar la necesidad de eliminar de los programas de Química la enseñanza de la nomenclatura tradicional, ya que encuentra desuso (de acuerdo a la IUPAC), y además resulta confusa para los estudiantes al solicitarles que a partir de ella escribieran la fórmula de un compuesto químico, o que a partir de la representación simbólica nombraran al compuesto usando esta nomenclatura y centrarse en la enseñanza de la nomenclatura IUPAC y Stock.

Finalmente, con base en los resultados positivos del índice de Hake en el aprendizaje basado en (g_{ABJ}) para la escritura de la representación simbólica a partir del nombre del compuesto y viceversa, estos indican la efectividad de esta estrategia didáctica. Esta propuesta de enseñanza lúdica utilizando el cubo RUBIQUIM motivó y mejoró la enseñanza y el aprendizaje cognitivo de la nomenclatura de sales binarias, y puede ser aplicada en el nivel medio superior o superior como estrategia de enseñanza.

Agradecimientos

Investigación realizada gracias al proyecto DGAPA-UNAM PAPIME PE203222

Referencias

- Bayir, E. (2014). Developing and Playing Chemistry Games To Learn about Elements, Compounds, and the Periodic Table: Elemental Periodica, Compoundica, and Groupica, *Journal of Chemical Education*, 91 (4), 531-535. <https://doi.org/10.1021/ed4002249>
- Bandler, R., & Grinder, J. (1979). *Frogs into princes: neuro linguistic programming*. Real People Press: Utha.
- Biró, G. I. (2014). Didactics 2.0: A Pedagogical Analysis of Gamification Theory from a Comparative Perspective with a Special View to the Components of Learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 141, 148-151. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.027>
- Bozkurt, A., y Durak, G. (2018). A systematic review of gamification research: In pursuit of homo ludens. *International Journal of Game-Based Learning*, 8(3), 15-33. <https://doi.org/10.4018/IJGBL.2018070102>
- Chimeo, J. (2000). How to Make Learning Chemical Nomenclature Fun, Exciting and Palatable. *Journal of Chemical Education*, 77(2), 144-145. <https://doi.org/10.1021/ed077p144>
- Connelly, N. G., Hutton, A. T., Hartshorn, R. M., y Damhus, T. (Edits.) (2005). Nomenclature of inorganic chemistry. IUPAC recommendations 2005. Cambridge: RSC Publishing. <https://n9.cl/wb3dv>
- Crute, T. (2000). Classroom nomenclature Games-Bingo. *Journal of Chemical Education*, 77(4), 481-482. <https://doi.org/10.1021/ed077p481>
- DCA, D. d. (2004). *Manual de estilos de aprendizaje. Material autoinstruccional para docentes y orientadores educativos*. México: Dirección General de Bachillerato, DGB. Secretaría de Educación Pública, SEP. <https://n9.cl/jmdcz>

- DGB, D. G. (2014). *Dirección de Coordinación Académica, Química I. Serie de programas de estudio*. México: Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS) . <http://www.sems.gob.mx/curriculoems/programas-de-estudio>
- DGB, D. G. (2014). *Programas de estudio 1er. Semestre Química I*. Obtenido de Programas de estudio 1er. Semestre Química I. <https://n9.cl/qrn81>
- Franco Mariscal, A. J., Oliva Martínez, J. M., & Bernal Márquez, S. (2012). An Educational Card Game for Learning Families of Chemical Elements. *Journal of Chemical Education*, 89(8), 1044–1046. doi:10.1021/ed200542x
- García Belmar, A., y Bertomeu Sánchez, J. R. (1999). *Nombrar la materia: una introducción histórica a la terminología química*. Barcelona: Ediciones del Serbal.
- Gutierrez Mosquera, A., & Barajas Perea, D. S. (2019). Incidencia de los recursos lúdicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química orgánica. *Educación Química*, 30(4), 57-70. DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.4.69991>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-Engagement vs. Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *American Journal of Physics*, 66, 64. <http://dx.doi.org/10.1119/1.18809>
- Hanzen, R. M. (1984) Mineralogy: A historical review. *Journal of Geological Education*, 32(5), 288-298.
- Kurushkin, M., & Mikhaylenko, M. (2015). Chemical Alias: An Engaging Way to Examine Nomenclature. *Journal of Chemical Education*, 92(10) 1678–1680. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00244>
- Martínez Díaz, O., Obaya-Valdivia, A., Hernández, M. P., Ponce, P. G., Montaña, C., Vargas-Rodríguez, Y. M. (2020). Didactic game as a learning aid tool of redox process in the level of higher middle education. *International Journal of Current Research*, 12(11), 14571-14581. eric.ed.gov/?id=ED609077
- Marzano, R. J. (2001). *Designing a new taxonomy of educational objectives. Experts in Assessment Series, Guskey, T. R., y Marzano, R. J. (Eds.)*. Thousand Oaks, CA: Corwin..
- Maya, P. (2014). *Aprendizaje significativo de conceptos de nomenclatura inorgánica: una propuesta para el grado décimo*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Medellín.
- Meléndez, L., Aguilar, R., Arroyo, M., y Córdova, M. (2010). Esquemas de algoritmos y tarjetas en la enseñanza básica de la nomenclatura química inorgánica. *Contactos*, (76), 18–25. <https://n9.cl/hifbz>
- Montejo Bernardo, J. M., & Fernández González, A. (2021). Chemical Battleship: Discovering and Learning the Periodic Table Playing a Didactic and Strategic Board Game. *Journal of Chemical Education*, 98(3), 907–914. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00553>
- Moreno, J. (2006). *Propuesta de modificación a la Nomenclatura Sistemática más simplificada en Química Inorgánica*. México: UNAM.

