

## Los niveles de representación como criterio de selección para textos escolares de química

*Levels of representation as a selection criterion for Chemistry school textbooks*

Luisa Fernanda Toro Rodríguez<sup>1</sup> y Francisco Javier Ruiz Ortega<sup>1</sup>

### Resumen

Este artículo aborda la importancia de considerar los niveles de representación como criterio para seleccionar el texto escolar como herramienta de apoyo para la enseñanza de la química. La metodología utilizada en la investigación es de carácter exploratorio, basada en el análisis documental de 6 textos que fueron analizados por medio de la aplicación de las rúbricas de (Caamaño Ros, 2014; Gómez Mora, 2019; Valladares et al., 2001). El análisis de los resultados evidencia obstáculos como la deficiencia en las representaciones de orden microscópico, la relevancia que se da al nivel simbólico, sin articularlo con otros niveles o con un lenguaje que permita el acercamiento a este nivel. Como sugerencia se propone una rúbrica que expone criterios de orden conceptual y metodológico que orientaría a cada docente a seleccionar un buen texto escolar.

**Palabras clave:** niveles de representación, reacciones químicas, textos escolares, enseñanza y aprendizaje.

### Abstract

This article addresses the importance of considering the levels of representation as a criterion for selecting the school text as a support tool for the teaching of chemistry. The methodology used in the research is exploratory in nature, based on the documentary analysis of 6 texts that were analyzed through the application of the rubrics of (Caamaño Ros, 2014; Gómez Mora, 2019; Valladares et al., 2001). The analysis of the results evidences obstacles such as the deficiency in the representations of microscopic order, the relevance given to the symbolic level, without articulating it with other levels or with a language that allows the approach to this level. As a suggestion, a rubric is proposed that exposes conceptual and methodological criteria that would guide each teacher in the selection of a good school text.

**Keywords:** levels of representation, chemical reactions, school textbooks, teaching and learning.

### CÓMO CITAR:

Toro Rodríguez, L. F., y Ruiz Ortega, F. J. (2024, julio-septiembre). Los niveles de representación como criterio de selección para textos escolares de química. *Educación Química*, 35(3). <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2024.3.87229>

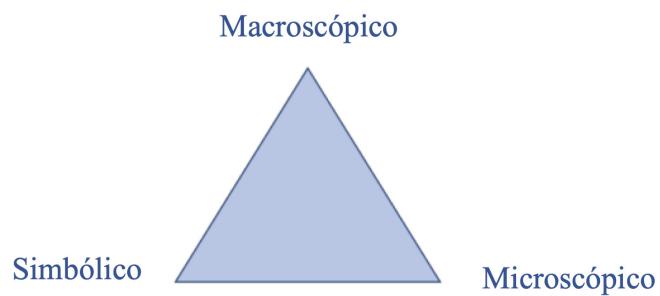
<sup>1</sup> Universidad de Caldas Colombia.

## Introducción

La investigación sobre los textos escolares ha evidenciado que éstos, deben ser vistos como recursos diseñados para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje, dado que desempeñan una función fundamental al apoyar la comunicación del conocimiento científico en el entorno educativo, al tiempo que reflejan las perspectivas y enfoques académicos respaldados por los docentes (Lombardi, 2009). De igual manera, se ha señalado que, para aportar a una buena enseñanza, desde el uso de los textos escolares, es necesario que cada docente realice una adaptación crítica de los materiales y herramientas educativas que definen la intencionalidad de la clase y determinan los temas, estrategias y metodología para abordar un contenido (Gómez Mora, 2019). A pesar de ello, las investigaciones en este contexto temático señalan que los docentes siguen seleccionando los textos escolares desde la organización y estructuración del contenido, los elementos gráficos, que sean llamativos y se relacionen con el texto, la exemplificación con diversas actividades y que el texto tenga una buena relación precio – calidad (Bezanilla & Villa, 2006), dejando a un lado la comprensión rigurosa y profunda de criterios de naturaleza histórica o epistemológica de los conceptos que se esperan comunicar y aprender por parte de los estudiantes. Sumado a lo anterior, se tienen investigaciones que han focalizado su preocupación sobre la información limitada de los conceptos y fenómenos químicos que se representa de manera tradicional (Tejada et al., 2015) situación que sin duda repercute en el aprendizaje de los estudiantes (Setyowati & Sutrisno, 2020).

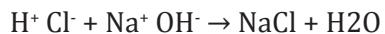
Precisamente, este estudio, exploratorio, intenta develar las dificultades que se tienen en relación con el lenguaje y los niveles de representación utilizados para comunicar el tema reacciones químicas. La decisión de establecer como eje de discusión los niveles de representación, se sustenta en aceptar que: potenciar en el aula aprendizajes profundos en nuestros estudiantes, parte de una comprensión profunda sobre las diferentes maneras de representar un concepto (López et al., 2007) y de la posibilidad que se da a los estudiantes para transitar entre los niveles macro, micro y simbólico como escenarios de representación conceptual necesarios para los aprendizajes.

