

Esquemas de algoritmos y tarjetas en la enseñanza básica de la nomenclatura química inorgánica

Lidia Meléndez Balbuena,* Rosa María Aguilar Garduño,*
Maribel Arroyo Carranza,** Ma. del Carmen Córdova Lozano.*

Recibido: 25 de febrero de 2010.

Aceptado: 26 de marzo de 2010.

Abstract

The goal of this project is to provide results of the implementation of algorithm diagrams (AD) and files in the teaching-learning process of nomenclature in inorganic chemistry, and provide visual active methods to help in the traditional teaching. This study was applied to twenty students of first grade in Faculty of Chemistry Sciences, BUAP.

Resumen

En el presente trabajo se muestran los resultados obtenidos de la implementación del uso de esquemas de algoritmos y tarjetas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la nomenclatura en química inorgánica. Se destaca la utilidad del uso de esquemas de algoritmos y tarjetas como medios visuales activos que ayudan a superar la complejidad del aprendizaje de la nomenclatura química con la enseñanza tradicional. La estrategia fue aplicada a veinte estudiantes del primer cuatrimestre de la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP.

Palabras clave:

Aprendizaje, nomenclatura, algoritmos, tarjeta, evaluación.

Introducción

En las dos últimas décadas se han venido desarrollando cada vez más, diversos acercamientos para indagar las dificultades inherentes al aprendizaje de las ciencias en estudiantes de los niveles básico, bachillerato y primeros años de educación superior, en muy diversos dominios (Driver, 1989; Flores, 1994; Lloré, 199; Pozo, 1991). En particular, en relación con el aprendizaje en química (Pozo, 1991) se ponen en evidencia los problemas con los que se enfrentan los alumnos en la asignatura.

La química es una de las asignaturas escolares que presentan serios problemas en su comprensión y enseñanza tanto en el nivel medio superior como en los niveles iniciales de una licenciatura, según diversas investigaciones realizadas en distintos contextos, edades, y niveles educativos (Chamizo, 1996; Driver, 1989). Estas investigaciones muestran que la dificultad principal que tienen los estudiantes en la comprensión de los conceptos químicos está relacionada con la necesidad de contar con un pensamiento abstracto que les permita representar un modelo de interpretación de los conceptos abordados en la asignatura de química.

Uno de los problemas serios que tienen los estudiantes en el estudio de los diferentes cursos de química es la comprensión inadecuada de los conceptos y leyes. El rico lenguaje de la química ha trascendido al mundo cotidiano: los términos aforar, destilar, disolver o reaccionar forman parte de nuestro lenguaje coloquial. Y así vemos que en el siglo XXI, el problema de la nomenclatura química (conjunto de reglas utilizadas para asignar nombres a las sustancias químicas) afecta seriamente a los estudiantes de los diferentes niveles escolares.

El dominio de la nomenclatura química inorgánica básica es difícil de lograr, y aunque el tema se aborda en los cursos de química de diversos niveles de escolaridad, los resultados son poco alentadores. Su complejidad exige un alto nivel de abstracción, que pocos alumnos alcanzan en los primeros cursos de licenciatura, mucho menos lo logran en el bachillerato y sólo algunos en la secundaria. Según los científicos, ignorar el uso de la nomenclatura química sería abandonar voluntariamente una herramienta de mucho valor en la concepción y exposición de las relaciones químicas. Es por ello que una de las responsabilidades de la comisión de símbolos, terminologías y unidades perteneciente a la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (conocida por sus siglas en inglés como IUPAC) es asegurar la cla-

*Facultad de Ciencias Químicas, BUAP.

**Instituto de Ciencias de la BUAP.

ridad, la precisión y el acuerdo amplio en el uso de los símbolos por todos los químicos y editores de revistas científicas.

Las investigaciones educativas realizadas en los últimos años sobre la enseñanza de las ciencias (Pozo, 1991), enfatizan que existe la necesidad de generar y utilizar estrategias de enseñanza para coadyuvar a la construcción del conocimiento. Desde que comenzamos nuestra actividad docente, intentamos conocer los distintos métodos, medios y técnicas de enseñanza para tener un bagaje suficiente de donde echar mano, dependiendo de los alumnos, el tema y todas las demás circunstancias que rodean el proceso de enseñanza-aprendizaje y convencidos de que ninguno es una panacea. La inclusión del tema nomenclatura química en los programas educativos constituye un desafío para el profesorado, dado que este tema posee un elevado nivel de abstracción y requiere del conocimiento de otros conceptos anteriores en el currículo, como son los símbolos de los elementos químicos, su clasificación en metales y no metales, sus propiedades periódicas como la electronegatividad, y la determinación de números de oxidación.