- Olivares Campillo, S. (2014). ¿Formulación química? Nomenclatura química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 416–425. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2894/2572>
- Pimienta Prieto, J. (2012). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje. Docencia universitaria basada en competencias*. México: Pearson Educación.
- Posada, R. (2014). *La lúdica como estrategia didáctica*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Humanas, Departamento de Educación.
- Putz, L. M., Hofbauer, F., & Treiblmaier, H. (2020). Can gamification help to improve education? Findings from a longitudinal study. *Computers in Human Behavior*, 110, 106392. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106392>
- Romero, R. E. (2013). Juegos Matemáticos. Las matemáticas del Cubo Rubik. *Pensamiento Matemático*, 3(2), 97-110.
- Salazar, E., Obaya-Valdivia, A., Giammatteo, L., Vargas-Rodríguez, Y.M. (2019) Evaluating a didactic strategy to promote atomic models learning in High School students through Hake's method. *International Journal of Education and Research*. 7(5) 293-312. <https://www.ijern.com/journal/2019/May-2019/24.pdf>
- Sánchez, C., García, E., & Ajila, I. (2020). Enfoque pedagógico: la gamificación desde una perspectiva comparativa con las teorías del aprendizaje. 593 Digital Publisher CEIT, 5(4), 47-55. <https://doi.org/10.33386/593dp.2020.4.202>
- Solís, H. (2014). *Nomenclatura Química*. Delegación Azcapotzalco, México D.F. Grupo Editorial Patria S.A. de C.V.
- Tropper, P. (2002). Geology, volume III. Introduction to the Mineralogical Sciences. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS).
- Vera de la Garza, C. G., & Padilla Martínez, K. (2020). *Nomenclatura básica de química inorgánica*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. <https://n9.cl/iwrhh>
- Vera-Monroy, S. P., Mejia-Camacho, A., Gamboa Mora, M. C. (2020). C=O CARBOHIDRATOS: efecto del juego sobre el aprendizaje. *Educación Química*, 31 (1), 23-35. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.1.68522>
- Wirtz, M., Kaufmann, J., y Hawley, G. (2006). Nomenclature Made practical: Student Discovery of the Nomenclature Rules. *Journal of Chemical Education*, 83(4), 595–598. <https://doi.org/10.1021/ed083p595>
- Yenikalaycı, N., Çelikler, D., & Aksan, Z. (2019). Ion Hunters: Playing a Game To Practice Identifying Anions and Cations and Writing Their Names and Formulas. *Journal of Chemical Education*. 96(11), 2532–2534. <https://doi:10.1021/acs.jchemed.8b00732>
- Zimmerman, C., & Croker, S. (2014). A prospective cognition analysis of scientific thinking and the implications for teaching and learning science. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 13(2), 245–257. <https://doi.org/10.1891/1945-8959.13.2.245>

Anexo A. Pretest

I. Conteste las siguientes preguntas

1. Mencione el nombre y símbolo de un metal, un no metal y un gas noble de la tabla periódica.
2. ¿Qué es un compuesto químico?
3. ¿Qué es un compuesto binario?
4. ¿Qué tipos de nomenclatura química inorgánica conoces para nombrar a los compuestos?
5. ¿Qué es una sal binaria?
6. ¿Qué es el número de oxidación?

II. Completa el siguiente cuadro con los datos que solicitan

	Fórmula	Nombre del compuesto	Tipo de nomenclatura química inorgánica empleada
	7.	Bromuro férrico	8.
	9.	Tetracloruro de manganeso	10.
	11.	Sulfuro de titanio (IV)	12.
	LiN_3	13.	14.

III. Obtenga el número de oxidación de cada catión y anión en los siguientes compuestos

15.	16.	17.	18.	19.	20.
Compuesto	Catión	Anión	Compuesto	Catión	Anión
AlN			TiS_2		

Anexo B. Postest

I. Conteste las siguientes preguntas (N1)

1. Mencione el nombre y símbolo de un metal, un no metal y un gas noble de la tabla periódica.
2. ¿Qué es un compuesto químico?
3. ¿Qué es un compuesto binario?
4. ¿Qué tipos de nomenclatura química inorgánica conoces para nombrar a los compuestos?
5. ¿Qué es una sal binaria?
6. ¿Qué es el número de oxidación?

II. Completa el siguiente cuadro con los datos que solicitan (N2)

Fórmula	Nombre del compuesto	Tipo de nomenclatura química inorgánica empleada
	7. Bromuro de aluminio	
	8. Nitrato cúprico	
	9. Bromuro ferroso	
	10. Sulfuro de titanio (IV)	

11. Nitruro de mercurio (I)
12. Yoduro de litio
13. Tetracloruro de manganeso
14. Heptasulfuro de direnio
15. Tricloruro de aluminio

III. Nombra los siguientes compuestos utilizando la nomenclatura tradicional (N3)

Blenda	ZnS
Niquelina	NiAs
Pirrotina	FeS

IV. Nombra los siguientes compuestos utilizando la nomenclatura Stock (N3)

Millerita	NiS
Galena	PbS
Covelina	CuS

V. Nombra los siguientes compuestos utilizando la nomenclatura IUPAC (N3)

Molibdenita	MoS ₂
Argentita	Ag ₂ S
Silvita	KCl