

## Explicando en el aula de ciencia. Un estudio durante la formación docente inicial

*Explaining in the science classroom. A study during initial teacher training*

**Guillermo Eduardo Cutrera**

Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina

[guillecutrera@hotmail.com](mailto:guillecutrera@hotmail.com)

### Resumen

El aprendizaje es un proceso social de construcción del conocimiento en el que las actividades discursivas son esenciales. El lenguaje provee el sustento desde el cual pueden desarrollarse los aprendizajes y las prácticas de enseñanza en las aulas de ciencia. La explicación científica es un género discursivo que debe ser enseñado y el profesor debe proporcionar diferentes instancias para su aprendizaje. El docente no solo debería explicar procesos físicos y químicos basándose en modelos científicos escolares; también debería, en sus prácticas de enseñanza, modelar y guiar a los estudiantes en la construcción de las explicaciones de fenómenos.

En este trabajo analizamos el discurso de una futura profesora de Química durante su residencia en un aula del nivel educativo secundario. Recurriendo a una metodología cualitativa analizamos su discurso verbal identificando las estrategias discursivas utilizadas durante la construcción conjunta de la explicación de un fenómeno cotidiano.

**Palabras claves:** formación docente inicial, residencia docente, explicación científica escolar

### Abstract

Education is a social process of knowledge construction where discourse skills become essential. Language provides the foundation from which teaching learnings and practices in science classrooms develop. The scientific explanation is a discursive genre that should be taught and teachers should promote opportunities to enable its learning. In his teaching practices, the teacher should not only explain physical and chemical processes on the basis of school science models, but also model and guide students in the construction of scientific explanations of phenomena.

In this paper, we analyzed the discourse of a future Chemistry teacher during her residency in a high school level classroom. By means of qualitative methodology, we analyzed her verbal

discourse identifying the discursive strategies used during the joint construction of the explanation of an everyday phenomenon.

**Keywords:** Initial teacher training, residency program, scientific explanation at school.

**Fecha Recepción:** Enero 2020

**Fecha Aceptación:** Junio 2020

---

## Introducción

Los estudios sobre la naturaleza de las prácticas sociales coinciden en que la “práctica social” posee un fuerte componente de incertidumbre y apertura, mediada por procesos reflexivos de interpretación de los participantes y regulada por una normatividad ética, que puede ser expresada a través de una dinámica deliberativa y dialógica de comprensión (J. Angulo, Félix, 1994; J. F. Angulo, 1994). G. Edelstein and Coria (1995) priorizan la expresión “práctica docente” a “práctica de la enseñanza”, como modo de atender tanto a lo que sucede dentro del aula como a lo que sucede en el contexto social. La práctica docente, como toda práctica social, es compleja (G. E. Edelstein, 2002). Esta conceptualización de la práctica docente se inscribe en el modelo o perspectiva interpretativa de la práctica (Carr, 1996; Carr & Kemmis, 1988; L. O. Sanjurjo, 2009; L. O. Sanjurjo, 2009; Schön, 1998).

Entendemos a la formación docente inicial como aquella etapa durante la cual se desarrolla una práctica educativa intencional, sistemática y organizada, destinada a preparar a los futuros docentes para desempeñarse en su función. Para ello, durante este proceso se promueve la apropiación de conocimientos teóricos e instrumentales que los habilitan a ejercer su práctica profesional (Davini, 2002). En este contexto formativo, las prácticas profesionales constituyen una entidad coherente e interdependiente dentro del currículum de formación docente; implican la inmersión del practicante en acciones institucionalizadas dentro y fuera del ámbito universitario, producidas en variedad de escenarios en los cuales observa, interviene, reflexiona, reconstruye y valora realidades en su complejidad con la intención de ir construyendo su identidad como docente. Pensar el conocimiento profesional docente desde una perspectiva práctica, y su episteme hermenéutica, nos introduce en el reconocimiento de la complejidad del aula y, en particular, de las prácticas docentes (Carr & Kemmis, 1988). Cuando estas prácticas son contextualizadas en la etapa inicial de la socialización profesional –residencia-, la perspectiva práctica y su episteme interpretativa, nos interpelan desde la multidimensionalidad del conocimiento profesional docente (González Sanmamed, 1995) y evidencian la complejidad en el acceso a una de estas dimensiones –el conocimiento práctico- (Schön, 1998).

