

Aprendizaje basado en juegos para la enseñanza de la Nomenclatura Química Inorgánica



M. en D. Diana E. Rivero Gómez
Dr. Adolfo E. Obaya Valdivia
Yolanda M. Vargas Rodríguez

FES-Cuautitlán UNAM. Campo 1. MADEMS (Química). Físicoquímica.

Dr. Plinio J. Sosa Fernández

Facultad de Química. CU. MADEMS (Química).

Química Inorgánica Unidad

M. en D. Suemi Lima Vargas

Unidad Académica Profesional de Tlanepantla. UAEM. Edo de México

Resumen

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 realizó una evaluación cuantitativa y los resultados se compararon con los de un grupo control. En los grupos en los que se aplicó el aprendizaje basado en juegos mostraron un mejor rendimiento académico y un mayor aprendizaje cognitivo. La evaluación cualitativa mostró una mayor motivación en los grupos en los que se utilizó el cubo.

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

Abstract

In the High School Level, it has been found that during the teaching and learning process of the inorganic chemical nomenclature, students usually memorize and do not acquire significant learning. In this work a proposal of teaching and learning ludic of chemical nomenclature of binary salts is made. The playful material developed

consisted of using the Rubik cube, in its standard version, to which stickers with the symbolic representation of various binary salts were placed, as well as the names in traditional nomenclature, stock and IUPAC. This didactic tool was called the RUBICHEM cube. The tool was used in three groups of the upper middle level, where after the class the students solved the RUBICHEM cube. To determine the impact of the playful material, a quantitative evaluation was made, and the results were compared with those of a control group. From this, a higher percentage of correct answers were obtained when the students were asked to write the chemical formula from the name of the compound, which when asked to write the name of the compound from its chemical formula, using the different types of nomenclature.

Keywords: significant learning, High School Level, Chemistry, inorganic chemical nomenclature, binary salt, cube RUBICHEM.

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 & Bertomeu Sánchez, 1999).

Otra nomenclatura de uso común es la propuesta por Alfred Stock en 1919, deno-

minado 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 arábigo y la carga) (Vera de la Garza & 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*) (Hutton *et al.*, 2005).

En la actualidad, la IUPAC recomienda utilizar la nomenclatura **sistemática** y limitar la **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 (Hutton *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). Al mismo tiempo, la enseñanza se presenta con situaciones ajenas a los conceptos familiares, lo que puede apagar el entusiasmo del estudiante que intenta

descubrir los secretos de las reacciones químicas (Gómez-Moliné, 2008).

Los juegos son un aspecto crucial de la cultura humana y la sociedad que promueven la motivación y el compromiso (Bozkurt & 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 que importantes en la enseñanza lúdica son el mejoramiento en el rendimiento académico (Putz *et al.*, 2020; Gutierrez Mosquera., & Barajas Perea, 2019) y el mejoramiento en el aprendizaje cognitivo (Vera-Monroy, *et al.*, 2020; Zimmerman, C., & Croker, S., 2014).

Las características del Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ) son la motivación intrínseca, ya que el conocimiento es interno/externo, el proceso de aprendizaje es de procesamiento 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 de aprendizaje es guiado por el maestro (puede establecer diferentes caminos), y el estudiante (puede elegir el camino), la actitud del profesor es proactiva, la actitud del estudiante también es proactiva. Un punto importante es que la retroalimentación se basa en el grupo (Biró, 2014; Sánchez, 2020).

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; Montejó & Fernández, 2021), nomenclatura de iones y cationes (Yenikalaycı, *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 & 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. Cabe hacer mención que, en la de clase de matemáticas los estudiantes del CBT utilizan el cubo Rubik de forma recurrente y lo pueden resolver fácilmente.

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 mostradas 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.