Desde la perspectiva de Johnstone (1993), son tres los niveles que se entrelazan para mejorar la comprensión de las ciencias naturales: el nivel macroscópico correspondiente a las percepciones sensoriales, el nivel microscópico a través del cual se explica de manera iónica, atómica y molecular; lo que se percibe en el nivel macroscópico y el nivel simbólico hace referencia a los modelos, ecuaciones y fórmulas que se utilizan para representar los otros dos niveles. Estos se representan de manera conjunta en un triángulo, donde cada esquina corresponde a uno de estos niveles (Santos & Arroio, 2016), como se representa en la figura 1.



**FIGURA 1.** Niveles de representación de la química (Johnstone, 1993, p.703).

Un ejemplo de lo anterior es la representación de una reacción de neutralización con un montaje de titulación, en el cual a nivel macroscópico se evidencia que ocurre una reacción química entre el ácido clorhídrico y el hidróxido de sodio porque se puede observar el cambio de pH siguiendo la lectura de esta propiedad con un pHmetro o utilizando un indicador como la fenolftaleína que cambia de incoloro a rosa a medida que avanza la reacción, este cambio se hace evidente debido a que a nivel microscópico tanto el ácido como la base en medio acuoso están disociadas en iones, y cuando entran en contacto los aniones cloruro con los iones de sodio forman cloruro de sodio, y los cationes de hidrógeno con los aniones hidroxilo forman agua, por lo tanto hay un aumento en el pH debido a la disminución de los iones de hidrógeno del ácido que pasaron a hacer parte de las moléculas de agua y esta reacción a la vez se representa a nivel simbólico por medio de la siguiente ecuación:



La literatura sobre el tema de las representaciones indica que han sido objeto de estudio en diversas áreas de las ciencias naturales, con un enfoque particular en la química, convirtiéndolos en un componente esencial de la enseñanza y el aprendizaje de este campo (Caamaño, 2001). En este mismo sentido se señala que, el uso inapropiado de las relaciones entre los vértices de este triángulo puede dar lugar a dificultades en el interés y la comprensión por parte de los estudiantes, como sugiere (Caamaño Ros, 2014). En definitiva, los niveles de representación son especialmente importantes porque a menudo los estudiantes enfrentan dificultades para entender conceptos, fórmulas químicas y aspectos matemáticos, así como para relacionar estos componentes con sus experiencias sensoriales y conocimientos adquiridos de manera empírica (Ordaz González & Mostue, 2018).

Otro elemento que es importante mencionar y que fue parte constitutiva de esta investigación se vincula con las relaciones de cooperación y de especialización que podrían ser orientadoras a la hora de analizar los niveles de representación. Una relación de cooperación está constituida por lenguajes con elementos de similitud que comunican el mismo significado, es decir cumplen la misma función y una relación de especialización contribuye a enriquecer un mismo concepto partiendo de lenguajes que realizan funciones distintas (Marquez et al., 2003).

Esta investigación, de carácter exploratorio, intenta, desde el análisis de los diferentes niveles de representación de la química, identificar, en primer lugar, posibles dificultades al utilizar dichos niveles como herramienta de comunicación del concepto reacciones químicas en los textos escolares utilizados para la enseñanza de la química, y en segundo lugar, proponer posibles criterios de análisis de los niveles de representación con el fin de establecer los lineamientos con los que se van a analizar las representaciones de las reacciones químicas en los textos escolares.

## Metodología

Esta investigación, de carácter exploratorio, intenta, desde el análisis de los diferentes niveles de representación de la química, identificar, en primer lugar, posibles dificultades al utilizar dichos niveles como herramienta de comunicación del concepto reacciones químicas en los textos escolares utilizados para la enseñanza de la química, y en segundo lugar, proponer posibles criterios de análisis de los niveles de representación con el fin de establecer los lineamientos con los que se van a analizar las representaciones de las reacciones químicas en los textos escolares.

Para lograr dichos objetivos, se analizaron 6 textos escolares seleccionados luego de una encuesta realizada a 15 docentes de instituciones públicas de la ciudad de Pereira - Colombia, en la cual los docentes debían proporcionar el nombre de los textos que utilizaban en sus clases, para la enseñanza del tema de reacciones químicas en grado décimo. De los 18 textos que afirmaron utilizar, se eligieron los que fueron más comunes: Hipertexto 1 de la editorial Santillana, Química de la editorial Mc Graw Hill, Hola química de la editorial Susaeta, Exploraremos la química la editorial Prentice Hall, Química + Aprendizaje + Vida de la editorial Pearson, y se seleccionó también el objetivo digital de aprendizaje “¿Cuál es el significado de los coeficientes estequiométricos en las ecuaciones químicas?” de la capsula educativa “De que esta hecho todo lo que nos rodea” del material de Colombia aprende por ser un texto escolar propio del Ministerio de Educación Nacional.

