Nuevas Perspectivas
Revista de Educación en Ciencias Naturales y Tecnología
ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

Análisis de la comprensión lectora de un texto de Química en la escuela secundaria

Analysis of reading comprehension of a chemistry text in high school

Paula Macarena Sánchez Durán[1], Gimena del Valle López[2], Carla Inés Maturano[3] y Carina Alejandra Rudolph[4]

Sánchez Durán, P. et al. (2026). *Análisis de la comprensión lectora de un texto de Química en la escuela secundaria*. Revista Nuevas Perspectivas, 5 (10), 1-16

Fecha de recepción: 29/10/2025
Fecha de aceptación: 23/09/2026

Resumen: El libro de texto concretiza el discurso pedagógico mediante una secuencia de contenidos y actividades organizados para el aprendizaje, aunque estos a veces pueden generar dificultades que impidan la comprensión del contenido disciplinar. El objetivo de esta investigación es analizar las producciones escritas por estudiantes de nivel secundario acerca de un fenómeno natural cuando leen en forma independiente sin acompañamiento del docente y realizan una actividad propuesta en un libro de texto de Química. Este estudio descriptivo, predominantemente cualitativo, fue realizado en una escuela técnica de gestión pública de la provincia de San Juan, en las clases del espacio curricular Química. La actividad se refiere al proceso de disolución y solicita al estudiantado su explicación desde el punto de vista submicroscópico. Los resultados obtenidos confirman dificultades reportadas en estudios anteriores en relación con el tema disciplinar y ponen en evidencia cuestiones específicas de la comprensión del tema y de la escritura de explicaciones que hemos podido caracterizar. Se detectaron problemas al relacionar el fenómeno con la vida cotidiana y al vincularlo con los contenidos de Química tanto a nivel macroscópico como submicroscópico. También se reportaron dificultades en aspectos lingüísticos y disciplinares de las explicaciones escritas. Esto implica la necesidad de

[1] Instituto de Investigaciones en Educación en Ciencias Experimentales (IIECE). Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan. Argentina. Contacto: paulasanchezduran24@gmail.com
[2] Instituto de Investigaciones en Educación en Ciencias Experimentales (IIECE). Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan. Argentina. Contacto: g.gimena@gmail.com
[3] Instituto de Investigaciones en Educación en Ciencias Experimentales (IIECE). Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan. Argentina. Contacto: cmatur@gmail.com
[4] Instituto de Investigaciones en Educación en Ciencias Experimentales (IIECE). Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan. Argentina. Contacto: carinaarudolph@gmail.com

acompañamiento por parte del docente de Química para guiar la lectura y orientar a las y los estudiantes en la realización de las actividades propuestas en los libros.

Palabras clave: comprensión lectora, actividades, libros de texto

Abstract: The textbook materializes the pedagogical discourse through a sequence of contents and activities organized for learning, although these can sometimes generate difficulties that hinder the understanding of the disciplinary content. The objective of this research is to analyse the written productions of secondary level students about a natural phenomenon when they read independently without teacher support and carry out an activity proposed in a Chemistry textbook. This descriptive study, predominantly qualitative, was conducted in a public technical school in the province of San Juan, in the classes of Chemistry. The activity refers to the dissolution process and asks students to explain it from a submicroscopic perspective. The results obtained confirm difficulties reported in previous studies related to the disciplinary topic and highlight specific issues in understanding the topic and writing explanations that we have been able to characterize. Problems to relate the phenomenon to everyday life and to link it to Chemistry content at both macroscopic and submicroscopic levels were noticed. Difficulties in the linguistic and disciplinary aspects of the written explanations were reported. This implies the need of support from the Chemistry teacher to guide reading and assist students in completing the activities proposed in the books.

Keywords: reading comprehension, activities, textbooks

Introducción

El libro de texto materializa el discurso didáctico ya que propone una secuencia que incluye contenidos estructurados para que sean aprendidos, es decir, posee una intención didáctica (Marzabal Blancafort e Izquierdo Aymerich, 2013). En la enseñanza de la Química, el libro de texto es un recurso intensamente utilizado y las actividades que en este se plantean constituyen un elemento clave para el aprendizaje (Martínez, García y Suárez, 2017). Gómez Jiménez y Porro (2016) valoran la importancia del análisis de las actividades de aprendizaje contenidas en los libros de texto para indagar sobre el tipo de actividades que el estudiante está realizando para aprender. Al mismo tiempo, las autoras citadas afirman, a partir de un amplio relevamiento en el área de Ciencias Naturales, que este análisis constituye un tema poco investigado y que los artículos relacionados con el mismo corresponden especialmente a primaria y universidad, lo que nos permitiría suponer que su indagación en libros de la escuela secundaria representa un área de vacancia.

De un estudio longitudinal realizado por Cornejo (2006) con libros de texto de Ciencias Naturales y Tecnología editados en Argentina entre los años 1880 y 2000, surge que han ido variando según las corrientes didácticas imperantes en cada época y que el paradigma didáctico al cual se asocian se deduce a partir de las características generales de la forma en que se presentan los contenidos y las actividades en cada libro. En estudios más recientes sobre las actividades incluidas en libros de texto de secundaria editados en Argentina, en el área de Biotecnología se ha encontrado que la complejidad de las actividades propuestas en los libros contrasta con la profundidad con la cual se desarrollan la

mayoría de los conceptos en el texto (Occelli, 2011). En el área de Genética, Figini y De Micheli (2005) encontraron que las actividades de los libros de texto condicionan las tareas escolares y, junto con los contenidos, pueden interpretarse como una de las fuentes de dificultades para el aprendizaje ya que la cantidad y variedad de estas no implican necesariamente que los alumnos logren establecer relaciones conceptuales apropiadas cuando se enfrentan a un número importante de contenidos.