Para el aprendizaje de la química, y en particular para la comprensión de la nomenclatura química, se necesita que los alumnos tengan desarrollado el nivel intelectual de las operaciones formales, pero son pocos los alumnos que han logrado este nivel, muchos apenas han logrado llegar al nivel de las operaciones concretas, por lo tanto, demuestran gran dificultad en este tema de la nomenclatura química inorgánica. Existe una distancia entre ambos niveles, pero Vigotski (Bodrova, 2004) afirma que existe una zona de desarrollo máximo, en la cual puede mejorarse el aprendizaje de conceptos basados en operaciones formales, utilizando modelos concretos durante el proceso de enseñanza (Rosas, 2001; Kina, 2004). En otras palabras, si un alumno es guiado o conducido adecuadamente puede pasar de un nivel intelectual a otro.

En este trabajo se propone el uso de Esquemas de Algoritmos como medios visuales activos que ayudan a superar la desventaja de la enseñanza tradicional (Orlik, 1991), funcionan típicamente sobre la motivación extrínseca de los alumnos, apoyados con tarjetas que contienen las reglas de nomenclatura y características que identifican a los compuestos.

¿Qué es un esquema de algoritmo?

Los EA son un tipo de esquemas basados en un conjunto de pasos o reglas a seguir hasta llegar a un fin

deseado y se pueden utilizar en la solución de problemas de diferentes tipos (Orlik, 2002). Esta técnica de utilización de los algoritmos en la solución de problemas es común en las clases de química. El profesor comienza por utilizar algoritmos cuando explica el camino para resolver un problema paso a paso. La representación del proceso de la solución del problema desempeña un papel importante para lograr el cumplimiento de la tarea. Para mejorar la representación visual de los pasos para la solución, se pueden utilizar esquemas visuales de los algoritmos. Si el profesor comienza el trabajo utilizando esquemas de algoritmos, ayuda mucho a los estudiantes a comprender el enfoque lógico y mental sobre cómo resolver el problema (Orlik, 2002).

Cercano a las ideas de aprendizaje de Gagné (Gagné, 1971), este instrumento tiene varias virtudes. La primera es que el alumno sabe en qué parte del proceso de aprendizaje se encuentra y, por lo tanto, deduce inmediatamente lo que le hace falta conocer o hacer. La segunda es que permite una evaluación objetiva y útil que puede emplearse con todos los alumnos de la misma manera. La tercera es que su diseño, elaboración y aplicación toma poco tiempo. De acuerdo con Gagné las capacidades del sujeto que aprende se fundamentan unas sobre otras (Gagné, 1971).

Si la adquisición de determinadas capacidades se fundamenta en la posesión de otras, es posible entonces "actuar hacia atrás" respecto a cualquier objetivo de aprendizaje necesario como requisito previo; incluso es posible recorrer hacia atrás todo el camino hasta llegar al objetivo planteado. Este discurso presume que los individuos que demuestren competencias de aprendizaje en un determinado nivel, deberán estar preparados para el aprendizaje de un nivel inmediatamente superior conectado con el anterior, lo cual permite construir instrumentos de evaluación adecuados a cada caso.

Objetivo

Aplicar el uso de los esquemas de algoritmos apoyado en tarjetas como una estrategia didáctica en la enseñanza de la nomenclatura química inorgánica.

Metodología

En este trabajo se aplicó el uso de los esquemas de algoritmos y tarjetas en el proceso enseñanza-aprendizaje de la nomenclatura química inorgánica. La estrategia didáctica fue aplicada a veinte estudiantes del primer cuatrimestre de la Facultad de

Ciencias Químicas de la BUAP. Los estudiantes provienen de diferentes instituciones educativas.

Se dio inicio con la exploración de los conocimientos previos de los estudiantes, relacionados con la nomenclatura química inorgánica, a través de la aplicación de un cuestionario que consta de tres módulos. El módulo 1 consiste en identificar grupos funcionales a través de la fórmula del compuesto, en el módulo 2 se pide nombrar los compuestos y en el módulo 3 escribir la fórmula a partir del nombre del compuesto. Este cuestionario fue elaborado tomando en consideración que los alumnos cuentan con conocimientos sobre el tema. Finalmente se les aplicó una encuesta con preguntas relacionadas con la forma en que se les había impartido el tema de nomenclatura química inorgánica en cursos previos.