Desarrollo de la propuesta

Para el desarrollo de la secuencia se analizaron los programas de los distintos subsistemas de Educación Media Superior con la finalidad de delimitar de manera puntual 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) representa-

Grupo	Denominación	Población	Mujeres	Hombres
Grupo control (GC)	CG	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)	198	90	108

Tabla 1. Características de la población

Al^{3+}	I^{-}	AlI_3	V^{5+}	S^{2-}	V_2S_5	FeCl_3	Cloruro o Férrico	Tradicional
Cu^{2+}	S^{2-}	CuS	Rn^{4+}	Cl^{-}	RnCl_4	Stock	TiF_4	Fluoruro de titanio (IV)
Au^{1+}	F^{-}	AuF	Cr^{3+}	S^{2-}	Cr_2S_5	TiBr_3	Tribromuro de titanio	IUPAC
Fr^{1+}	Cl^{-}	FrCl	AlI_3	Trióxido de aluminio	IUPAC	V_2S_5	Sulfuro de vanadio (V)	Stock
Ti^{3+}	Br^{-}	TiBr_3	CaS	Sulfuro de calcio	Tradicional Stock	MnCl_2	Cloruro de manganeso (II)	Stock
Ti^{4+}	F^{-}	TiF_4	FeCl_2	Cloruro ferroso	Tradicional	Cr_2S_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.

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 pretest.	Resolución del pretest 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.	Repuestas varias
Reconocer y comprender los números de oxidación.	Explicación del profesor <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. Aplicar los conocimientos de números de oxidación para escribir la nomenclatura química de sales binarias.	Nomenclatura química <ul style="list-style-type: none"> • Nomenclatura sistemática de prefijos multiplicativos (IUPAC) • Nomenclatura Stock. • Nomenclatura Clásica o Tradicional. 	Ejercicios individuales y grupales
Escribir el nombre de sales binarias a partir de la representación simbólica.		Actividades lúdicas con el cubo RUBIQUIM
Mejorar la cognición.		
CIERRE		
Evaluar los aprendizajes logrados	Aplicación y evaluación del postest.	Resolución individual del postest.

Tabla 2. Plan de clase

ción 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.

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, 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.

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), for-

mación 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.

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.

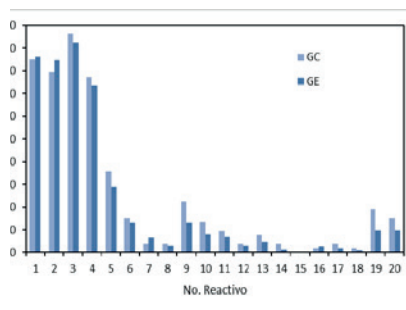


Figura 2. El cubo RUBIQUIM. propia.

Finalmente, los estudiantes de los cuatro grupos realizaron un postest con 24 reactivos (Anexo B), que incluyó tres secciones, la primera de reconocimiento de conceptos (los mismos que en el pretest), la segunda de identificación de tipos de

Sal Binaria	Tipo de nomenclatura			
	Tradicional	Stock		Prefijos multiplicadores (IUPAC)
		Número de oxidación	Número de carga	
NaCl	Cloruro de sodio	Cloruro de sodio	Cloruro de sodio	Cloruro de sodio
AuF	Fluoruro aureso	Fluoruro de oro(I)	Fluoruro de oro(1+)	Fluoruro de oro
TiO ₂	Óxido titanico	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 de perosmico	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 litio	Óxido de litio	Óxido de litio	Óxido de dilitio
Cu ₂ O	Óxido cuproso	Óxido de cobre(II)	Óxido de cobre(2+)	Óxido de dicobre
Na ₃ N	Nitruro de sodio	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.

nomenclatura y escritura de la representación simbólica y la tercera la escritura del nombre de sales binarias inorgánicas.