En el área de Química, surgen además otros aspectos a considerar en relación con la demanda que se le hace al estudiante cuando se le solicita que lea un texto y realice las actividades correspondientes propuestas en el libro de texto. El desafío tiene que ver, entre otros, con los siguientes aspectos (Alí et al., 2010):

- La interpretación de un fenómeno a partir de un texto o de una imagen no es unívoca ya que cada lector interpreta idiosincrásicamente.
- Los lenguajes de la Química tienen una dificultad propia.
- Los "modelos" que se utilizan en la disciplina involucran una complejidad semántica, tanto para comunicarlos como para comprenderlos.
- Los temas planteados en el diseño curricular suelen estar alejados de los intereses y capacidades cognitivas de los estudiantes, por lo que causan rechazo en ellos.

Sobre la base de lo expuesto, coincidimos con Farré y Lorenzo (2018) en que los profesores deberíamos ser conscientes de los obstáculos que enfrenta el alumnado al utilizar los libros de texto, para poder acompañarlo en la comprensión del significado y en la posterior construcción de conocimiento. En el intento de caracterizar la comprensión lograda a partir de la lectura, el objetivo de la investigación que presentamos en este artículo es analizar las producciones escritas por estudiantes de nivel secundario acerca de un fenómeno natural cuando leen en forma independiente sin acompañamiento del docente y realizan una actividad propuesta en un libro de texto de Química.

Multimodalidad del lenguaje científico

En la clase de ciencias, se ponen en juego diferentes recursos semióticos (o modos) para comunicar, tales como el lenguaje escrito u oral, las imágenes y los gestos (Kress et al., 2014). Así, según estos autores, cada modo cumple diferentes funciones en la comunicación, y, sus efectos combinados son los que realizan el significado pretendido por los autores de un texto o por los docentes. Este efecto combinado significa que cada modo multiplica la complejidad del significado logrado; cada modo interactúa y contribuye al significado derivado de los otros (Cheng y Gilbert, 2009).

Al mismo tiempo, Kress et al. (2014) destacan que, así como los diversos modos comunican diferentes significados, cada género textual permite al estudiantado centrarse en diferentes aspectos del contenido disciplinar. Los géneros se definen como configuraciones recurrentes de significados que realizan las prácticas sociales de una cultura dada (Martin y Rose, 2008). Estos autores afirman que en las clases de ciencia los géneros más utilizados corresponden a dos familias de género, los informes y las explicaciones. Los informes caracterizan entidades o fenómenos, ya sea describiéndolos (informe descriptivo), clasificándolos (informe clasificatorio) o indicando su composición (informe

composicional), mientras que las explicaciones se centran en actividades y explican cómo y/o por qué suceden los fenómenos ya sea presentando una secuencia simple de eventos (explicación secuencial), mencionando múltiples factores contribuyentes (explicación factorial), focalizando en sus consecuencias (explicación de consecuencia), o centrándose en condiciones variables (explicación condicional).

Martin y Rose (2008) también afirman que tanto los informes como las explicaciones en ciencias usualmente se encuentran acompañados por elementos gráficos tales como imágenes, diagramas, tablas, fotografías, entre otros. Para analizar dichos elementos gráficos proponen tener en cuenta tres aspectos de los mismos:

- el foco de representación: que puede estar en entidades (describiéndolas, clasificándolas o indicando su composición), en actividades simples o complejas, o en ambas.
- el tipo de representación: que puede ser icónicas (como fotografías o dibujos figurativos), indexicales (dibujos de contorno que no son íconos realistas ni puramente simbólicos), o simbólicas (gráficos, diagramas o tablas).
- las etiquetas: que pueden estar explícitas o que pueden quedar implícitas para que el lector las infiera.

En relación con el lenguaje verbal que suele acompañar a las imágenes, Unsworth (2021) resalta que las imágenes pueden incluir anotaciones (que se vinculan con partes específicas de la imagen como las etiquetas) o cotexto (que se relaciona con la imagen como un todo como leyendas o bloques de textos interpolados).

Por último, otro aspecto a analizar en las imágenes, según Gilbert y Treagust (2009), es el nivel de representación al que aluden, el cual puede ser macroscópico (si muestran los fenómenos tal como los podemos percibir con los sentidos), submicroscópico (si exhiben modelos para explicar fenómenos o representar entidades que son demasiado pequeñas para ser vistas usando microscopios ópticos) y/o simbólico (si incluyen símbolos, fórmulas y ecuaciones consensuadas en la comunidad científica).

Aprendizaje de la Química y multimodalidad

En términos generales, es posible afirmar que la complejidad y riqueza de los elementos que conforman el lenguaje químico -diferentes tipos de términos, símbolos y otras representaciones- pueden dar origen a severos obstáculos en su aprendizaje (Lorenzo, 2021). Esto se asocia a que el aprendizaje de la Química requiere no sólo que las y los estudiantes aprendan palabras, símbolos y ecuaciones, sino que también construyan representaciones mentales relacionadas con los niveles macroscópico o submicroscópico de la Química (Raviolo y Farré, 2020), entre los cuales se suele establecer una baja relación al representar los conceptos químicos a través de las propiedades que pueden observar, más cercanas a las dimensiones del mundo real, que a las propiedades del mundo corpuscular asociadas a los modelos (Ordenes et al., 2014).

La comprensión de algunos temas de Química, como las disoluciones, requiere integrar entre sí representaciones verbales y pictóricas. Este tema es básico en el currículo de Química, tanto en la

escuela secundaria como en la universidad (Raviolo y Farré, 2020). Estos autores caracterizaron las imágenes que apoyan un abordaje cualitativo/conceptual del tema concentración de una disolución en una muestra de libros de texto universitarios, las cuales no constituyen un acompañamiento superfluo del texto, sino que son esenciales para darles sentido y para crear significados. Relevaron la presencia de: fotos de disoluciones de distintas concentraciones del mismo soluto que se perciben por diferente intensidad de color acompañadas o no con una imagen submicroscópica en círculo magnificado; fotos o dibujos del procedimiento de preparar una disolución a partir del soluto sólido, a partir de una disolución de mayor concentración o a partir del soluto líquido; imágenes submicroscópicas que representan el antes y el después de una dilución mostrando las partículas de soluto "inmersas" en el líquido o empleando un círculo magnificado; diagramas de ejercicio conceptual que relacionan macroscópicamente las variables cantidad de soluto, volumen de disolución y concentración; diagramas con partículas en ejercicio conceptual (Raviolo y Farré, 2020).