Examen diagnóstico

Módulo 1. Los compuestos químicos se encuentran clasificados en grupos funcionales, con base en el tipo de elementos que los constituyen. Relaciona las siguientes columnas:

- | | | |
|-----------------------------|--------------------------|------------------------|
| a. CsHSO_4 | <input type="checkbox"/> | Hidróxido |
| b. H_2S | <input type="checkbox"/> | Sal ternaria oxigenada |
| c. SnCl_2 | <input type="checkbox"/> | Óxido básico |
| d. CO_2 | <input type="checkbox"/> | Sal ácida |
| e. AlH_3 | <input type="checkbox"/> | Oxácido |
| f. H_3PO_4 | <input type="checkbox"/> | Hidruro metálico |
| g. MnO_2 | <input type="checkbox"/> | Sal binaria |
| h. $\text{Pt}(\text{OH})_4$ | <input type="checkbox"/> | Óxido ácido |
| i. K_2CrO_4 | <input type="checkbox"/> | Hidrácido |

Módulo 2. Escribe el nombre de las siguientes fórmulas químicas:

- CsHSO_3
- H_2S
- SnCl_2
- SeO_2
- CaH_2
- HClO
- CrO_2
- $\text{Zr}(\text{OH})_3$
- K_2CrO_4
- KHS
- $\text{Al}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$

Módulo 3. Escribe la fórmula química de las siguientes sustancias:

- Hidróxido cuproso
- Ácido selenhídrico
- Carbonato de calcio
- Anhídrido carbónico
- Fosfato ácido de potasio
- Ácido bromoso
- Cromato de potasio
- Fluoruro de cobalto(II)
- Cloruro de cobalto(III) hexahidratado
- Sulfato ácido de hierro(III)

Encuesta: Recopilación de opiniones de los alumnos

1. Menciona los factores que consideras influyeron en tu aprendizaje de la nomenclatura química inorgánica.

2. La forma en que te impartieron el tema de la nomenclatura química inorgánica fue:

- a) Excelente b) buena d) regular e) mala

3. Consideras que el aprendizaje de la nomenclatura química inorgánica es:

- a) fácil b) regular c) difícil

4. ¿Cuando te impartieron el tema se hizo referencia a varios compuestos de este tipo que son usados en la vida diaria?

5. ¿Tu profesor utilizó algún tipo de material didáctico?, si tu respuesta es sí, escribe cuál o cuáles.

6. ¿Cómo te gustaría que te enseñaran la nomenclatura química inorgánica.

Descripción de la estrategia

1. Se inició con información de lo que es un algoritmo y un fichero, cuáles son sus características, cómo se construyen, así como los beneficios que proporcionan.

2. Se proporcionó información, a través de un documento (Ciriano, 2007), de las características de los diversos compuestos inorgánicos a nombrar, como son: su composición, es decir, el número y tipos de átomos que los constituyen, los diversos grupos funcionales que los caracterizan, así como las reglas de nomenclatura establecidas por la IUPAC para nombrarlos y escribir su fórmula química. Los alumnos trabajaron el documento en equipos de cuatro personas, llevaron a cabo su análisis, con la finalidad de obtener la información necesaria para construir los esquemas de algoritmos y tarjetas.