Índice (g) de Hake

Para determinar la ganancia de aprendizaje, tanto para el GC como para los GE, se calculó el índice (g) de Hake (Salazar *et al.*, 2019). De acuerdo con la ecuación 1, se utilizaron los resultados de cada uno de los reactivos (1-6) del pretest y del posttest, primero del GC y posteriormente los G. En los GE se consideró el promedio de los resultados de los tres grupos. En la ecuación 1 se presenta únicamente la fórmula del índice g para el GE.

$$g = \frac{\text{postest GE}(\%) - \text{pretest GE}(\%)}{100(\%) - \text{pretest GE}(\%)} \quad (\text{Ec.1})$$

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 el

ABJ, para los reactivos 7-24 se consideraron únicamente los resultados del posttest 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 posttest del GC, modificándose la ecuación 1 como la ecuación 2.

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

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 % re-

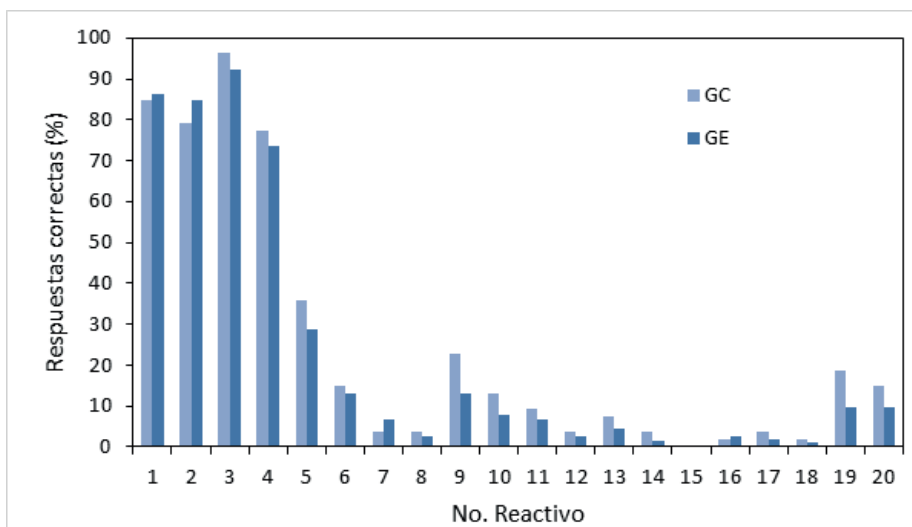


Figura 3. Resultados de la evaluación diagnóstica entre el grupo control (CG) y el promedio obtenido de los tres grupos experimentales (GE). Elaboración propia

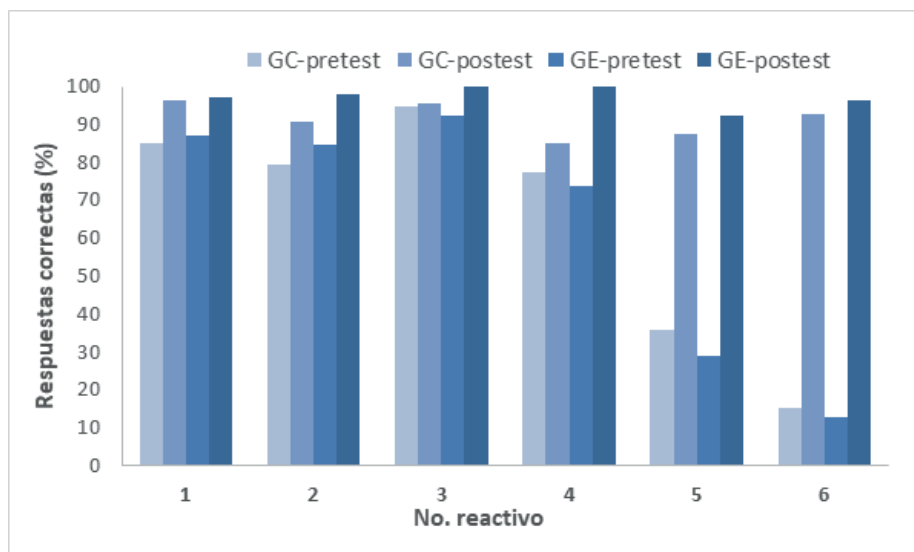


Figura 4. Resultados del pretest y posttest de los conceptos para la enseñanza de nomenclatura en el grupo control (GC) y los grupos experimentales (GE). Elaboración propia.

conocieron 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.

