

# Reflexiones docentes y construcción de explicaciones en un aula de fisicoquímica. Un estudio desde la perspectiva bajtiniana

Teacher reflections and elaboration of explanations in a physical chemistry classroom. A study from the Bakhtinian perspective

Guillermo Cutrera<sup>1\*</sup>, Marta Massa<sup>2</sup>, Silvia Stipich<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Educación Científica. Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3350, CP 7600, Mar del Plata. Argentina.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario. Avda. Pellegrini 250, CP 2000, Rosario. Argentina.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Pinto 399, CP 7000, Tandil. Argentina.

\*E-mail: [guillocutrera@gmail.com](mailto:guillocutrera@gmail.com)

## Resumen

Son escasas las investigaciones centradas en cómo los docentes promueven discursivamente la construcción de explicaciones científicas en el aula y en sus reflexiones sobre tales intervenciones. En este trabajo se presenta un avance de una investigación más amplia que recupera estas dos dimensiones de análisis. Con una metodología cualitativa y un enfoque de estudio de caso, se analizan las intervenciones y reflexiones de una futura profesora durante la construcción, de manera conjunta con los estudiantes, de una explicación científica de un fenómeno sobre transformaciones gaseosas en un aula de fisicoquímica de la educación secundaria. El estudio, centrado en la perspectiva bajtiniana, permite una lectura de las condiciones de producción de la explicación, en términos del contenido temático, el estilo y la construcción compositiva, para el abordaje didáctico de explicaciones científicas.

**Palabras clave:** Explicaciones científicas, Enunciado, Formación docente inicial.

## Abstract

Research focused on how teachers discursively promote the construction of scientific explanations in science classrooms and their reflections on such interventions is scarce. We present a preview of a broader research work that addresses these two analytical dimensions. Focused on a qualitative methodology with a case study approach, the interventions and reflections of a future teacher are examined during the collaborative construction with students of a scientific explanation of a phenomenon related to gas transformations in a high school physical chemistry classroom. The study, focused on the Bakhtinian perspective, allows for an examination of the conditions of wording production related to the explanation of the phenomenon, in terms of thematic content, style, and compositional construction. This shows a perspective for the didactic approach to scientific explanations in classrooms.

**Key words:** Scientific explanations, Wording, Initial teacher training.

## I. INTRODUCCIÓN

Si bien la construcción de explicaciones científicas en aulas de ciencia ha sido y es reconocida como un componente relevante de la alfabetización científica, las investigaciones sobre el trabajo en las aulas con este género discursivo son relativamente recientes. Aún son escasas las indagaciones que aportan conocimientos respecto de cómo se vehiculizan estas construcciones durante las interacciones discursivas entre docente y estudiantes en las aulas. Algunas indagaciones (Chambliss, Christenson, & Parker, 2003; Kapon, Ganiel, & Eylon, 2010; Yang & Wang, 2014) remarcan tanto el potencial epistémico de las explicaciones científicas como la importancia de prácticas dirigidas a la enseñanza explícita de este género discursivo. En diferentes trabajos (McNeill & Pimentel, 2010; Ogborn, Kress, & Martins, 1996; Unsworth, 2001) se reclama la falta de investigación en el uso de explicaciones en las aulas de ciencia y De Lira (2014) destaca la ausencia de investigaciones dirigidas a las prácticas discursivas de profesores en el contexto natural del aula de ciencias.

En este contexto, proponer lecturas desde las cuales analizar estas interacciones e inferir recomendaciones para potenciar el trabajo didáctico durante la construcción de las explicaciones, se instala como un propósito didácticamente relevante. En este sentido se orienta este trabajo, recuperando en un nuevo contexto la noción bajtiniana de 'enunciado' que fue empleada en diferentes investigaciones vinculadas al habla docente en el aula (da Silva & da Costa Tourinho, 2019; Silva & Francisco, 2019). Proponemos una lectura centrada en las características definitorias de un enunciado, elaboradas por Bajtín (1982), para el análisis de la construcción de explicaciones científicas escolares, durante los intercambios discursivos practicante-grupo de estudiantes en una institución de nivel secundario, y para el análisis de las reflexiones de la futura profesora sobre sus intervenciones discursivas.