En relación con el aprendizaje de este tema, Vargas (2024) recopiló a partir de numerosas investigaciones las dificultades que han sido estudiadas por diferentes autores y organizó las mismas en tres núcleos conceptuales: (a) dificultades de aprendizaje de las disoluciones desde la comprensión de la naturaleza discontinua de la materia (sin considerarla constituida por átomos, partículas o moléculas que interactúan y están en continuo movimiento pudiendo combinarse para formar nuevas estructuras); (b) dificultades de aprendizaje de las disoluciones desde la teoría cinético-molecular (consistentes en atribuir propiedades macroscópicas al nivel microscópico dando explicaciones desde lo que observan); (c) dificultades de aprendizaje de las disoluciones desde la comprensión de las relaciones cuantitativas (implica relacionar la probabilidad, la proporción y la correlación con las teorías del tema en Química, desarrollar formulas y procesos algorítmicos).

Aprendizaje y actividades propuestas en los libros de texto

Occelli y Valeiras (2013) analizaron numerosas investigaciones acerca de los libros de texto de ciencias y notaron que hay pocos estudios comparativos entre las actividades propuestas en los libros de texto y su utilización en el aula, lo cual genera un espacio de indagación en el campo de la didáctica de las ciencias. Martínez Losada y García Barros (2003) encontraron que los objetivos más frecuentes con que se proponen actividades en los libros se relacionan con la aplicación de la teoría que figura en el texto y la adquisición de conocimientos. A partir de un análisis pormenorizado de numerosas actividades incluidas en libros de texto de Ciencias Naturales, las autoras mencionadas consideran que el procedimiento "estrella" involucrado en estas es la comunicación la cual, aunque muchas veces no se menciona, se reconoce su gran valor para conocer qué sabe el alumnado o cómo piensa por lo que se convierte en un vehículo de evaluación.

Metodología

La investigación que se presenta en este artículo consiste en un estudio predominantemente cualitativo. Este estudio es descriptivo ya que intenta describir cómo una muestra de estudiantes que cursan el ciclo básico de la escuela secundaria realiza una actividad extraída de un libro de texto a partir de la lectura del texto asociado a esta. El texto trata acerca del proceso de disolución. Nos

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

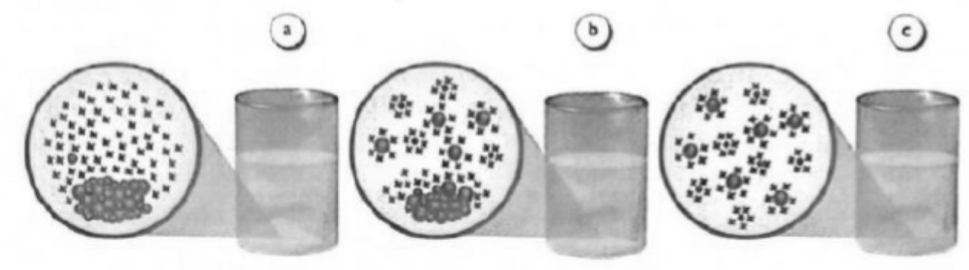
interesa analizar las producciones escritas por las y los estudiantes cuando leen en forma independiente sin acompañamiento del docente y realizan la actividad propuesta en el libro de texto de Química. Quienes participaron asisten a una escuela técnica de gestión pública ubicada en el departamento Capital de la provincia de San Juan (N=11) y cursan tercer año del ciclo básico de la educación secundaria. El muestreo es no-probabilístico y la muestra de participantes se ha seleccionado por la facilidad de acceso.

El instrumento elaborado para registrar la información consiste en: (a) un texto extraído sin modificaciones de un libro de texto de nivel secundario (Bazo et al., 2019a) (Figura 1), y (b) la actividad propuesta en dicho libro a continuación del texto (Figura 2). La implementación se llevó a cabo en una clase del espacio curricular Química de 40 minutos de duración. Cada estudiante trabajó en forma escrita e individual disponiendo de una copia del texto con las imágenes en color tal como se presentan en el libro de texto.

Las soluciones a nivel submicroscópico

Como ya se ha mencionado, las soluciones son mezclas homogéneas que están constituidas por un solvente (el componente que se encuentra en mayor proporción) y un soluto o más.

Para explicar a qué se debe que las soluciones no se separen en dos o más fases a lo largo del tiempo y qué es lo que mantiene unidos a los componentes, se trabajará a partir de un modelo que se basa en la teoría cinético-corpuscular. Esta teoría propone, entre otras cosas, que no se puede percibir ni a simple vista ni con un microscopio, y que entre esas partículas hay espacios vacíos. Por ejemplo: al endulzar con azúcar un té, se puede analizar lo que sucede a nivel submicroscópico en diferentes momentos, considerando que tanto el soluto como el solvente están formados por partículas o corpúsculos, que gráficamente se representan con esferas de distintos colores



Esquema de una solución de azúcar en té según la teoría cinético corpuscular. Cuando recién se añade el azúcar, esta se ubica en el fondo. Los componentes se hallan separados (a). Cuando se deja reposar (o se agita con una cuchara), las partículas que conforman el azúcar empiezan a separarse y a rodearse de partículas de solvente (b). Cuando todas las partículas que conforman el azúcar están interactuando con el solvente, se terminó de formar la solución (c).