Posttest

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 posttest 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 posttest del GC y de los GP, se presentan en la Figura 4. Se observa que las respuestas correctas del posttest 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? Que en el pretest tenían el 38.85 % y el 12.97 % de respuestas correctas respectivamente, en el posttest se 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.

Para determinar la ganancia de aprendizaje, tanto para el GC como para los GP, se calculó el índice de Hake (g) con la ecuación 1. Los resultados de g se presentan en la Tabla 4. Cabe hacer mención que,

Reactivo	Pretest (GC)	Prestes (GE)	Postest (GC)	Postest (GE)	Índice de Hake (GC)	Índice de Hake (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. Ganancia g de Hake, determinada con la ecuación 1.

para los GP la ganancia en el aprendizaje (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 ganancia en el aprendizaje 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 binaria y números de oxidación, que son conceptos básicos para la enseñanza aprendizaje de la nomenclatura química inorgánica de sales binarias.

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 observan los resultados, los estudiantes del GE obtuvieron un porcentaje más alto de respuestas correctas que los estudiantes del GC. Se determinó, el promedio de los resultados por tipo de

nomenclatura tanto para el GC como para los GP (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 (Anderson, 1998; Calzaferri, 1999; Look, 2011; Sosa, 2014; Minkiewicz, *et al.*, 2018).

Estos resultados indican que el uso del cubo RUBIQUIM en los GE, generó un mayor mejoramiento cognitivo en los estudiantes ya que la mayoría identifican, asocian y aplican los conocimientos relaciones a las reglas de la nomenclatura de sales binarias (tradicional, IUPAC y Stock), permitiendo los niveles de aprendi-

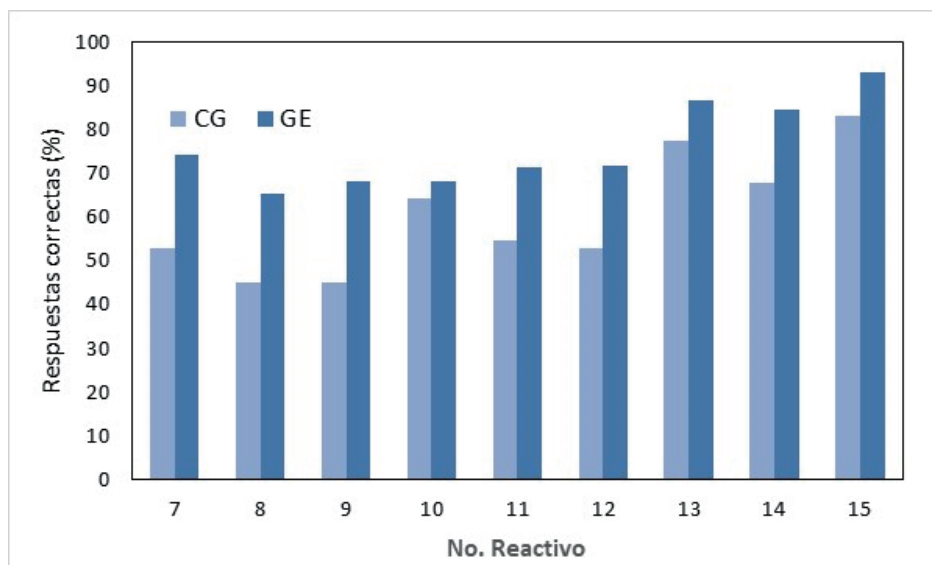


Figura 5. Escritura de la nomenclatura química a partir de la representación simbólica, en el grupo control (GC) y los grupos experimentales (GE). Reactivos: 7-9 (nomenclatura tradicional), 10-12 (nomenclatura Stock) y 13-15 (nomenclatura IUPAC). Elaboración propia.

zaje de recuperación, comprensión y aplicación (Marzano, 2001). Pero, tiene mayor impacto con la nomenclatura IUPAC, probablemente porque los prefijos (di, tri, tetra, penta...) permiten a los estudiantes deducir el número de aniones y cationes respectivamente y escribir las fórmulas químicas a partir del nombre.