Posteriormente para identificar los obstáculos que se tienen en relación con el lenguaje y los niveles de representación utilizados para comunicar el tema reacciones químicas, se hizo un análisis de contenido y se aplicó una adaptación de la propuesta de (Caamaño Ros, 2014; Gómez Mora, 2019; Valladares et al., 2001), que consiste en clasificar las representaciones tanto para el lenguaje gráfico como para el lenguaje escrito en cada nivel de representación, para luego caracterizar el lenguaje principal en cada una de ellas, dónde las características del lenguaje pueden ser: disciplinar, disciplinar-cotidiano, cotidiano-disciplinar o cotidiano, y a partir del análisis de las representaciones evidenciar posibles obstáculos.

Una vez identificados los obstáculos se realizó una discusión crítica que permitió construir una rúbrica de apoyo a los docentes para la selección de los textos escolares sustentada en criterios aplicados al lenguaje y los niveles de representación.

## Resultados y discusión

Como se mencionó en la sección de la metodología, se aplicó una adaptación de la propuesta de Caamaño Ros, 2014; Gómez Mora, 2019; Valladares et al., 2001, la cual permitió identificar las representaciones correspondientes a cada vértice del triángulo de Johnstone, las características del lenguaje y los obstáculos, tanto para el lenguaje gráfico como para el lenguaje escrito. El resumen de los resultados se presenta en la tabla 1.

Se seleccionó la unidad correspondiente al tema de reacciones químicas en cada texto y se analizaron en total 216 representaciones gráficas correspondientes en un 40% al nivel macro, 14% al nivel micro, 27% al nivel simbólico y el porcentaje restante corresponde a combinaciones entre los niveles, y 210 representaciones en el componente escrito, correspondientes a bloques de texto compuestos principalmente por representaciones simbólicas con un 41%, representaciones macro con un 18%, representaciones micro con un 6% y el porcentaje restante corresponde a combinaciones entre los niveles.

La rúbrica anterior distingue dos aspectos fundamentales en el lenguaje. Por un lado, el lenguaje disciplinar, que se enfoca el uso de expresiones propias de la química, utilizando términos técnicos y precisos destinados a expertos en el tema. Por otro lado, contempla el lenguaje cotidiano, más flexible y comprensible para un público general con diversos conocimientos adquiridos de manera sensorial.

**TABLA 1.** Resumen de los resultados obtenidos del análisis de los textos. Nota: Ma: macroscópicos, Mi: Microscópico, S: simbólico, D: disciplinario, D.C: disciplinario – cotidiano, C.D: cotidiano – disciplinario, C: cotidiano.

| Obstáculo                            | Textos en los que se identifica el obstáculo |   |   |   |   |   | Niveles de representación en los que se identifica el obstáculo |    |   |       |      |      |         | Lenguaje en el que se identifica el obstáculo |     |     |   |   |     |     |   |
|--------------------------------------|--|---|---|---|---|---|---|----|---|-------|------|------|---------|---|-----|-----|---|---|-----|-----|---|
|                                      | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Ma  | Mi | S | Ma.Mi | Ma.S | Mi.S | Ma.Mi.S | D   | D.C | C.D | C | D | D.C | C.D | C |
| <b>Subutilización explicativa</b>    | x  | x |   |   |   |   | x   |    |   |       |      |      |         | x   | x   |     |   |   |     |     |   |
| <b>Brecha lingüística</b>            | x  | x | x | x |   | x | x   | x  |   |       |      |      |         | x   |     |     | x | x |     |     |   |
| <b>Imprecisión en el lenguaje</b>    | x  | x | x |   |   | x | x   |    |   |       |      |      |         | x   |     |     |   | x |     |     |   |
| <b>Representaciones fragmentadas</b> | x  | x |   | x |   |   |   |    |   | x     | x    | x    | x       |   |     |     |   | x |     |     |   |
| <b>Deficiencia microscópica</b>      | x  | x | x | x | x | x |   | x  |   | x     |      | x    | x       |   |     |     |   | x |     |     |   |
| <b>Nivel desarticulado</b>           | x  | x | x | x |   | x |   | x  |   |       |      |      |         | x   |     |     |   | x |     |     |   |

La distinción entre el lenguaje disciplinario y el cotidiano radica en que el primero se centra en términos especializados, aunque ocasionalmente pueda incorporar expresiones de uso común (Disciplinar-cotidiano). En contraste, el segundo se basa principalmente en el lenguaje habitual, aunque ocasionalmente pueda incluir términos propios de una disciplina específica (Cotidiano-disciplinario).