## II. ENFOQUE TEÓRICO

### A. Géneros discursivos

Para Bajtín, los géneros discursivos dan como resultado formas estándar "relativamente estables" de un enunciado, determinadas socio-históricamente. El autor afirma que nos comunicamos, hablamos y escribimos a través de los géneros discursivos (Arán, 2017). Incluso en la conversación más informal, el discurso está determinado por el género en uso. Tales géneros nos son dados, según casi de la misma manera que nos es dado el idioma materno, el cual dominamos libremente hasta que comenzamos el estudio de la gramática (Bajtín, 1982).

Los tipos de enunciados relativamente estables que delimitan un género discursivo reflejan las condiciones y finalidades específicas de cada esfera de actividad, no sólo por su contenido (temático) y estilo de lenguaje (selección de recursos léxicos, fraseológicos y gramaticales de la lengua) sino, sobre todo, por su construcción compositiva (Bajtín, 1982). Bajtín observa que la riqueza y variedad de tipos estables de enunciados (géneros discursivos) puede ser infinita. Cada esfera de la actividad contiene un repertorio de géneros que se amplía a medida que se diferencia y se vuelve más compleja. Todo género está ligado a una situación social de interacción, dentro de un determinado ámbito, con su finalidad discursiva y su concepción de autor y destinatario, y presenta las tres dimensiones esenciales mencionadas: contenido temático, estilo y construcción compositiva, que están indisolublemente ligadas en el conjunto.

El contenido temático es un dominio de significado del que trata el género. El estilo es definido a partir de una selección de medios léxicos, fraseológicos y gramaticales en función de la imagen del interlocutor y de cómo se presume su comprensión activa responsiva del enunciado. El estilo del discurso se define a partir de las concepciones que tiene el hablante sobre el destinatario. Así, en la elaboración del enunciado se consideran aspectos como las convicciones, los prejuicios del destinatario, su nivel de alfabetización, su conocimiento del tema a tratar, sus simpatías y antipatías. Estos factores determinarán la elección del género más adecuado a la situación comunicativa de que se trate.

La construcción compositiva o aspecto formal del texto se refiere al tipo de estructura y conclusión de un todo. Este proceso implica procedimientos, relaciones, organización, disposición y compleción de la totalidad discursiva, señalando, en la escena enunciativa, las reglas del juego de sentido puestas a disposición por los interlocutores (Grzincich, 2016). Al tratar la relación entre los enunciados y las esferas de la actividad humana y mencionar los conceptos de contenido temático, estilo y construcción compositiva, se comprende que el contenido temático y el estilo están condicionados a la esfera social. Lo mismo ocurre con la construcción compositiva. Bajtín (1982) destaca la influencia que sobre este concepto ejercen las esferas sociales, al afirmar que los enunciados reflejan necesidades y finalidades específicas de cada campo "no sólo por su contenido (temática) y por el estilo del lenguaje, [...] sobre todo, por su construcción compositiva" (p. 261). En este trabajo, en particular, recuperamos estos elementos constitutivos de un enunciado para analizar la construcción conjunta de una explicación científica escolar de un fenómeno cotidiano entre una futura profesora y el grupo de estudiantes en un aula de fisicoquímica.

## B. La explicación científica en el aula de ciencia

En un texto explicativo, la estructura esquemática comprende tres etapas funcionales: la identificación de fenómenos (lo que se está explicando), las secuencias de implicación (serie de cláusulas lógicas) y el cierre (Unsworth, 1997). La identificación del fenómeno generalmente contiene una declaración general que introduce el tema o el contexto de la explicación. Como tal, tiende a aparecer gramaticalmente como cláusula(s) simple(s) con verbo en tiempo presente intemporal; por ejemplo, "La materia existe como sólido, líquido o gaseoso".

Dos características lingüísticas son prominentes en las secuencias de implicación de una explicación (Halliday & Martin, 1993). Primero, estas secuencias contienen un alto porcentaje de verbos de acción (por ejemplo, el agua se evapora, las moléculas escapan). Además, están conectadas entre sí en forma lógica. Esto se logra, gramaticalmente, mediante el uso de conjunciones que unen cláusulas u oraciones sucesivas de manera coherente dentro del texto explicativo. Las conjunciones construyen varias relaciones lógicas entre cláusulas y oraciones. Las relaciones lógicas comunes en un género de explicación en ciencia incluyen: consecuente (por ejemplo: porque, por lo tanto, entonces), temporal (por ejemplo: cuando, primero, luego, después), comparativo (por ejemplo: pero, sin embargo, mientras que, aunque), y condicional (por ejemplo: si ... entonces). Las funciones de estas conjunciones no pueden ser subestimadas; son las palabras que construyen la lógica de una explicación (Wellington & Osborne, 2001). Unsworth (1997) llama 'lenguaje del razonamiento' a los patrones distintivos de las relaciones lógicas formadas por conjunciones dentro de una explicación.