Desde esta perspectiva, un soluto es soluble (se puede disolver en un determinado solvente), si las interacciones o fuerzas de atracción que sufren sus partículas con las del solvente son más intensas que las que se dan entre las propias partículas del soluto.

Figura 1. Texto proporcionado (Bazo et al., 2019a, p.93-94).

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

> "Piensa una respuesta posible a la pregunta: ¿se puede disolver cualquier cantidad de azúcar en el té? Intenta una explicación sobre qué sucede a nivel submicroscópico cuando en una solución de azúcar en té, se sigue agregando azúcar indiscriminadamente." (Bazo et al., 2019a, p. 94).

Figura 2. Consigna de trabajo.

La actividad propuesta en el libro de texto invita a escribir una explicación referida al fenómeno presentado. La misma podría realizarse a partir de la lectura y exige al estudiante relacionar sus conocimientos de la vida cotidiana, el concepto de solución y sus componentes, y la explicación del proceso de disolución en el marco de la teoría cinético-corpuscular presentado en el texto y representado en la imagen. La actividad consiste en producir una explicación asociada a la formación de soluciones.

La guía para docentes provista por la editorial junto con el libro de texto proporciona las características de la producción escrita esperada para la actividad: "Desde su experiencia cotidiana, los alumnos seguramente respondan que no se puede disolver cualquier cantidad. Llega un punto en que el azúcar se acumula en el fondo. Se espera que, guiados por el esquema y la explicación previos, puedan decir que cuando se sigue agregando azúcar, ya no puede ser disuelta debido a que no hay suficientes partículas de solvente para rodear las partículas de soluto" (Bazo et al., 2019b, p. 24).

Análisis del texto

El texto seleccionado constituye un macrogénero que combina más de un género textual. En primer lugar, expone un informe descriptivo en relación con una entidad (una solución) que se define y caracteriza en términos de su composición (soluto y solvente). Luego, sigue una explicación secuencial organizada de la siguiente manera: se identifica el fenómeno a explicar (la formación de soluciones asociado a que los componentes se mantienen unidos al transcurrir el tiempo) y se expone la teoría sobre la que se basa la explicación (teoría cinético-corpuscular); se exhiben las etapas o "momentos" tanto en forma visual (secuencia de tres imágenes) como verbal (cotexto de la imagen) a las que se denominan (a), (b) y (c); y se presenta una conclusión.

Análisis de la imagen

La imagen se centra en una actividad y presenta un esquema secuencial del proceso de disolución de azúcar en té, basado en la teoría cinético-corpuscular, al mismo tiempo que exhibe la composición de la muestra. Teniendo en cuenta la propuesta de Martin y Rose (2008), la misma está centrada en una actividad (el proceso de disolución del azúcar en té) y en una entidad (el sistema compuesto de azúcar y té colocados en un recipiente), los niveles de representación involucrados son macroscópico (vasos de precipitado) y submicroscópico (círculos magnificados que muestran el comportamiento de las partículas de soluto -azúcar- y solvente -té-), y los elementos verbales están constituidos por un cotexto que explica las etapas del proceso y las anotaciones (a), (b) y (c) que identifican dichas etapas. Considerando las categorías de análisis propuestas por Raviolo y Farré (2020), la imagen presentada

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

en el texto consiste en una sucesión de imágenes que exponen el proceso de disolución empleando un recipiente (vaso de precipitado) a través de una representación macroscópica que permite visualizar cómo las partículas de azúcar interactúan con las de solvente (té) y cómo la mezcla se convierte en una solución homogénea, en donde ya no se puede visualizar el azúcar en el fondo del vaso de precipitado. Al mismo tiempo, se incluyen imágenes submicroscópicas en cada etapa empleando un círculo magnificado que explica lo que sucede en este nivel de representación para poner en evidencia la interacción de las partículas en términos del modelo cinético-corpuscular.

La información que puede deducirse de cada etapa es:

Etapa (a): Macroscópicamente, el azúcar se añade al té y se deposita en el fondo del recipiente. Submicroscópicamente, las partículas de azúcar (representadas con un color) están agrupadas, mientras que las partículas de solvente/té (representadas en otro color) están separadas en el espacio que rodea al azúcar. El círculo magnificado representa cómo las partículas de soluto y solvente aún no interactúan entre sí.

Etapa (b): Macroscópicamente puede verse que la cantidad de azúcar que estaba en el fondo del vaso de precipitado ha disminuido considerablemente. Este paso intermedio se ilustra en un círculo magnificado a nivel submicroscópico, donde aparece la interacción entre el soluto y el solvente, mostrando que algunas partículas de soluto (azúcar) comienzan a separarse y a rodearse de partículas de solvente (té).

Etapa (c): Por último, a nivel macroscópico, se visualiza que todo el azúcar está disuelto en el té, lo cual se representa a través de la formación de una solución homogénea, aquí se muestra que el proceso de disolución está completo. A nivel submicroscópico, se ve que cada partícula de soluto está completamente rodeada por partículas de solvente, sin que queden partículas de soluto sin ser rodeadas, como se ve en el círculo magnificado a la izquierda del vaso de precipitado.

Categorías de análisis

Las respuestas de las y los estudiantes fueron evaluadas en forma independiente por investigadores con formación en Química, en Educación y en Lingüística. Luego, triangulamos dicho análisis comparando los resultados para detectar divergencias. Los puntos de conflicto fueron resueltos por consenso. Teniendo en cuenta las respuestas esperadas, surgieron tres dimensiones de análisis que consideramos en esta investigación: (A) relación del fenómeno con la vida cotidiana; (B) relación del fenómeno con los contenidos de Química; (C) adecuación disciplinar y lingüística de la explicación producida por las y los estudiantes. Para cada una de estas dimensiones han surgido, a partir del análisis de los datos, categorías que permiten interpretar en detalle las producciones.