En el contexto educativo, se producen interacciones entre las representaciones y el lenguaje utilizado para enseñar un fenómeno o concepto, esto ocasiona la coexistencia de los dos lenguajes mencionados anteriormente con diferentes representaciones que si bien, pueden potenciar los procesos de enseñanza y aprendizaje, también pueden generar dificultades, ocasionadas por algunos obstáculos como los que se presentan a continuación:

### Obstáculo 1: subutilización explicativa

Se refiere a la utilización de representaciones gráficas, generalmente a nivel macroscópico, que carecen de un propósito claro en el contexto del texto.

En algunos casos como en los textos 3 y 5 el lenguaje gráfico no supera el 13% y en otros textos como en el 1 y el 2, las gráficas son abundantes, pero no es claro el objetivo de la presencia de la imagen en el texto, porque no hay una relación con el lenguaje escrito, como se puede observar en la figura 2.

#### 2.2.7 Reacciones reversibles

Son aquellas reacciones que se realizan simultáneamente en los dos sentidos. Es decir, a medida que se forman los productos, estos reaccionan entre sí para formar nuevamente los reactivos (figura 25). Con ello, se crea una situación de **equilibrio químico** en la cual el flujo de sustancia en ambos sentidos es similar. Este tipo de reacciones se representa con dos medias flechas, que separan los reactivos de los productos. Por ejemplo:

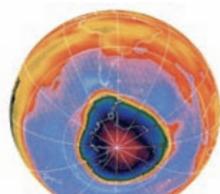


Figura 25. Un ejemplo de reacción reversible se presenta durante la formación de la capa de ozono que protege la tierra de la intensidad de los rayos UV del sol.

La figura representa una reacción reversible, que es la formación de la capa de ozono, sin embargo, no hay una asociación clara de la imagen con el texto.

**FIGURA 2.** Ejemplificación del obstáculo 1.

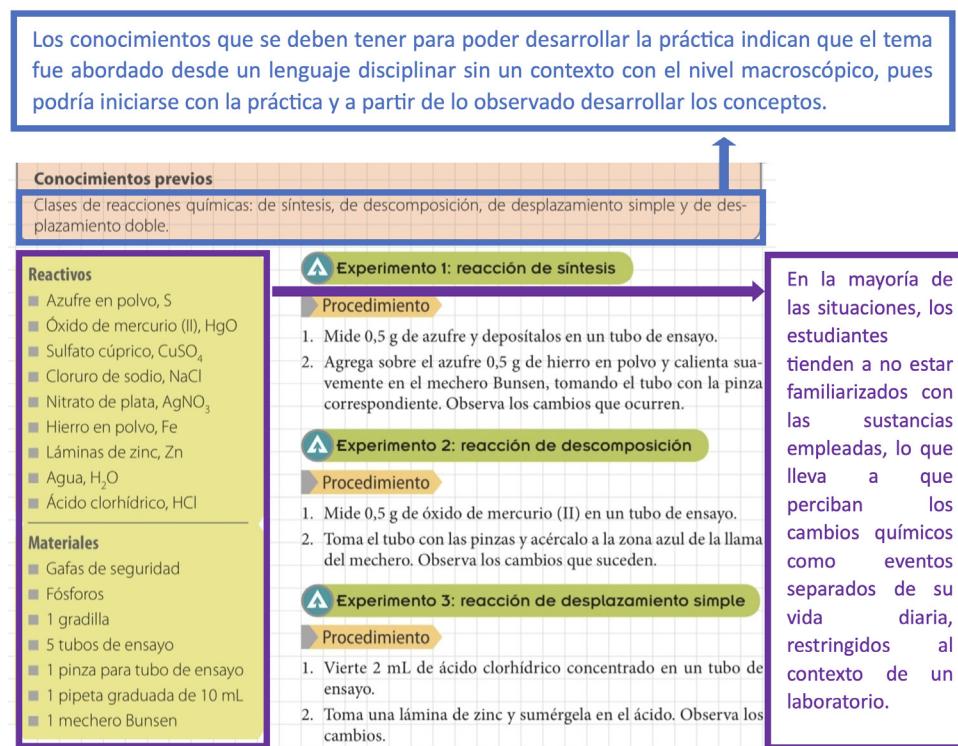
#### 2.2.8 Reacciones irreversibles

En este caso, los reactivos reaccionan completamente para convertirse en los productos, sin la posibilidad de que estos originen nuevamente los reactivos (figura 7). La reacción se termina cuando se agota al menos

### Obstáculo 2: brecha lingüística

Se refiere a una primera descripción o explicación de un fenómeno que está distante del uso del lenguaje común. La manifestación de esta dificultad se puede observar en los textos a través de la elección del lenguaje empleado para abordar el tema y el nivel de profundidad con el que se presenta la introducción al mismo.