Estas últimas características, correspondientes a una explicación, son recuperadas por Yeo y Gilbert (2017) al referirse a la forma de una explicación científica, esto es, su organización estructural o manera en que sus diferentes partes se entrelazan. Las explicaciones científicas están organizadas en una secuencia lógica con empleo de terminología especializada. Al analizar las explicaciones escritas en la ciencia, Veal (1997) identificó diferentes tipos de organizaciones explicativas, utilizados frecuentemente en ciencia. Por ejemplo, una explicación causal implica la identificación del fenómeno seguido de una serie de instancias de causa-efecto. Sin embargo, en las aulas de ciencia y en textos escolares, por ejemplo, las explicaciones pueden diferir en términos de su organización estructural, lo que sugiere que los procedimientos seguidos en ciencias no siempre se siguen en la educación científica (Unsworth, 1997).

A efectos del presente trabajo, nos interesa la propuesta de Taber (2013) de una distinción entre el nivel macroscópico de los fenómenos del mundo externo percibidos (sustancias, movimientos, atracciones, reacciones químicas, etc.) y el submicroscópico (moléculas, iones, interacciones eléctricas, etc.), e inscribir lo tangible a los fenómenos percibidos del mundo externo. Además, el contenido de una explicación científica escolar puede ser leído considerando cómo se relacionan los significados con el contexto. Una mayor dependencia del contexto se expresa en la referencia a eventos observables; una menor dependencia se vincula con significados abstractos como los asociados a los términos propios del modelo utilizado (por ejemplo: modelo cinético molecular). En este sentido, es posible referir a instancias de conceptualización o de descontextualización, durante los intercambios discursivos y en el texto final de la explicación, según se presenten transiciones en un sentido u otro.

## III. METODOLOGÍA

La investigación se realizó con un enfoque cualitativo-interpretativo, el cual se inscribe en su capacidad para explorar acontecimientos, comportamientos y perspectivas de las personas en entornos sociales específicos y proporcionar detalles sobre cómo construyen significado en su mundo (Cohen, Manion, & Morrison, 2002). Este tipo de investigación proporciona una idea de cómo los profesores dan sentido a su enseñanza y a las experiencias que tienen en el aula o en las instituciones educativas (Erickson, 2012). En este trabajo se presenta un estudio de caso instrumental, en tanto el interés se centra en entender algo que va más allá del caso en sí, utilizando un caso particular como herramienta o instrumento para lograrlo (Stake, 2010).

El caso estudiado se inscribe en una secuencia didáctica centrada en el tema 'transformaciones gaseosas', desarrollada en la asignatura 'fisicoquímica', perteneciente al segundo año de la educación secundaria de la Pcia. de Buenos Aires, Argentina. En la primera clase, la practicante comenzó el trabajo con la construcción de explicaciones de fenómenos cotidianos. La segunda clase se inició con la observación de una situación experimental: el calentamiento de un recipiente (erlenmeyer) conteniendo un globo como tapa. En este trabajo se analiza uno de los episodios en los que subdividimos la segunda clase, durante la cual la residente<sup>1</sup> y el grupo de estudiantes elaboraron la explicación para dicho evento en forma conjunta. Para el análisis consideramos la transcripción completa de la clase y documentos elaborados por la practicante. Se estudian, en primer lugar, las interacciones residente-grupo de estudiantes durante la construcción de la explicación y, seguidamente, el análisis que la practicante realiza sobre sus intervenciones.

<sup>1</sup> Utilizamos los términos 'residente y 'practicante' indistintamente.