3. Se construyeron tres esquemas de algoritmos, con los cuales es posible identificar si los compuestos son

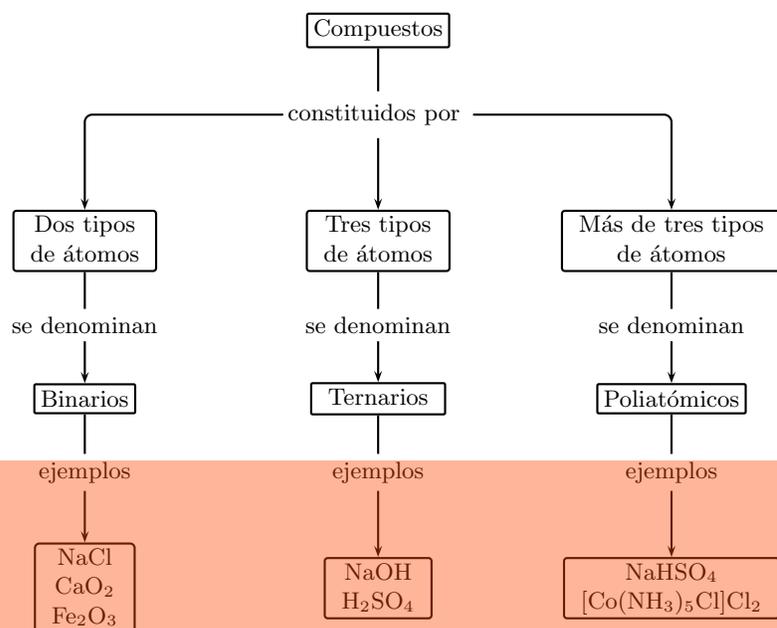


Figura 1. Esquema de algoritmo para la clasificación de los compuestos en binarios, ternarios y poliatómicos.

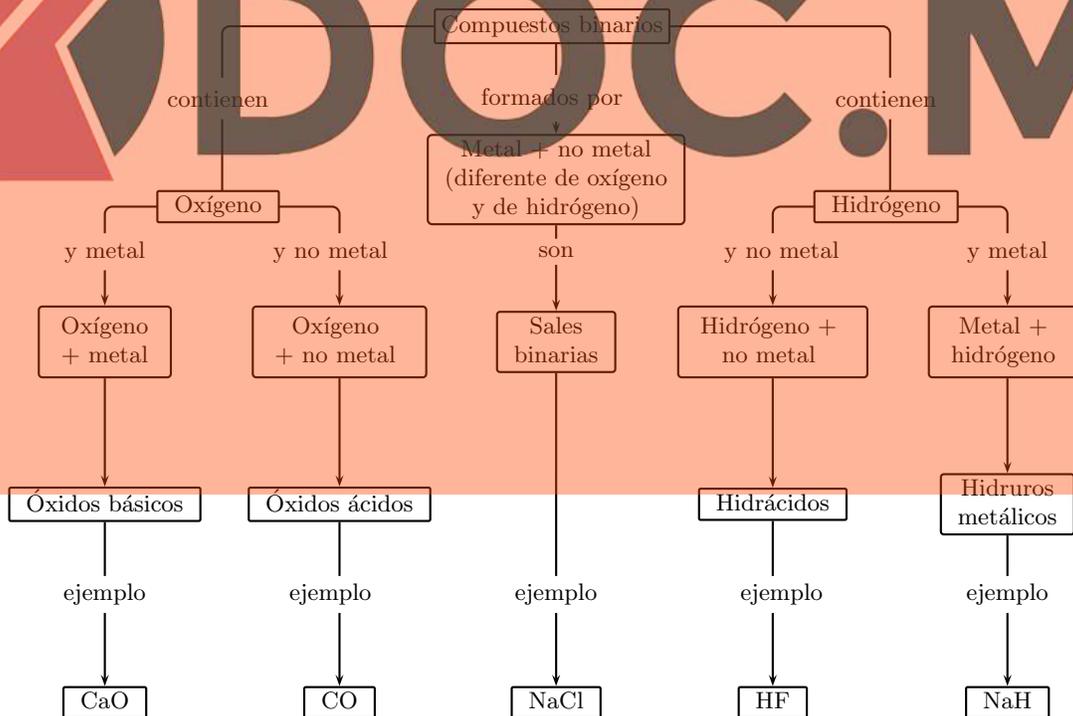


Figura 2. Esquema de algoritmo de los grupos funcionales de compuestos binarios.