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

Resultados

A. Relación del fenómeno con la vida cotidiana

A partir de su experiencia cotidiana, se espera que las y los estudiantes consideren que, en la práctica, uno no puede agregar indiscriminadamente azúcar en una taza de té porque, sin dudas, no se va a disolver.

En primer lugar, indagamos si tuvieron en cuenta su experiencia cotidiana al realizar la actividad. Para esto, analizamos qué respuesta dieron a la pregunta "¿Se puede disolver cualquier cantidad de azúcar en el té?". Encontramos respuestas afirmativas (que no son acordes a lo observado en la vida cotidiana), negativas o contradictorias que responden tanto afirmativa como negativamente. Por ejemplo:

- Respuesta afirmativa: "Sí se puede, ya que cuando lo agitamos con la cuchara se empieza a disolver y a mezclarse con el líquido" (E3).
- Respuesta negativa: "No se puede disolver cualquier cantidad de azúcar [...]" (E10).
- Respuesta contradictoria: "Sí se puede, ya que cuando comenzamos a revolver con una cuchara, las partículas que conforman el azúcar comienzan a separarse y a rodearse de solvente, si revolvemos mucho se termina de formar la solución, siempre y cuando tengamos bastante té, si no tenemos bastante té, no se disuelve" (E9).

En la Figura 3, representamos los resultados obtenidos para esta dimensión en un gráfico de sectores.

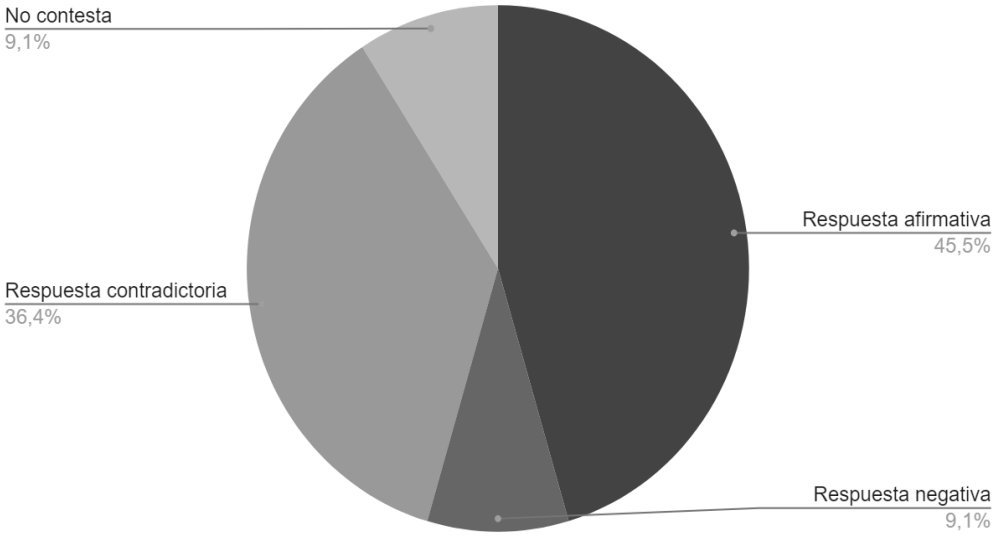


Figura 3. Gráfico de sectores que muestra las respuestas a la pregunta "¿Se puede disolver cualquier cantidad de azúcar en el té?".

Estos resultados ponen en evidencia que la mayoría da una respuesta afirmativa o contradictoria a la pregunta planteada, lo cual manifiesta que su interpretación del fenómeno no es acorde a lo que

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

sucede en la vida cotidiana. Sólo un estudiante elude la pregunta y otro responde adecuadamente indicando que no puede disolverse cualquier cantidad de azúcar en el té.
Por otra parte, detectamos que algunos relacionaron en sus producciones el fenómeno con hechos de la vida cotidiana, aunque no se hubiera pedido explícitamente en la pregunta (Figura 4).

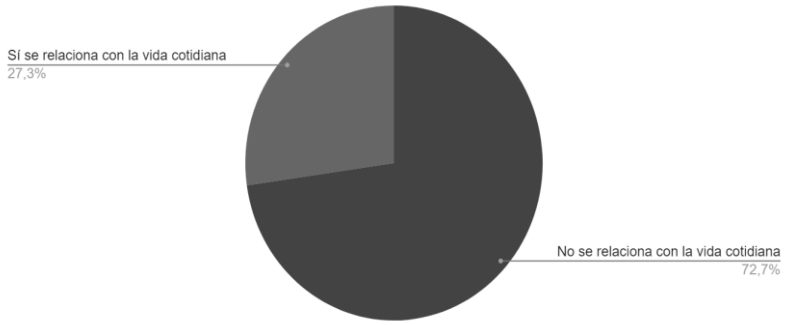


Figura 4. Gráfico de sectores que muestra el porcentaje de respuestas según su relación con la vida cotidiana.

El porcentaje de estudiantes que estableció relación con la cotidianidad es bajo, tal como se evidencia en la Figura 4. Las ideas expresadas en las respuestas que consideramos en esta dimensión se vinculan con:

- la percepción sensorial: “el sabor va a ir cambiando” (E7).
- la salud: “no es muy saludable para los seres vivos” (E6).
- las enfermedades y el consumo excesivo de azúcar: “Se pone muy dulce y te puede llegar a dar diabetes” (E2).

B. Relación del fenómeno con los contenidos de Química

Posteriormente a su primera respuesta acerca de la posibilidad de agregar indiscriminadamente azúcar al té, se les solicitó a las y los estudiantes que elaboraran una explicación sobre qué sucede a nivel submicroscópico cuando en una solución de azúcar en té, se sigue agregando azúcar indiscriminadamente.

En primer lugar, hemos analizado si en las respuestas se menciona la interacción soluto-solvente, ya sea a nivel macroscópico o submicroscópico, para posteriormente examinar el nivel de representación con que se trabaja. En la Figura 5 mostramos los resultados para las respuestas según hayan incluido o no la interacción soluto-solvente en las explicaciones.