En los textos 1, 2 y 3 la característica del lenguaje que predomina es la disciplinar, dando la impresión de que el tema es tratado sin hacer una transición recurrente entre lo que es conocido por el estudiante y el fenómeno que se quiere representar. Por el contrario, los textos: 4, 5 y 6 se acercan al componente macroscópico desde un lenguaje con características cotidianas o muy cercanas a la cotidianidad, no obstante, las prácticas de laboratorio propuestas involucran condiciones del lenguaje disciplinar muy propias de los laboratorios químicos, a continuación, se exemplifica esta situación en la figura 3.



**FIGURA 3.** Ejemplificación del obstáculo 2.

### Obstáculo 3: imprecisión en el lenguaje

Se refiere a una expresión que se utiliza para explicar un concepto y que puede ser interpretada de múltiples maneras. Se identifica en los textos con la presencia de términos que tienen significados distintos según el contexto y no se hace claridad frente al significado que tienen en el tema.

Esta dificultad, se observa en el texto 1 para el lenguaje gráfico y en los textos 2 y 3 para el lenguaje escrito, un ejemplo de este obstáculo se evidencia en el texto 3, en el que se utiliza la palabra “completa” como sinónimo de una ecuación balanceada e “incompleta” como un término correspondiente a una ecuación sin balancear, occasionando una ambivalencia porque se podría interpretar como que una reacción “completa” es aquella en la cual todos los reactivos pasan a ser productos y una reacción “incompleta” cuando quedan reactivos sin reaccionar. A demás se identificaron imprecisiones del lenguaje “graves” que se exemplifican en para cada tipo de lenguaje en las figuras 4 y 5.



Si no se indican los estados físicos de los reactivos y productos, una persona no informada podría intentar llevar a cabo esta reacción mezclando KBr sólido con AgNO<sub>3</sub> sólido. Estos sólidos reaccionarían en forma muy lenta o no lo harían. Si se analiza el proceso en un microscopio se puede comprender que para formar un producto como el bromuro de plata, los iones Ag<sup>+</sup> y los iones Br<sup>-</sup> deben estar en contacto. Sin embargo, en el estado sólido estos iones tienen muy poca (Se bien, en el microscopio se puede observar que las sustancias en estado sólido reaccionan lentamente, el texto hace parecer que los iones son observables en el microscopio.)

**FIGURA 4.** Ejemplificación del obstáculo 3 para el lenguaje escrito.

Si bien, en el microscopio se puede observar que las sustancias en estado sólido reaccionan lentamente, el texto hace parecer que los iones son observables en el microscopio.

Responde: ¿El agua pura y el agua oxigenada son la misma sustancia? Justifica tu respuesta.



Las etiquetas de los reactivos presentados no corresponden a las sustancias de la pregunta, por lo tanto, se genera la inquietud ¿Qué sustancias son las que se deben comparar? Y además no menciona la concentración de uno de los ácidos, información que también es relevante.

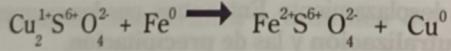
**FIGURA 5.** Ejemplificación del obstáculo 3 para el lenguaje gráfico.

#### Obstáculo 4: representaciones fragmentadas

Consiste en priorizar un nivel de representación diferente para cada tipo de reacción química que se presenta en un mismo texto, sin articular este nivel con los otros dos, lo cual, imposibilita la comprensión completa de lo que se quiere comunicar. Este obstáculo se evidenció en tres de los textos analizados ya que presentan las reacciones de óxido reducción desde el nivel microscópico y luego se prioriza el nivel simbólico sin articular las representaciones anteriores con el nivel macroscópico, mientras que otro tipo de reacciones como las de precipitación o neutralización se abordan desde el componente macroscópico y luego se prioriza el nivel simbólico sin articular los conceptos con el nivel microscópico. Lo anterior se ejemplifica en la figura 6.

**1.2.4 Reacción de óxido-reducción (o redox).** En esta reacción, algunos elementos cambian su estado de oxidación (número de oxidación) al pasar de reactante a producto. Este cambio se debe a los electrones ganados o perdidos por las sustancias en el proceso. Observa la siguiente ecuación:

Se aborda este tipo de reacción desde el nivel microscópico.



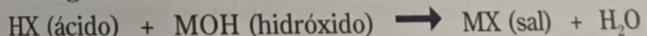
Para las reacciones redox, falta conexión con el nivel macro.