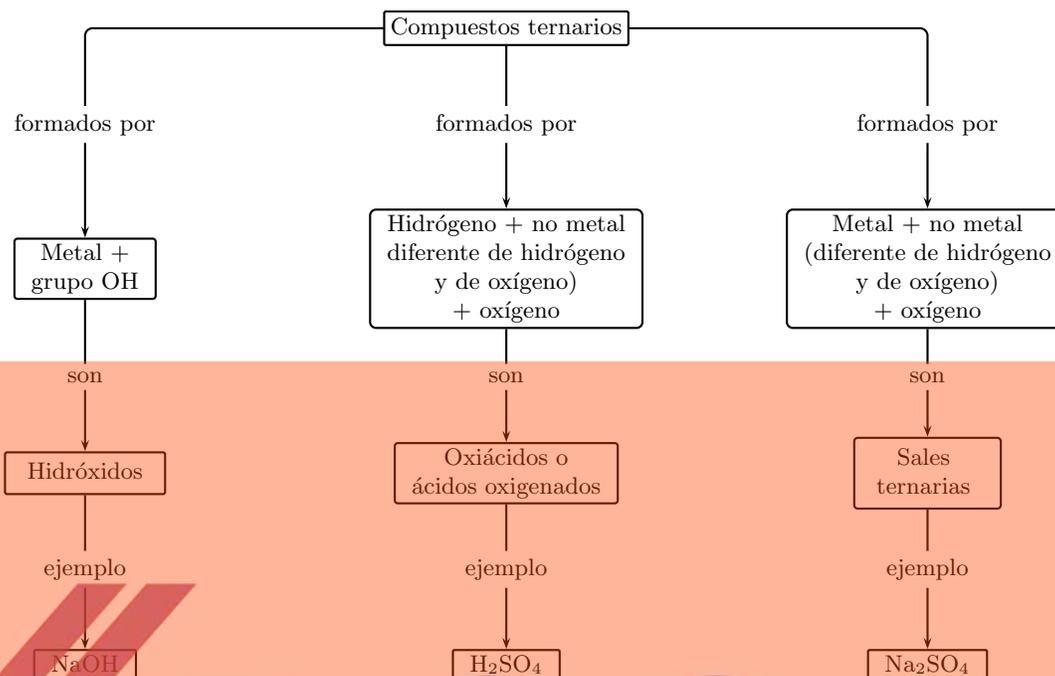


Figura 3. Esquema de algoritmo de grupos funcionales de compuestos ternarios.

binarios, ternarios o poliatómicos, y a qué grupo funcional corresponden cada uno de los compuestos en cuestión (figuras 1, 2 y 3).

4. Haciendo uso de las reglas de nomenclatura establecidas por la IUPAC, los estudiantes identificaron las propiedades estructurales de cada tipo de compuesto y elaboraron tarjetas, que contienen sus características de composición y estructurales, así como las reglas para nombrarlos y escribir sus fórmulas correctamente.

5. Los Esquemas de algoritmos y las tarjetas fueron utilizados para resolver una serie de ejercicios relacionados con el nombre y la fórmula de los compuestos. Esta actividad nos permite evaluar la eficacia del uso de los esquemas de algoritmos y las tarjetas, y al mismo tiempo el avance de cada uno de los estudiantes.

6. Finalmente, se aplicó el mismo examen que fue utilizado como diagnóstico de los conocimientos previos, en este caso sin que utilicen los esquemas de algoritmos y las tarjetas, con la finalidad de evaluar su avance en el conocimiento, comprensión y aplicación de las reglas de nomenclatura.

Ejemplo de una tarjeta:

NOMENCLATURA DE ÓXIDOS BÁSICOS (metal+oxígeno)

Para dar nombre a estos compuestos, se escribe el término ÓXIDO, la preposición DE, y a continuación el nombre del METAL seguido de su número de oxidación en romano y entre paréntesis.

CuO óxido de cobre(II)

Cu_2O óxido de cobre(I)

Ejemplo del tipo de ejercicios que los estudiantes resuelven

Escribir la fórmula de los compuestos formados al combinar los iones por intersección de filas y columnas.

	OH^{1-}	I^{1-}	H^{1-}	SO_4^{2-}	IO^{1-}	O^{2-}
Cu^{2+}	1	8	15	22	29	36
Ag^{1+}	2	9	16	23	30	37
Ni^{3+}	3	10	17	24	31	38
Pb^{4+}	4	11	18	25	32	39
Fe^{2+}	5	12	19	26	33	40
Fe^{3+}	6	13	20	27	34	41
Zn^{2+}	7	14	21	28	35	42

Escribir el nombre de cada uno de los compuestos formados de la combinación anterior:

- | | |
|-----------|-----------|
| 1. _____ | 22. _____ |
| 2. _____ | 23. _____ |
| 3. _____ | 24. _____ |
| 4. _____ | 25. _____ |
| 5. _____ | 26. _____ |
| 6. _____ | 27. _____ |
| 7. _____ | 28. _____ |
| 8. _____ | 29. _____ |
| 9. _____ | 30. _____ |
| 10. _____ | 31. _____ |
| 11. _____ | 32. _____ |
| 12. _____ | 33. _____ |
| 13. _____ | 34. _____ |
| 14. _____ | 35. _____ |
| 15. _____ | 36. _____ |
| 16. _____ | 37. _____ |
| 17. _____ | 38. _____ |
| 18. _____ | 39. _____ |
| 19. _____ | 40. _____ |
| 20. _____ | 41. _____ |
| 21. _____ | 42. _____ |

Resultados y discusión

Los resultados del análisis del examen diagnóstico se presentan a continuación, se resaltan los principales logros y dificultades encontrados después de analizar las respuestas al cuestionario diagnóstico aplicado.