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

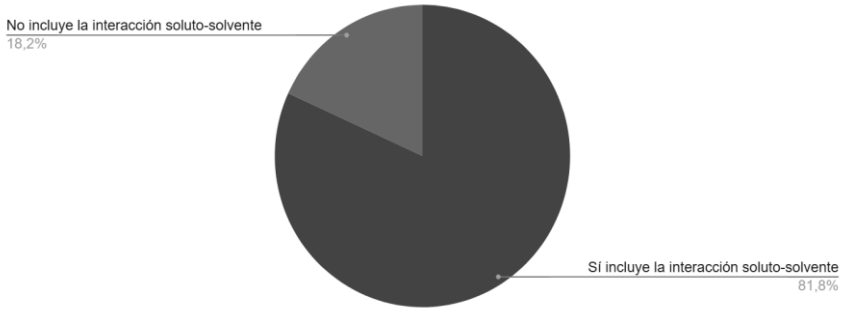


Figura 5. Gráfico de sectores que muestra el porcentaje de respuestas que mencionan o no mencionan la interacción soluto-solvente.

Analizando la Figura 5, notamos que la mayoría fundamenta la explicación a partir de la interacción soluto-solvente relacionando sus respuestas con los contenidos disciplinares de Química. A continuación, teniendo en cuenta solamente las respuestas que sí consideraron la interacción soluto-solvente (81,8%), abordaremos el análisis del nivel de representación. Sería posible distinguir respuestas en los niveles: (a) macroscópico (la fundamentación se limita a aspectos que se pueden captar a través de los sentidos expresados mediante términos como agua, té, soluto, solvente, azúcar); (b) submicroscópico (la fundamentación trasciende el nivel anterior y considera la interacción entre las partículas de soluto y de solvente expresada mediante términos como partículas, corpúsculos, interacción, "rodearse", separarse; (c) macroscópico y submicroscópico (la fundamentación incluye los dos niveles anteriores). En la Figura 6 representamos los porcentajes obtenidos al analizar el nivel de representación utilizado en la explicación para aquellos que incluyeron el análisis de la interacción soluto-solvente.

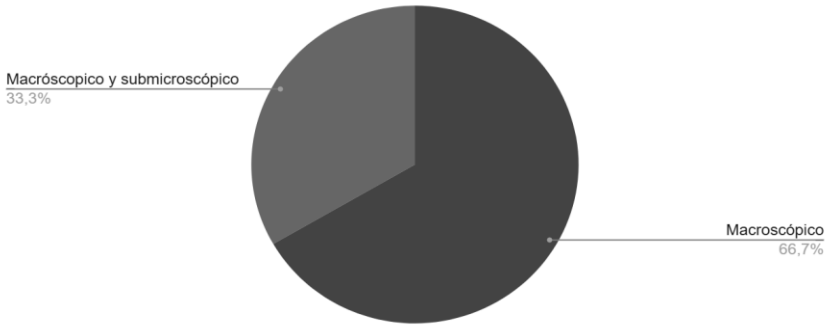


Figura 6. Gráfico de sectores que muestra el porcentaje de respuestas según el nivel de representación con que se aborda la interacción soluto-solvente.

B.1. Relación del fenómeno con los contenidos de Química a nivel macroscópico

Del análisis de la Figura 6 notamos que solamente el 66,7% de las respuestas que incluyeron la interacción soluto-solvente están fundamentadas a nivel macroscópico y exponen en la explicación hechos observables a simple vista cuando se prepara la solución a pesar de que la consigna solicitaba incluir una interpretación a nivel submicroscópico. Las respuestas de la categoría Macroscópico ponen

en evidencia una interpretación del fenómeno que considera que, si se agrega indiscriminadamente azúcar al té, esta se va a depositar en el fondo lo cual puede captarse a través de los sentidos. Por ejemplo: "cuando agregamos azúcar al té, se va al final y cuando revolvemos con una cuchara se va disolviendo de a poco hasta que llega un punto que se disuelve todo o sea que el agua lo va disminuyendo hasta que no se vea" (E7) o "El azúcar seguirá disolviéndose, pero al seguir agregando azúcar en el té podría llegar a pasar que el azúcar hasta llegar a un punto que sea más cantidad que el té lo que podrá causar que sea difícil de disolver" (E8).

B.2. Relación del fenómeno con los contenidos de Química a nivel macroscópico y submicroscópico simultáneamente.

También analizamos la interpretación a nivel submicroscópico realizada por las y los estudiantes. Como se indicó en la Figura 6, el 33,3% de la muestra sí incluye en sus respuestas la interacción entre las partículas o corpúsculos de soluto y solvente a nivel submicroscópico usando palabras como partículas, corpúsculos, interacción, rodearse o separarse para explicar que hay un límite que impide agregar más y más azúcar analizando la disposición de las partículas del solvente y soluto. Por ejemplo: "...cuando comenzamos a revolver con una cuchara, las partículas que conforman el azúcar comienzan a separarse y a rodearse de solvente, si revolvemos mucho se termina de formar la solución, siempre y cuando tengamos bastante té, sino tenemos bastante té, no se disuelve" (E9). En esta respuesta, como en todas las respuestas de esta categoría, las y los estudiantes interpretaron el fenómeno no sólo a nivel submicroscópico, sino que consideraron también su descripción a nivel macroscópico. Por ejemplo, en la respuesta siguiente resaltamos las apreciaciones referidas al nivel macroscópico en color gris claro y en tono más oscuro las correspondientes al nivel submicroscópico: "...cuando seguimos echando azúcar se disuelve porque cuando revolvemos con la cuchara las partículas que forman la azúcar empiezan a separarse del fondo cuando las partículas actúan con el solvente se termina de formar la solución" (E11).