Para evaluar la diferencia de aprendizajes al aplicar la estrategia del aprendizaje basado en juegos con el cubo RUBIQUIM, se determinó el índice (gABP), para los reactivos 7-15, utilizando los resultados del postest del GE comparado con los GC, de acuerdo con la ecuación 2. Los resultados se muestran en la Tabla 5. En primer lugar, se observan valores positivos de gABP obtenido de la aplicación del aprendizaje basado en juegos en todos los tipos de nomenclatura. En segundo lugar, se obtiene un valor de $gABP = 0.41$ para la nomenclatura tradicional, $gABJ = 0.40$ para la nomenclatura Stock y $gABP = 0.51$ para la nomenclatura IUPAC, aunque esta es una

ganancia media característica de aprendizajes activos (Hake, 1998), ya que se adecuó la ecuación 1 a la ecuación 2 y en esta solo se comparan los aprendizajes finales del GC con los de los GE, la ganancia gABP 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 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

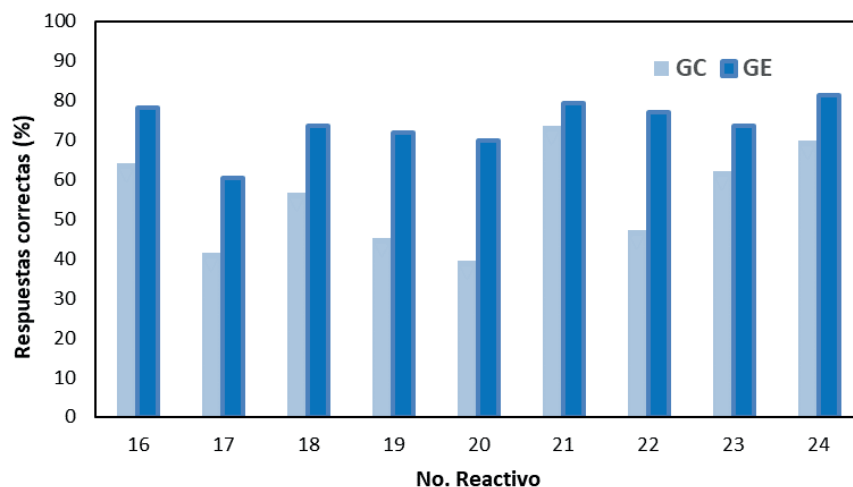


Figura 6. Escritura de la fórmula química a partir del nombre en el grupo control (GC) y los grupos experimentales (GE). Reactivos: 16-18 (nomenclatura tradicional), 19-21 (nomenclatura Stock) y 12-24 (nomenclatura IUPAC). Elaboración propia

mismo apartado además de la fórmula, se colocó la clasificación de los minerales de Hugo Strunz utilizada para mineralogía para los sulfuros y haluros), con el fin de que el estudiante compare esta nomenclatura “trivial” con las otras nomenclaturas.

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 %.

En la escritura del nombre a partir de la representación simbólica, nuevamente se determinó el índice (gABJ), 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 gABJ 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 gABJ en promedio de 0.64 para la escritura del nombre de la sal a partir de la representación simbólica, es mayor que la gABJ de 0.44 obtenida 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.

Cabe hacer notar que los estudiantes tuvieron mayor dificultad para escribir la representación simbólica a partir del nombre de la sal binaria con la nomenclatura tradicional, también, tuvieron más dificultades para escribir la nomenclatura tradi-

No. Reactivo	Nomenclatura	Postest		Ganancia por aprendizaje basado en juegos (g_{ABJ})
		GC	GE	
7. Bromuro de aluminio	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. Nitruro 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 g_{ABJ} Hake obtenido del aprendizaje basado en juegos (Ecuación 2).

cional a partir de la representación simbólica y que de acuerdo con la IUPAC esta nomenclatura es considerada en desuso a

nivel mundial y con base en los resultados de esta investigación sería adecuado eliminar la enseñanza y aprendizaje de la no-

menclatura tradicional de los programas de Química para evitar confusiones con los tres tipos de nomenclatura y centrarse en mejorar la enseñanza y aprendizaje de las nomenclaturas Stock y IUPAC.