**Reacciones de precipitación.** En ésta se produce una sustancia que no es soluble en el medio de la reacción y se forma un precipitado.

Se aborda este tipo de reacción desde el nivel macroscópico.

En ambos casos, no se establecen conexiones precisas entre lo macro y lo micro.

**Reacciones de neutralización.** Son aquellas que ocurren entre una sustancia ácida y una básica para producir una sal y agua. La ecuación general es:



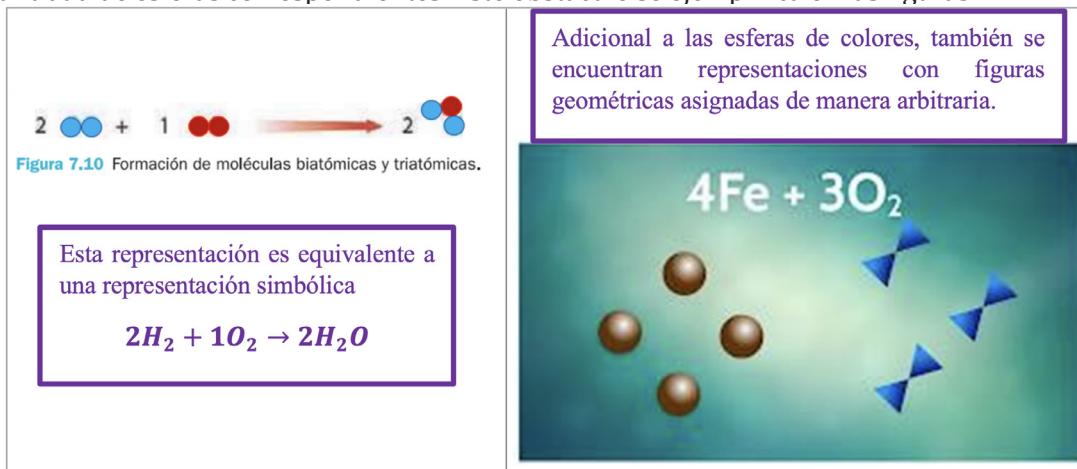
Para las reacciones de neutralización y precipitación falta conexión con el nivel micro.

**FIGURA 6.** Ejemplificación del obstáculo 4.

## Obstáculo 5: deficiencia microscópica

Se refiere a la falta de importancia otorgada a lo que sucede a nivel de partículas en una reacción química. Esto está relacionado con la elección de los modelos utilizados para representar el nivel microscópico.

En los 6 textos analizados, el modelo de Dalton es el que representa la microscopía de las reacciones para el lenguaje gráfico, sin embargo, este modelo puede ser interpretado como una representación simbólica alternativa, puesto que los símbolos son letras asociadas a cada elemento y a partir de ellas se crea una fórmula química que refleja la cantidad correspondiente de átomos en una molécula. De manera análoga, se asignan colores a las esferas que representan los átomos y a partir de ellas se construyen las moléculas con la cantidad de esferas correspondientes. Este obstáculo se exemplifica en las figuras 7.



**FIGURA 7.** Ejemplificación del obstáculo 5.

## Obstáculo 6: nivel desarticulado

Se refiere a la tendencia de priorizar uno de los niveles de representación, típicamente el simbólico, sin establecer conexiones adecuadas con los otros dos niveles. En la figura 8, se presenta un ejemplo para este obstáculo.

### 2.2.4 Reacciones de doble descomposición

Se presentan cuando las sustancias reaccionantes se disocian en solución acuosa, dando lugar a pares de iones, los cuales a su vez, reaccionan entre sí para formar sustancias nuevas, más estables.

Veamos la siguiente reacción:



En este proceso ocurren simultáneamente dos reacciones:

- a)  $\text{NaCl}_{(\text{ac})} \longrightarrow \text{Na}_{(\text{ac})}^+ + \text{Cl}_{(\text{ac})}^-$  y
- b)  $\text{CaSO}_{4(\text{ac})} \longrightarrow \text{Ca}_{(\text{ac})}^{2+} + \text{SO}_{4(\text{ac})}^{2-}$

A lo largo de los textos, se observa la cantidad de reacciones que se presentan de manera simbólica y muchas de ellas no se asocian a los otros dos niveles.

**FIGURA 8.** Ejemplificación del obstáculo 6.

## Propuesta de una rúbrica orientadora para la selección de textos escolares de química:

Los obstáculos anteriores permitieron identificar el propósito de la rúbrica que se va a construir, y es determinar la aceptabilidad de un texto escolar para ser utilizado como herramienta de apoyo en la comunicación del tema de reacciones químicas.