## IV. RESULTADOS

### A. Una contextualización para los intercambios discursivos

La practicante inicia la construcción conjunta de la explicación con la intención explícita de fijar la atención en la descripción del fenómeno antes presentado (“[...] ¿Cómo empezamos la explicación? Describiendo el fenómeno. Si calentamos, ¿qué?”, línea 569) y sugiere el inicio de la descripción convocando los aportes de estudiantes (“Que tiene un globo con tapa”, línea 573; “Que tiene como tapa como un globo”, línea 573). En el inicio de esta secuencia, el contenido de los intercambios permanece fuertemente contextualizado en el fenómeno, privilegiando el uso del lenguaje cotidiano. Seguidamente, la practicante comienza la construcción de las relaciones semánticas entre conceptos pertenecientes a ambos niveles -macroscópico y submicroscópico- (“Esperen, vamos a ubicarnos en el nivel. Tengo que empezar con macro. ¿Cuáles son los conceptos macro? [...]”, línea 586), y ubica la atención en el nivel de conceptualización macroscópico (líneas 586 a 592). Luego, los intercambios se instalan en el nivel de conceptualización submicroscópico o relacionando términos pertenecientes a ambos niveles de conceptualización. Esta conceptualización se desarrolla, prácticamente, hasta terminar la secuencia considerada. Finalizando los intercambios, la practicante recupera las condiciones de contorno impuestas por el fenómeno, explicitadas en la referencia a la pared y al volumen del globo.

### B. La explicación como enunciado

Los intercambios discursivos practicante-grupo de estudiantes, durante la elaboración de la explicación científica del fenómeno definen instancias de contextualización y descontextualización y una transición de intercambios centrados en el lenguaje social cotidiano y el científico escolar, tal como se advierte en la explicación elaborada: “Si calentamos un erlenmeyer con un globo en el pico aumenta la temperatura. Eso hace que aumente la velocidad media de las partículas y su movimiento haciendo que aumenten los choques entre las partículas del recipiente y del globo, aumentando los espacios vacíos y el volumen, manteniendo constante la presión.” Estas instancias dividen a los intercambios guiados por la practicante: en uno inicial, centrado en el reconocimiento de la situación inicial del fenómeno y otro, centrado en el empleo contextualizado del modelo científico escolar.

Este enunciado elaborado corresponde al género discursivo ‘explicación’. Para el enunciado, que emerge de la interacción practicante-estudiantes, el contenido temático se delimita en las transformaciones gaseosas regidas por las leyes de los gases. La construcción composicional se define por la estructura del texto. En este caso, la practicante estructura el texto en dos partes definidas, por un lado, por la presencia de relaciones semánticas propias del modelo científico escolar utilizado y, por otro, en la referencia a la situación experimental inicial. Esta estructura posibilita el desarrollo del contenido temático. La residente propone un trabajo explícito con esta estructura, preguntando a los estudiantes si la explicación elaborada ‘cumple’ con la estructura (“[...] ¿Cumple con la estructura?”, línea 636), en términos de niveles de conceptualización, (“[...] ¿Sí? ¿O no? Macro, micro y macro, ¿sí? ¿todos de acuerdo?”, línea 638). La estructura inferida a partir de los perfiles semánticos, en términos de condiciones iniciales para la ocurrencia del fenómeno y el uso del modelo científico escolar, es guiada por la practicante en términos de niveles de conceptualización. No obstante, esta lectura de la residente enfatiza en las relaciones semánticas entre términos de ambos niveles, con referencia inicial a la temperatura como variable correspondiente al nivel de conceptualización macroscópica para, seguidamente involucrarla en relaciones semánticas con términos propios del nivel submicroscópico (partículas, velocidad media, espacios vacíos, choques) y, finalmente, recuperar el nivel inicial, con la explicitación de variables macroscópicas (volumen, presión) que no habían sido enunciadas. También se observa que se incorpora en la explicación una relación lógica condicional implícita -con omisión de la palabra ‘entonces’- (“Si calentamos un erlenmeyer con un globo en el pico aumenta la temperatura”). Se advierte una secuencia temporal en las relaciones establecidas, pero con ausencia de conjunciones temporales. Se transita de un nivel inicial contextualizado hacia la organización de relaciones descontextualizadas sin explicitar la suposición del modelo de partículas como modelo científico escolar, el cual se da como conocido por el interlocutor. En este sentido, la secuencia de implicación queda limitada para la comprensión de alguien ajeno al grupo clase, es decir, un estilo de explicación que puede interpretarse como ‘cerrada en una comunidad’ a la cual pertenecen hablante y destinatario.