C. Adecuación disciplinar y lingüística de la explicación producida

En primer lugar, analizamos la presencia de terminología específica del tema de Química en las respuestas. Detectamos el uso de las siguientes palabras del ámbito disciplinar, algunas de las cuales se utilizan en el texto dado: disolver/ disuelve/disolviendo (n=18), partículas/corpúsculos (n=12), solvente (n=7), separarse/separando (n=5), reposo/reposar (n=3), soluto (n=2), solución (n=2), agitar/agitamos (n=2), submicroscópico (n=2), rodearse (n=2), movimiento (n=2). Indicamos entre paréntesis el porcentaje de respuestas del total de la muestra que incluye cada una. Notamos que las palabras 'disolver', 'disolviendo', 'disuelve' son las que aparecen con mayor frecuencia. Esto puede deberse a que, en la pregunta de la consigna, aparece la palabra disolver. Cabe destacar además que usaron algunos términos cotidianos que suelen evitarse en el lenguaje escolar en Química como revolver/ revolvemos/ revolviendo (n=8), echa/echando (n=2), adhieren (n=1) y juntando (n=1).

En segundo lugar, relevamos marcas lingüísticas propias del género explicación en las producciones. Detectamos que cuando organizaron sus respuestas como explicaciones secuenciales basadas en etapas en las que se va agregando más azúcar al té usaron conectores como "al final" (E1), "cuando…

y lo último es cuando…" (E4), entre otros. Las explicaciones secuenciales que construyeron no tienen en cuenta todas las etapas o momentos planteados en el texto y en la pregunta de la actividad (1: se agrega poca azúcar; 2: se agita o deja reposar; 3: se forma la solución;

4: se añade azúcar indiscriminadamente), sino que mencionan algunas etapas. En las producciones destacamos que sólo un estudiante tuvo en cuenta toda la secuencia de la formación de la solución, mientras que tres estudiantes explicaron tres etapas del proceso, cuatro estudiantes explicaron dos etapas de la secuencia y, por último, tres mencionaron sólo una etapa del proceso.

También, detectamos que, aunque la consigna no lo solicita, y en el texto expuesto no se mencionan los factores que influyen en la solubilidad, en algunas producciones las y los estudiantes mencionaron de manera intuitiva algunos de estos factores. Si bien las producciones escritas no se estructuraron como explicaciones factoriales, resulta interesante el análisis ya que su identificación permite detectar dificultades de comprensión a nivel conceptual. Los factores mencionados son: (1) concentración (cantidad); (2) agitación (movimiento); (3) temperatura (no está en el texto); (4) tamaño del recipiente. En la Figura 7 representamos las frecuencias absolutas de detección de dichos factores en las producciones. Dicho esto, la inclusión de estos factores en sus producciones permitió poner en palabras explicaciones que se adecuan a una comprensión más superficial, sin profundizar en lo que sucede en la secuencia del proceso de formación de la solución y sin tener en cuenta lo que ocurre en la vida cotidiana cuando agregamos azúcar al té.

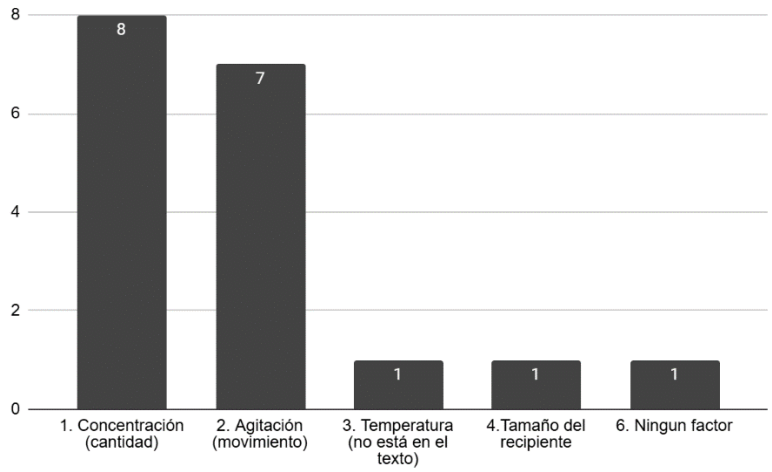


Figura 7. Gráfico de barras que muestra la inclusión de los factores que el alumnado asoció con la solubilidad en las respuestas.

Conclusiones

En esta investigación hemos podido corroborar algunas de las dificultades asociadas a los desafíos planteados por Alí et. al (2010) en relación con la actividad propuesta a partir de la lectura. Entre estos hallazgos, encontramos que las y los estudiantes hicieron interpretaciones diferentes e idiosincrásicas de las ideas del texto y de la imagen. Al mismo tiempo, para ellos utilizar el lenguaje de la Química

ISSN 2953-3996
IIES ADUBA | CIAEC | UBA

constituyó una barrera al momento de realizar la actividad de escritura, ya que produjeron respuestas contradictorias, intuitivas o limitadas al nivel macroscópico lo que evidencia que, en muchas ocasiones, no lograron apropiarse del modelo utilizado para explicar la disolución a partir de una lectura realizada sin acompañamiento del docente.

Al evaluar la demanda de la actividad luego de la lectura del texto, inferimos que, aunque la misma podía resolverse a partir de la información allí expuesta requiere que el estudiante ponga en marcha un complejo entramado de relaciones entre la información verbal y visual, lo cual no ha sido logrado por la mayoría de los participantes en este estudio. Deducimos, por lo tanto, a la luz de los resultados, que solamente una minoría de los participantes logró construir una explicación a nivel submicroscópico tal como solicita la actividad planteada en el libro de texto, debido a que la profundidad del abordaje en el texto es acorde a la demanda de la actividad, pero la complejidad de la misma impidió que lograran resolverla sin ayuda. Esto confirma lo hallado en otras áreas de las ciencias naturales tal como se anticipó en la introducción del artículo. Surge así la necesidad de ocuparse, desde la enseñanza y de modo explícito, de que el alumnado logre establecer relaciones conceptuales apropiadas a partir de la lectura.