Con base en los obstáculos 3 y 4 se propone el primer criterio para la rúbrica, **establece relaciones intermodales entre los tres niveles**, este criterio evalúa las relaciones de cooperación para exemplificar, conectar o vincular los conceptos desde las diferentes formas de representación y las de especialización para dar información complementaria que amplie, extienda o realce las características del concepto comunicado. (Kress et al., 2001), entre el lenguaje escrito, el lenguaje gráfico y las representaciones en cada nivel, en consecuencia, el lenguaje gráfico debe contar con un propósito definido y relacionarse con el lenguaje escrito cuando este se presenta por medio de relaciones de cooperación, para, entre otras cosas exemplificar la definición básica de una reacción, conectar los conceptos con el lenguaje escrito y posibilitar una mejor compresión del significado. También deben estar presentes las relaciones de especialización teniendo en cuenta que cada nivel enriquece el concepto de reacción química y ninguno debe obviarse.

El criterio dos, **incluye actividades experimentales contextualizadas, vinculando lo disciplinar y lo cotidiano**, surge como respuesta a los obstáculos 5 y 6, y determina el acercamiento a la temática desde el componente macroscópico utilizando un lenguaje con características cotidianas – disciplinares y sensoriales, por medio de las actividades experimentales que se consideran como un elemento de conexión entre los tres niveles de representación, ya que promueven una comprensión holística y significativa del tema (Vallejo, 2017).

El último criterio, **utiliza un lenguaje cercano al lenguaje cotidiano que va involucrando aspectos disciplinarios como la simbología química**, responde a los obstáculos 1 y 2 por medio de la evaluación de las características del lenguaje, la claridad de este y la secuencia de las representaciones, iniciando por lo macroscópico, que permite el acercamiento al tema por medio de lo tangible, luego lo microscópico y posteriormente la articulación de estos dos niveles por medio de la simbología (Taber, 2009).

**TABLA 2.** Rubrica para la selección de textos escolares.

| Criterio  | Características  | Nivel de aceptabilidad  |
|---|--|---|
| Establece relaciones intermodales entre los tres niveles.                                     | <p>Las explicaciones en el lenguaje escrito se complementan de manera efectiva con las representaciones simbólicas y gráficas presentadas.</p> <p>Las fórmulas químicas que se presentan están relacionadas con los conceptos subyacentes.</p>   | <p><b>Alto:</b> hay relaciones de cooperación y especialización entre el lenguaje escrito, el lenguaje gráfico y los niveles de representación.</p> <p><b>Medio:</b> hay relaciones de cooperación o especialización entre el lenguaje escrito, el lenguaje gráfico y los niveles de representación.</p> <p><b>Bajo:</b> no hay relaciones de cooperación y especialización entre el lenguaje escrito, el lenguaje gráfico y los niveles de representación.</p> |
| Incluye actividades experimentales contextualizadas, vinculando lo disciplinar y lo cotidiano | <p>Las actividades experimentales utilizan sustancias conocidas por los estudiantes y se relacionan las observaciones con lo que ocurre a nivel microscópico y simbólico.</p> <p>Las actividades experimentales, además de permitir observar macroscópicamente la reacción química, muestran el uso o la aplicación que tienen las reacciones químicas en la vida cotidiana.</p> | <p><b>Alto:</b> Todas las actividades experimentales que incluye se encuentran contextualizadas y permiten la conexión con los niveles micro y simbólico.</p> <p><b>Medio:</b> Incluye actividades experimentales contextualizadas que permiten la conexión con los niveles micro y simbólico.</p> <p><b>Bajo:</b> No incluye actividades experimentales que posibiliten la relación con los niveles micro y simbólico.</p>                                     |

|  |  |  |
|--|--|--|
| Utiliza un lenguaje cercano al lenguaje cotidiano que va involucrando aspectos disciplinares como la simbología química. | <p>El lenguaje es claro y preciso para describir los conceptos químicos de manera verbal, ya que se utiliza gran nivel de detalle en los conceptos y analogías, hay un enfoque en lo esencial y se evidencia contextualización.</p> <p>El tema se comunica con un lenguaje cercano a los estudiantes y se va integrando la simbología química.</p> | <p><b>Alto:</b> siempre capta la atención del lector por medio de un lenguaje cercano al cotidiano e involucra el lenguaje disciplinar.</p> <p><b>Medio:</b> en algunas ocasiones capta la atención del lector por medio de un lenguaje cercano al cotidiano e involucra el lenguaje disciplinar.</p> <p><b>Bajo:</b> no capta la atención del lector por medio de un lenguaje cercano al cotidiano e involucra el disciplinar, sino que privilegia el lenguaje abstracto.</p> |
|--|--|--|

Al aplicar la rúbrica anterior a los 6 textos analizados inicialmente se obtiene que, para los textos 1 y 2 el nivel de aceptabilidad es medio – bajo – bajo con respecto a cada nivel, para el texto 3 se obtiene un nivel medio – bajo – medio, para los textos 4 y 6 medio – medio – medio y para el texto 5 alto – medio – alto.