Logros

- Identifican al elemento por su símbolo.
- Identifican si el elemento es metal o no metal.
- Muestran menos problemas para nombrar los compuestos binarios.
- Conocen algunas reglas de la nomenclatura química inorgánica.
- Toman en cuenta la electronegatividad de los elementos.

Dificultades

- Muestran dificultad en la determinación de los números de oxidación.
- Tienen problemas en la identificación de los grupos funcionales.
- Muestran mayor dificultad para escribir la fórmula química que para nombrar un compuesto.
- Confunden los ácidos ternarios con los binarios.
- Tienen dificultades en aplicar exactamente las reglas de nomenclatura.

El análisis de los resultados obtenidos del examen diagnóstico revela que los alumnos carecen de los conocimientos básicos necesarios para el aprendizaje del tema de la nomenclatura química inorgánica, muestran dificultad en la identificación de los grupos funcionales que caracterizan a los diferentes compuestos químicos y en consecuencia aplican

incorrectamente las reglas de nomenclatura, así como también presentan dificultades en la determinación de los números de oxidación de los elementos que constituyen la fórmula química, dando como resultado nombres incorrectos y fórmulas mal escritas.

Respuestas más comunes de los alumnos relacionadas con la forma en que se les había impartido el tema de nomenclatura química inorgánica en cursos previos:

- a) La estrategia utilizada por el profesor es considerada inadecuada.
- b) La realización de pocos ejercicios.
- c) La falta de uso de material didáctico.
- d) La falta de relacionar la nomenclatura oficial con compuestos de uso común.

Estos resultados revelan que muchos de los métodos tradicionales de enseñanza utilizados en instituciones universitarias no cubren las necesidades educativas de los estudiantes, dado que los alumnos presentan dificultades en la comprensión y aplicación de conceptos, en descubrir su pertinencia y en transferir conocimientos.

Aplicación de la estrategia

Los esquemas de algoritmos diseñados y las tarjetas, fueron aplicados a una serie de ejercicios en los cuales el estudiante primero construyó su fórmula correcta, identificó con ayuda de los algoritmos si el compuesto es binario o ternario y a qué grupo funcional corresponde y finalmente, con ayuda de las tarjetas, proporcionó el nombre correcto del compuesto. Para aprovechar bien este tipo de esquemas, cada estudiante debe tener copia de los esquemas de algoritmos, con los que trabaja constantemente hasta que aprende bien el procedimiento. En este proceso el alumno, a través del uso de los algoritmos y tarjetas, logró familiarizarse con los grupos funcionales y las reglas de nomenclatura química inorgánica.

Por último, se aplicó el mismo cuestionario utilizado en el diagnóstico de conocimientos previos, el cual fue contestado sin el uso de los esquemas de algoritmos y las tarjetas. Los cuadros 1, 2 y 3 muestran el número de alumnos que lograron respuestas correctas en la aplicación del examen diagnóstico antes y después de ser aplicada la estrategia.

Al comparar los resultados del examen diagnóstico aplicado antes y después de la estrategia, se observa que los resultados obtenidos son notablemente

Cuadro 1. Resultados comparativos del Módulo 1, antes y después de la implementación de la estrategia.

Identificación del grupo funcional del compuesto formulado.	No. alumnos con respuesta correcta antes de la implementación de la estrategia.	No. alumnos con respuesta correcta después de la implementación de la estrategia.
CsHSO ₄	—	15
H ₂ S	3	19
SnCl ₂	20	20
CO ₂	10	20
AlH ₃	—	19
H ₃ PO ₄	4	20
MnO ₂	2	20
Pt(OH) ₄	10	20
K ₂ CrO ₄	—	18

Cuadro 2. Resultados comparativos del Módulo 2, antes y después de la implementación de la estrategia.