### C. Trabajo didáctico con las explicaciones. La voz de la practicante

La lectura de la explicación del fenómeno, en tanto enunciado elaborado conjuntamente por la practicante y el grupo de estudiantes, nos permite recuperar la perspectiva de la residente sobre su trabajo didáctico en el aula, en términos de las características asociadas a un género discursivo. Si bien la practicante no aludió explícitamente a estas características en sus análisis, sus referencias a algunas preocupaciones didácticas, durante el trabajo con el género discursivo

de la explicación científica escolar de fenómenos cotidianos, pueden ser leídas desde dos de las características propuestas en el apartado anterior: estilo y estructura composicional. El estilo se expresó en sus reflexiones sobre el trabajo con la conceptualización del fenómeno; la estructura composicional, en el trabajo con la estructura de la explicación. Seguidamente nos detenemos en sus reflexiones referidas a cada una de esas características del género discursivo. El trabajo con la estructura de la explicación es definido, por la practicante, con referencia a los niveles de conceptualización (“[...] La estructura que les sugeríamos de la explicación es que comiencen con macro, sigan con micro y terminen con macro” (línea 6, IS4<sup>2</sup>). Este trabajo fue explicitado por la residente en diferentes instancias de socialización, caracterizándolo como ‘implícito’ (“Yo estoy comentando cómo fui trabajando con la estructura de la explicación, que fui implícita, o sea, nunca les dije la explicación requiere de esto, esto, esto, sino les decía ahora vamos a ver el contenido de la explicación”, línea 34, IS5). Es a partir de los niveles de conceptualización que delimita su trabajo con la estructura del enunciado que expresa la explicación del fenómeno: “Durante el análisis les pedí, además, que reconocieran la secuencia de aparición de los niveles en la explicación, refiriéndome a ella como “estructura”(macro-submicro-macro)” (TFC2<sup>3</sup>)<sup>4</sup>. El trabajo con la estructura de las explicaciones fue caracterizado por la practicante, también, en términos de su forma de trabajo (“Forma de trabajo: Implícito y sistemático durante las puestas en común”) y su contenido. El trabajo implícito con la estructura fue explicitado en diferentes instancias de socialización:

*Yo estoy comentando cómo fui trabajando con los chicos la estructura de la explicación, que fui implícita, o sea, nunca les dije la explicación requiere de esto, esto, esto, sino les decía ahora vamos a ver el contenido de la explicación. Por lo tanto podemos conceptualizar el fenómeno en el nivel macro, considerando el estado inicial y final, creo que la aplicación de este sistema fue útil, pero aun así no es que lo pudo salvar como por ejemplo la falta de conceptualización de la relación entre presión y espacios vacíos. (línea 34, IS5)*

El trabajo con la transición entre niveles fue desarrollado por la residente utilizando, además de las relaciones semánticas entre términos del mismo nivel y entre diferentes niveles, una secuencia temporal de eventos. Para la practicante identificar la línea de eventos del fenómeno es relevante en tanto “permite ver claramente el estado inicial y final del proceso (conceptos macro) e inferir los conceptos micro intermedios” (TFP<sup>5</sup>). Ejemplifica, retomando pasajes de las transcripciones de clases, instancias en las que guio a los estudiantes siguiendo esta secuencia o línea de eventos: “Durante el análisis les pedí además que reconocieran la secuencia de aparición de los niveles en la explicación: (“[...] vamos a interpretar ahora la estructura. ¿Está bien la estructura? ‘; línea 530)”<sup>6</sup> y continúa indicando que esta secuencia es constitutiva de la estructura de la explicación: “Identificaron que la explicación cumplía con la secuencia sugerida de macro-submicro-macro remarcando los conceptos de cada nivel con diferentes colores en el pizarrón (‘¿se cumple la estructura? Empieza con macro, sigue con micro, y termina con macro...’; línea 538).” (TFC).

En otra parte de su análisis, la residente refiere a la estructura de la explicación en un sentido más amplio, al considerar la presencia de conceptos de cada nivel, la consideración de transición entre ambos niveles y la presencia de aspectos descriptivos del fenómeno (“[...] yo había dicho que la estructura de la explicación la entendían como incluyendo conceptos en cada nivel, la transición entre niveles, conceptualización del fenómeno, descripción del fenómeno [...] y el control de la secuencia de nivel de la estructura macro-micro-macro”, línea 459, TF<sup>7</sup>). La residente extiende la caracterización de la estructura incluyendo la explicitación de aspectos de la secuencia de eventos. La misma secuencia expresa transición entre niveles y, en las relaciones semánticas inscriptas en los niveles de la secuencia y en su transición, se delimita la conceptualización del fenómeno. No obstante, la conceptualización, ya no como instancia de la estructura sino analizada en su contenido, expresa el estilo del enunciado. Esta diferenciación puede ejemplificarse en el siguiente fragmento en el que la practicante refiere a la finalidad de la secuencia de eventos:

*Seguir una línea, o sea, saber por dónde empezar y dónde terminar. Entonces se me ocurrió hacer como una línea de tiempo de los eventos del fenómeno. Empezar primero con el inicio y el final, por ejemplo, primero cambia la temperatura, y al final termina cambiando el volumen. Y luego la secuencia intermedia. O sea, de la temperatura, ¿Qué pasa? Aumenta la velocidad de las partículas. De la velocidad de las partículas, ¿Qué pasa? De los choques aumentan los espacios vacíos, y de los espacios vacíos aumenta el volumen. ¿Sí? (IS5, línea 8)*

<sup>2</sup> Codificación para una de las instancias de socialización entre pares durante la Residencia.