Motivación

Respecto a la motivación por la actividad lúdica, desde el momento en que a los estudiantes se les dio el cubo de forma individual, se notaron muy interesados 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.

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

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

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 utilizando 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...) permiten a los estudiantes deducir el número de aniones y cationes respectivamente y escribir 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 la 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, 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 empleando esta nomenclatura y concentrarse en la enseñanza de la nomenclatura IUPAC y Stock.

Finalmente, con base en los resultados positivos en el índice de Hake (g) y en el índice del aprendizaje basado en juego gABP para la escritura de la representación simbólica a partir del nombre del compuesto y viceversa, estos indican la efectividad de esta estrategia didáctica. De acuerdo con los resultados obtenidos, 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.

Referencias

Anderson, W. P. (1998). Common versus Uncommon Oxidation Numbers of Non-metals. *Journal of Chemical Education*, 75(2), 187-189. <https://doi.org/10.1021/ed075p187>

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>

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>

Bandler, R., & Grinder, J. (1979). *Frogs into princes: neuro linguistic programming*. Real People Press: Utha.

Bozkurt, A., & 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/IJG-BL.2018070102>

Calzaferri, G. (1999). Oxidation Numbers, *Journal of Chemical Education*, 76(3), 362-363. <https://doi.org/10.1021/ed076p362>

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>

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://biblioteca.pucv.cl/site/coleccion/manuales_u/Manual_Estilos_de_Aprendizaje_2004.pdf

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. http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/12615/5/images/BT_Quimica_I.pdf
- 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.
- Gómez–Moliné, M. (2008). Obstáculos detectados en el aprendizaje de la nomenclatura química. *Educación Química*, 19(3), 201–206.
- 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>
- Hutton, A. T., Damhus, T., Connelly, N. G., & Hartshorn, R. M. (Edits.). (2005). *Nomenclature of inorganic chemistry. IUPAC recommendations 2005*. Cambridge: RSC Publishing. https://old.iupac.org/publications/books/rbook/Red_Book_2005.pdf
- 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>
- Look, H. P. (2011). Expanded Definition of the Oxidation State. *Journal of Chemical Education*, 88(3), 282-283. <https://doi.org/10.1021/ed1005213>
- Martínez Díaz, O., Obaya V., 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://xdoc.mx/preview/esquemas-de-algoritmos-y-tarjetas-en-la-enseanza-basica-uam-i-5e2f46937edd3>
- Minkiewicz, P., Darewicz, M. & Iwaniak. (2018). A. Introducing a Simple Equation to Express Oxidation States as an Alternative to Using Rules Associated with Words Alone. *Journal of Chemical Education*, 95(2), 340-342. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00322>

- 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>
- Salazar, E., Obaya, 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.
- Sosa, P. (2014). Representación algebraica del método de Kauffman para asignar números de oxidación. *Educación Química*, 25(E1), 223-228.
- Vera de la Garza, C. G., & Padilla Martínez, K. (2020). *Nomenclatura básica de química inorgánica*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. <http://www.librosoa.unam.mx/handle/123456789/3067>
- 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

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 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

Blenda	16. ZnS
Niquelina	17. NiAs
Pirrotina	18. FeS

IV. Nombra los siguientes compuestos utilizando la nomenclatura Stock

Millerita	19. NiS
Galena	20. PbS
Covelina	21. CuS

V. Nombra los siguientes compuestos utilizando la nomenclatura IUPAC

Molibdenita	22. MoS ₂
Argentita	23. Ag ₂ S
Silvita	24. KCl