Nombrar el compuesto	No. alumnos con respuesta correcta antes de la implementación de la estrategia.	No. alumnos con respuesta correcta después de la implementación de la estrategia.
CsHSO ₄	—	15
H ₂ S	4	18
SnCl ₂	16	20
CO ₂	11	20
AlH ₃	—	19
H ₃ PO ₄	4	20
MnO ₂	2	20
Pt(OH) ₄	10	20
K ₂ CrO ₄	—	18
KHS	—	18
Al(H ₂ PO ₄) ₃	—	19

Cuadro 3. Resultados comparativos del Módulo 3, antes y después de la implementación de la estrategia.

Escribir la fórmula química de las siguientes sustancias	No. alumnos con respuesta correcta antes de la implementación de la estrategia.	No. alumnos con respuesta correcta después de la implementación de la estrategia.
Hidróxido cuproso	3	16
Acido selenhídrico	2	16
Carbonato de calcio	7	20
Anhídrido carbónico	—	20
Fosfato ácido de potasio	—	18
Ácido bromoso	—	19
Cromato de potasio	—	18
Fluoruro de cobalto(II)	4	19
Cloruro de cobalto(III) hexahidratado	5	18
Sulfato ácido de hierro	—	17

mejores después de aplicar la estrategia, pues en este caso los alumnos logran identificar si el compuesto es binario, ternario o poliatómico, así como identificar con mayor acierto a qué grupo funcional corresponden, facilitando de esta manera la elección de las reglas de nomenclatura a aplicar y consecuentemente nombrar y escribir correctamente los compuestos químicos.

Conclusiones

La práctica de la utilización de esquemas de algoritmos apoyados con las tarjetas en las clases de química muestra que este método ayuda a los estudiantes a adquirir habilidades en la resolución de problemas en química. Para aprovechar bien este tipo de esquemas, cada estudiante debe tener copia del esquema de algoritmo, con el cual trabaja constantemente hasta que aprende bien el procedimiento. Otra tarea importante para los estudiantes es que deben elaborar sus propios esquemas de algoritmos del problema. Esta tarea les ayuda a comprender mejor cómo lograr la solución y muestra al profesor cómo es su progreso. Además, los estudiantes pueden elaborar sus propios esquemas de algoritmos de buena calidad y después el profesor puede discutir en grupo este trabajo, que sirve muy bien para el desarrollo de sus habilidades. El uso de tarjetas fue de gran utilidad debido a que los estudiantes, después de identificar al compuesto, recurren a consultar la información contenida en la tarjeta para dar su nombre correcto como lo establecen las reglas de nomenclatura.

Bibliografía

1. Chamizo, J. A., Enseñar lo esencial acerca de lo más pequeño, *Educación Química*, 7(1), pp.7-12, 1996.
2. Chang, R., *Química*, 4a. ed., McGraw-Hill, México, 1992, p.254-255.
3. Ciriano, M. y Roman, P., *Nomenclatura química inorgánica. Recomendaciones de la IUPAC de 2005*. Prensa universitaria de Zaragoza, 2007.
4. Driver, R, Guesne, E. y Tiberghien, A., *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia*, MEC, Morata, Madrid, 1989, pp.19-30 y 225-258.
5. Flores, F. y Gallegos, C. L., Preconceptions and relations used by children in the construction of food chains, *Journal of Research in Science Teaching*, 31(3), pp.259-272, 1994.
6. Bodroga, E. y Leong, D., *Herramientas de la mente, el aprendizaje en la infancia desde la perspectiva de Vygotsky*. Pearson Prentice Hall, México, 2004, pp.2-14.
7. Llórenis, M. J., *Comenzando a aprender química. Ideas para el diseño curricular*, Aprendizaje Visor, España, 1991.
8. Orlik, Y. *Using schemes-algorithms for solving chemical problems*. 14th Biennial Conference on Chemical Education, Clemson, p.51, 1996.
9. Orlik, Y. *Química. Métodos Activos de Enseñanza Aprendizaje*. Grupo Editorial Iberoamérica, México, 2002. pp.224-227.
10. Pozo, J. I., Gómez Crespo, M.A., Limón, M., Sanz Serrano, A., *Procesos cognitivos en la comprensión de las ciencias: las ideas de los adolescentes sobre la química*, CIDE, Madrid, 1991.
11. Whitten, K. W; Davis, R. E. y Peck, M. L. *Química General*. Quinta edición, Ed. Mc Graw Hill, España, 1998.