<sup>3</sup> Codificación para trabajos elaborados por la residente para la presentación a jornadas en enseñanza de las ciencias naturales.

<sup>4</sup> El entrecomillado está en el original.

<sup>5</sup> Codificación para Power Point utilizado en la presentación del trabajo final.

<sup>6</sup> En este caso utilizamos comillas simples para indicar el fragmento que la practicante recupera de la transcripción y reservamos la comilla doble para el fragmento del análisis elaborado por ella.

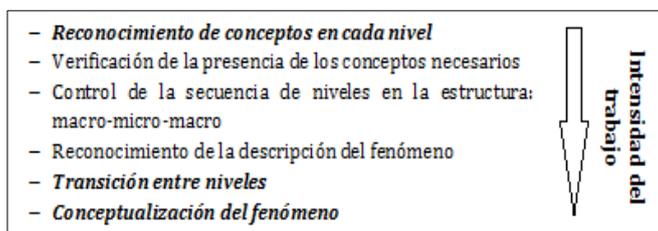
<sup>7</sup> Codificación para Trabajo Final presentado por la practicante en Residencia.

La secuencia, pensada y propuesta por la residente como un elemento estructural del enunciado, es contextualizada en el caso analizado ejemplificando “el inicio y el final [...] y luego la secuencia intermedia”. La contextualización, llevando la estructura al caso, a la singularidad, implica el tránsito al contenido de la explicación y, con ello, a explicitar relaciones semánticas, transitando al estilo de la explicación.

El trabajo con los niveles de conceptualizaron delineó la perspectiva utilizada por la practicante para interpretar sus intervenciones didácticas (“Consideré que para explicar un fenómeno es primordial identificar los conceptos del nivel macroscópico y del submicroscópico que intervienen en el proceso, así como también las relaciones causales entre ellos y la conceptualización desde cada nivel”; TFC).

El trabajo con el estilo se estructura en términos de niveles de conceptualización y la transición entre ellos. El empleo de niveles incorpora elementos lexicales. Entendidos como las palabras de un idioma que están disponibles para la elección del hablante o del escritor (Lima, Ostermann, & Cavalcanti, 2017), estos elementos proporcionan terminología específica para hablar, leer y escribir ciencia en el aula en el contexto de la construcción de explicaciones científicas escolares, junto a las relaciones semánticas legítimas en el marco del modelo científico escolar. Los elementos lexicales, componentes del estilo del género, incorporan estas últimas relaciones constitutivas del patrón temático (Lemke, 1997) correspondiente. En estos términos, tales elementos no se refieren, exclusivamente, al glosario de palabras utilizadas en el contexto del modelo científico escolar. La residente reconoce esto último al considerar que, además de “[...] hacer el listado de los conceptos que intervienen en el fenómeno [...]”, son necesarias las relaciones semánticas (“Empieza con el volumen, o empieza a aumentar la temperatura, aumenta la velocidad de las partículas, aumentan los choques, así (línea 221, IS3)” debido a que, en sus palabras “[...] porque con el glosario solo no alcanza” (línea 221, IS3). El trabajo didáctico con el estilo es recuperado, por la residente, en su referencia al trabajo con el contenido de la explicación: “El trabajo con esta dimensión implica el reconocimiento de que en la explicación de un fenómeno deben aparecer necesariamente las siguientes categorías: descripción del fenómeno; reconocimiento de niveles; conceptualización en niveles y transición entre niveles (línea 318; TF). De estos componentes, el reconocimiento de niveles de conceptualización durante la construcción de la explicación, en palabras de la residente, fue “[...] explícito y sistemático (en inducciones y puestas en común)” (TFP). No obstante, la intensidad del trabajo con las categorías de “*Transición entre niveles y conceptualización desde niveles* fue muy baja, disminuyendo con el avance de las clases.” (TFP).<sup>8</sup>

Consideradas en su conjunto, la practicante evaluó el trabajo con las categorías definidas por ella, en términos de la intensidad relativa de presencia durante el trabajo con las explicaciones:



**FIGURA 1.** Intensidad relativa en el trabajo didáctico con las categorías elaboradas por la practicante durante el análisis de sus intervenciones.<sup>9</sup> Fuente: elaborado por la residente.