## Conclusiones

Los obstáculos identificados en los textos permiten concluir, que, si bien, son textos multi representacionales, presentan dificultades en cuanto a la articulación de las representaciones, debido a que enfocan el lenguaje a una característica disciplinar y privilegian el nivel simbólico, mostrando las reacciones desde una fórmula química, no desde la funcionalidad que tiene en un contexto cercano al estudiante, también se lograron identificar algunos errores conceptuales en los textos.

En relación con el lenguaje gráfico y el lenguaje escrito, los textos, de manera general, establecen muy pocas relaciones de especialización y cooperación, esto limita el potencial que tendrían las representaciones, especialmente las gráficas, para comunicar el concepto de reacción química más allá de una definición básica.

Los criterios establecidos para la rúbrica como instrumento de selección de textos escolares permiten evaluar la relación entre los niveles de representación y el lenguaje utilizado en el texto, por medio del análisis del complemento en las diferentes representaciones para explicar el tema, la contextualización de las actividades experimentales y el uso de un lenguaje que incluya gran nivel de detalle en los conceptos con términos más accesible al estudiante, analogías con situaciones cotidianas para hacer los conceptos más comprensibles, y esto atrape al estudiante y lo lleve a la alfabetización química.

Como recomendación, se sugiere que los docentes de química utilicen los criterios de análisis propuestos como una herramienta para seleccionar textos escolares que faciliten la comprensión de las reacciones químicas. Esto puede mejorar significativamente la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de la química en el aula.

## Referencias

- Bezanilla, M. J., & Villa, A. (2006). Criterios prioritarios señalados por los profesores a la hora de seleccionar un libro de texto. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 1, 131-145.
- Caamaño, A. (2001). La enseñanza de la química en el inicio del nuevo siglo: una perspectiva desde España. *Educación Química*, 12(1), 7-17.

- Caamaño Ros, A. (2014). La estructura conceptual de la química: realidad, conceptos y representaciones simbólicas. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 78, 7-20. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=4847541>
- Gómez Mora, Y. (2019). Caracterización de las representaciones elaboradas por estudiantes del programa de licenciatura en química sobre las propiedades de la materia. En *Universidad pedagógica nacional* (Vol. 8, Número 5). Universidad pedagógica nacional.
- Johnstone, A. H. (1993). *The Development of Chemistry Teaching. A Changing Response to Changing Demand.*
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J., & Tsatsarelis, C. (2001). *Multimodal Teaching and Learning: The Rhetorics of the Science Classroom.*
- Lombardi, G. (2009). *Las representaciones pictóricas como problema de aprendizaje. el caso de equilibrio químico.*
- López, R., Saldarriaga, J. A., & Tamayo, O. E. (2007). Análisis de libros de texto de química. *Revista latinoamericana de estudios educativos*, 3, 61-86.
- Marquez, C., Espinet, M., & Izquierdo, M. (2003). Comunicación multimodal en la ciencia: el ciclo del agua. *Enseñanza de las ciencias*, 371-386.
- Ordaz González, G. J., & Mostue, M. B. (2018). Los caminos hacia una enseñanza no tradicional de la química. *Actualidades Investigativas en Educación*, 18(2). <https://doi.org/10.15517/aie.v18i2.33164>
- Santos, V. C., & Arroio, A. (2016). The representational levels: Influences and contributions to research in chemical education. *Journal of Turkish Science Education*, 13(1), 3-18. <https://doi.org/10.12973/tused.10153a>
- Setyowati, P. A., & Sutrisno, H. (2020). An analysis of representation level and cognitive level in curriculum-2013 chemistry textbook. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012006>
- Taber, K. S. (2009). *Learning at the Symbolic Level* (pp. 75-105). [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8_5)
- Tejada, C. N., Acevedo, D., & Gattas, C. (2015). Influencia de los Textos de Química en la Enseñanza y Aprendizaje del Concepto de Valencia. *Formación universitaria*, 8, 27-34. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062015000300004>
- Valladares, J., De Dios, J., Palacios, P., & Javier, F. (2001). Investigación didáctica aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de física y química de la ESO. *Enseñanza de las ciencias*, 19(1), 3-19.
- Vallejo, W. (2017). *Relaciones explicativas entre los niveles de representación macroscópico, microscópico y simbólico de la materia; una propuesta didáctica para la enseñanza del concepto de "reacción química"* [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/60186/71789249.2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>