Tanto el análisis de la información provista en el texto, como la vinculación entre esta y la experiencia cotidiana son procesos que deberían ser acompañados por el docente durante la clase de Química. Esto implicaría: guiar la interpretación de los elementos verbales y visuales del texto, relacionarlos entre sí, tanto a nivel macroscópico como submicroscópico, y con la vida diaria para poder establecer conexiones adecuadas y significativas en términos de aprendizaje. De esta manera, destacamos la necesidad de que, en aquellas propuestas de enseñanza y aprendizaje de Química que usen el texto escolar como recurso, el docente disciplinar deberá guiar la lectura involucrando a las y los estudiantes.

Referencias bibliográficas

Alí, S., Di Giacomo, M., Galagovsky, L., Gemelli, M., Giudice, J., Lacolla, L., Pepa, L. y Porcel de Peralta, C. (2010). Libros de texto de química: ¿fuentes de comunicación o incomunicación? *Industria y Química*, 362, 61-64. https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/68835

Bazo, R., Costa, M., Gleiser, M., Grimberg, F., Imbrogno, J., Marino, D., Olszevicki, N., Reves Szemere, J., Ríos, V. y Sevlever, F. (2019a). *Física y Química I. Serie Convergente*. Edelvives.

Bazo, R., Gleiser, M., Olszervicki, N, Acher, F. y Ziger, D. (2019b). *Física y química I: guía para docentes*. *Serie convergente.* Edelvives.

Cheng, M. y Gilbert, J. K. (2009). Towards a better utilization of diagrams in research into the use of representative levels in chemical education. En M. Cheng y J. K. Gilbert (Eds.), *Multiple representations in chemical education* (pp. 55-73). Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8_4

Cornejo, J. N. (2006). La enseñanza de la ciencia y la tecnología en la escuela argentina (1880-2000): un análisis desde los textos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, *24* (3), 357-370. https://ensciencias.uab.cat/article/view/v24-n3-cornejo/1694

Farré, A. S. y Lorenzo, M. G. (2018). ¿Cómo elegir un libro de texto para nuestras clases teniendo en cuenta la naturaleza de la ciencia? En M. G. Lorenzo, H. Odetti y A. Ortolani, *Comunicando la Ciencia: Avances en investigación en Didáctica de la Ciencia* (pp. 81-107). Ediciones UNL. https://www.fbcb.unl.edu.ar/institucional/wp-content/uploads/sites/7/2017/08/ODETTI_digital.pdf

Figini, E. y De Micheli, A. (2005). La enseñanza de la genética en el nivel medio y la educación polimodal: contenidos conceptuales en las actividades de los libros de texto. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 1-5. https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp408ensge.pdf

Gilbert, J. K. y Treagust, D. F. (2009). Introduction: Macro, Submicro and Symbolic Representations and the Relationship Between Them: Key Models in Chemical Education. En J. K. Gilbert y D. F. Treagust, *Multiple Representations in Chemical Education* (pp. 1-10). Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8_4

Gómez Jiménez, A. y Porro, S. (2016). Investigaciones centradas en el análisis de las actividades de aprendizaje en libros de texto. *Revista de Enseñanza de la Física*, *28*, 85-90. https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/15626/15433

Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J. y Tsatsarelis, C. (2014). *Multimodal teaching and Learning. The Rheotorics of the science classroom*. Bloomsbury.

Lorenzo, M. G. (2021). Escribir y hablar en química ¿Quimiqués o símbolos para construir conocimiento? *Revista Enseñanza de Química*, *4*(1), 8-24. https://ojs.cfe.edu.uy/index.php/rev_quimica/article/view/REEQ.4.1.2/606

Martínez Losada, C. y García Barros, S. (2003) Las actividades de primaria y ESO incluidas en libros escolares; ¿Qué objetivo persiguen? ¿Qué procedimientos enseñan? *Enseñanza de las*

ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, *21*(2), 243-264. https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21927

Marzabal Blancafort, A. e Izquierdo Aymerich, M. (2013). Análisis del libro de textos de Química como discurso didáctico. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 2203-2208. https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307810

Martin, J. R. y Rose, D. (2008). *Genre relations. Mapping culture.* Equinox.

Martínez, A., García, M. S. y Suárez, J. J. (2017). Análisis de las actividades de Química en los libros de texto de Física y Química de 1º de Bachillerato desde una perspectiva de «Química en contexto». *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, *35*(2), 109-125. https://doi.org/10.14201/et2017352109125

Occelli, M. (2011). La enseñanza de la Biotecnología en la escuela secundaria y su abordaje en los libros de texto: un estudio en la ciudad de Córdoba. [Tesis Maestría en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología]. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. https://doi.org/10.59524/2344-9225.v14.n2.22333

Occelli M. y Valeiras N. (2013) Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, *31* (2), 133-152. https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285774

Ordenes, R., Arellano, M., Jara, R. y Merino, C. (2014). Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia. *Educación química*, *25*(1), 46-55. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X14705233

Raviolo, A. y Farré, A. (2020). Aprendizaje conceptual del tema concentración de disoluciones: análisis de imágenes de libros de texto universitario. *Educación química*, *31*(3), 119-133. https://repositorio.unam.mx/contenidos/4134988

Unsworth, L. (2021). Infografías científicas en secundaria: complejos de significados multimodales en ensambles compuestos verbales-visuales. *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educacional Latinoamericana*, *58*(2), 1-19. https://doi.org/10.7764/PEL.58.2.2021.9

Vargas, J. P. (2024). Análisis del estado del arte de las dificultades de aprendizaje y estrategias de enseñanza del concepto de disoluciones químicas en estudiantes de secundaria [Tesis de Maestría en Química]. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Caldas.