## V. CONCLUSIONES

En este trabajo presentamos un análisis del trabajo didáctico de una futura profesora durante la construcción de una explicación científica escolar en un aula de fisicoquímica de la educación secundaria. Este análisis consideró, por un lado, cómo son las intervenciones de la residente durante sus interacciones discursivas con los estudiantes, considerando la noción de ‘enunciado’ recuperada desde la perspectiva bajtiniana y, por otro, cómo estas mismas características se presentan en sus reflexiones sobre sus prácticas de enseñanza. El estudio se enfocó en los tres elementos definitorios de un ‘enunciado’: contenido temático, estilo y construcción compositiva. Estos tres elementos están indisolublemente vinculados en todo el enunciado y están igualmente determinados por la especificidad de un campo dado de comunicación. Sin embargo, el estudio ha evidenciado que la modelización que sustenta la explicación no es reconocida por la futura profesora como importante de explicitar en la secuencia de implicación para sustentar el cambio de nivel de conceptualización.

<sup>8</sup> Las letras cursivas y negritas están en los textos elaborados por la practicante.

<sup>9</sup> Las dimensiones del análisis colocadas en negrita corresponden a las categorías definidas previamente por la residente para el análisis. Las restantes surgieron a posteriori. En palabras de la practicante: “Estas que no están en negrita no son categorías” (línea 459, TF)

El análisis presentado permite evidenciar cómo a partir de conceptos propios de cada nivel de conceptualización y sus relaciones semánticas involucradas en el texto de la explicación, la practicante delimita el contenido de la explicación y las expectativas para los aprendizajes. Una característica importante de la alfabetización en ciencias es la expresión de conceptos y razonamientos científicos a través de géneros particulares (Halliday & Martin, 1993). Es decir, diversas actividades relacionadas al "hacer ciencia" se realizan mediante ciertas formas de discurso (Lemke, 2004). Por ejemplo, los conceptos se expresan mediante nombres genéricos; los procesos se realizan típicamente mediante verbos en tiempo presente atemporales que se encuentran frecuentemente en cláusulas relacionales; ambos conceptos y procesos están articulados por vocabulario técnico (en oposición a las expresiones cotidianas) (Halliday & Martin, 1993). El trabajo didáctico con el estilo se expresa, en el enunciado de la explicación elaborado conjuntamente, en el empleo de términos propios correspondientes a cada nivel de conceptualización (la velocidad media de las partículas, movimiento de las partículas, presión, volumen) y en las relaciones semánticas entre ellos (por ejemplo, "[...] aumenta la temperatura. Eso hace que aumente la velocidad media de las partículas y su movimiento [...]") vinculadas por relaciones causales. Estas relaciones no son explicitadas en el texto; se infieren de las relaciones semánticas.

Entender cómo el habla docente posibilita u obstaculiza potenciales aprendizajes en los estudiantes para la construcción de explicaciones científicas en el aula, es un insumo importante para ser recuperado durante la formación docente continua y, en particular, en el contexto de la formación inicial. Las investigaciones en esta línea han colocado su énfasis en la producción de recursos para la elaboración de explicaciones (Sandoval & Millwood, 2005; Rappa & Tang, 2018) o en reconocer las dificultades de los estudiantes en la elaboración de explicaciones (Wang, 2014), siendo, relativamente menos frecuentes las investigaciones centradas en el discurso docente durante el trabajo con las explicaciones en el aula. La enseñanza de las explicaciones en el aula de ciencia requiere de un conocimiento didáctico. En este contexto, analizar didácticamente las explicaciones científicas considerando las características presentadas en este trabajo permite que el futuro profesor reconozca a una explicación en tanto género discursivo y oriente sus prácticas de enseñanza según esta consideración. Los resultados obtenidos en este trabajo permiten evidenciar que contenido temático, estilo y construcción compositiva pueden ser consideradas categorías de análisis para pensar el trabajo didáctico en las instancias activa y pos-activa correspondiente a las prácticas de enseñanza de explicaciones científicas escolares, promoviendo la reflexión docente durante la formación docente inicial.

## REFERENCIAS

- Arán, P. O. (2017). *La herencia de Bajtín. Reflexiones y migraciones*. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba. Centro de Estudios Avanzados.
- Bajtín, M. (1982). *Estética de la creación verbal*. México: Siglo XXI.
- Chambliss, M. J., Christenson, L. A. & Parker, C. (2003). Fourth graders composing scientific explanations about the effects of pollutants: Writing to understand. *Written Communication*, 20(4), 426-454.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2002). *Research methods in education*. London: Routledge.
- da Silva, C. P. e da Costa Tourinho, A. (2019). Interações discursivas em aulas de Química: relações com o engajamento dos alunos. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 199-224.
- De Lira, M. R. (2014). *A explicação na prática discursiva-pedagógica no ensino de ciências naturais*. Sao Paulo: Paco.
- Erickson, F. (2012). Qualitative Research Methods for Science Education. In: B. Fraser, K. Tobin, C. McRobbie (eds). *Second International Handbook of Science Education*. Springer International Handbooks of Education, 24, (pp. 1451-1469). Dordrecht: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7\\_93](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_93)
- Grzinchich, C. (2016). La comunicación discursiva en Mijail Bajtín. *El Cactus, Revista de Comunicación*, 5(5).
- Halliday, M. A. K. & Martin, J. R. (1993). *Writing science: Literacy and discursive power*. Washington, D.C.: The Falmer Press.
- Kapon, S., Ganiel, U. & Eylon, B. S. (2010). Explaining the unexplainable: Translated scientific explanations (TSE) in public physics lectures. *International Journal of Science Education*, 32(2), 245-264.
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.

Lemke, J. L. (2004). The literacies of science. In: E. Wendy Saul, (ed.). *Crossing borders in literacy and science instruction: Perspectives on theory and practice*, (pp. 33-47). Newark, DE: International Reading Association; Arlington, Va.: NSTA Press.

Lima, N. W., Ostermann, F. e Cavalcanti, C. J. d. H. (2017). Física Quântica no ensino médio: uma análise bakhtiniana de enunciados em livros didáticos de Física aprovados no PNLDEM 2015. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 34(2), 435-459.

McNeill, K. L. & Pimentel, D. S. (2010). Scientific discourse in three urban classrooms: The role of the teacher in engaging high school students in argumentation. *Science Education*, 94(2), 203-229.

Ogborn, J., Kress, G. & Martins, I. (1996). *Explaining science in the classroom*. London: McGraw-Hill Education (UK).

Rappa, N. A. & Tang, K.-S. (2018). Integrating disciplinary-specific genre structure in discourse strategies to support disciplinary literacy. *Linguistics and Education*, 43, 1-12.

Sandoval, W. A. & Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and instruction*, 23(1), 23-55.

Silva, L. e Francisco, W. (2019). Análise de interações discursivas e ações verbais entre estudantes do nível superior de Química: um diálogo sobre a argumentação e a aprendizagem. *Química Nova na Escola*, 42(2), 10-19.

Stake, R. (2010). *Qualitative research: Studying how things work*. New York: Guilford Press.

Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 14(2), 156-168. doi:10.1039/c3rp00012e

Unsworth, L. (1997). "Sound" explanations in school science: A functional linguistic perspective on effective apprenticing texts. *Linguistics and Education*, 9(2), 199-226.

Unsworth, L. (2001). Evaluating the language of different types of explanations in junior high school science texts. *International Journal of Science Education*, 23(6), 585-609.

Veel, R. (1997). Learning how to mean—scientifically speaking: Apprenticeship into scientific discourse in the secondary school. In: F. Christie & J. R. Martin (eds.), *Genre and institutions: Social processes in the workplace and school* (pp. 161-195). London: Continuum.

Wang, X. (2014). Facilitating Reflection with Supporting Groups: A Model of Collective Teaching Reflection. *Delta Journal of Education*, 4(1), 116-132.

Wellington, J. & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press.

Yang, H.-T. & Wang, K.-H. (2014). A teaching model for scaffolding 4th grade students' scientific explanation writing. *Research in Science Education*, 44(4), 531-548.

Yeo, J. & Gilbert, J. (2017). The Role of Representations in Students' Explanations of Four Phenomena in Physics: Dynamics, Thermal Physics, Electromagnetic Induction and Superposition. In: D. Treagust, R. Duit, & H.E. Fisher (eds), *Multiple Representations in Physics Education* (pp. 255-287). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-58914-5\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58914-5_12)