En este trabajo estamos interesados en analizar el discurso de una futura profesora de Química durante su periodo de residencia en un aula del nivel educativo secundario (Provincia de Buenos Aires, Argentina) en la materia escolar fisicoquímica. En particular centramos nuestra atención en cómo la practicante vehiculiza en el plano interpsicológico la enseñanza de explicaciones científicas escolares. Analizamos su discurso verbal identificando las estrategias discursivas utilizadas y nos detenemos en caracterizar cómo estructura las explicaciones durante las instancias de puesta en común de explicaciones elaboradas por los estudiantes e instancias de construcción conjunta de explicaciones. Analizamos las interacciones discursivas residente-estudiantes considerando el trabajo didáctico con los niveles de conceptualización de la materia.

### **Explicaciones científicas en el aula de ciencia**

La comunicación verbal es un elemento decisivo en las instituciones de enseñanza; por un lado, porque el lenguaje hablado es el medio a través del que se realiza gran parte de la enseñanza y, por otra parte, en tanto es a través del cual los estudiantes muestran al profesor gran parte de lo que han aprendido (Cazden & Beck, 2003). El discurso verbal del docente deviene, entonces, en vehículo privilegiado para la enseñanza en el aula y debería ser analizado considerando su doble dimensión, potencialmente facilitadora u obstaculizadora, de los aprendizajes. La relevancia del discurso docente, además, se evidencia si recordamos que, a diferencia de lo que ocurre en otros ambientes humanos, en el aula escolar el control de lo que se habla está en manos del profesor, por ejemplo, a partir del manejo de los turnos de habla (Edwards & Mercer, 2013).

En este trabajo, recuperando la perspectiva Vygotskiana, destacamos la centralidad del papel docente en el nivel interpsicológico para promover aprendizajes relacionados con la construcción de explicaciones científicas escolares, explicitando qué es una explicación y cómo elaborarla. Los estudiantes pueden elaborar mejores explicaciones si los profesores definen explícitamente lo que significa una explicación científica y definen sus componentes (McNeill & Krajcik, 2008). Bargalló (2005) advierte sobre las dificultades planteadas a los estudiantes ante la construcción de una explicación considerando, entre otros aspectos, que esta demanda no tiene el mismo significado en todas las materias escolares. Aprender a elaborar textos explicativos supone aprender sobre un nuevo género discursivo y estos aprendizajes deben ser promovidos desde las prácticas de enseñanza.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Entendemos la noción "género discursivo" desde la perspectiva Bajtiniana (Bajtin, 1952).

La construcción de una explicación científica en el aula de ciencia implica un elenco de entidades, una ontología (Osborne & Patterson, 2011) que, según Ogborn, Kress, and Martins (1996), asumen el rol de “protagonistas” que representan una serie de eventos considerados lingüísticamente como los explanans. Ogborn et al. (1996) consideran a las explicaciones científicas escolares como sinónimo de “historias”. La elaboración de estas explicaciones requiere, según los autores, de la creación de diferencias, la elaboración de entidades, las transformación del conocimiento y la tarea de dotar de sentido a la materia. En toda explicación científica existe un mundo de protagonistas que representan una secuencia de acontecimientos que tiene resultado el fenómeno a explicar. Parte de la dificultad en la explicación de conceptos científicos en las aulas de ciencias proviene del hecho de que aprender ciencias involucra no sólo ampliar los horizontes de la percepción y adquirir nuevos conocimientos e informaciones, sino, principalmente, pasar a concebir el mundo físico de forma diferente (Martins, Ogborn, & Kress, 1999)

Las prácticas de enseñanza y las prácticas de aprendizaje de las explicaciones científicas escolares suponen el dominio del lenguaje científico. Las dificultades que conlleva el aprendizaje del lenguaje científico han sido extensamente desarrolladas en diferentes investigaciones en didáctica de las ciencias (Bargalló, 2005; Bargalló & Prat, 2005, p. 30; Evagorou & Osborne, 2010; Pardo, 2016; Sanmartí, Izquierdo, & García, 1999; Sutton, 1992; Taber, 2015). En palabras de Bargalló (2005, p. 34): “[...] Podemos, pues, deducir que el lenguaje de la ciencia suele actuar más de barrera que de puente para facilitar el conocimiento a una mayoría del alumnado [...]”. Durante la construcción de textos explicativos-justificativos, los estudiantes deben establecer relaciones causales entre eventos que involucran entidades teóricas propuestas en el contexto de modelos científicos escolares, involucrándose en instancias de conceptualización que, además, pueden establecerse en niveles diferentes de representación (macroscópico y submicroscópico). Esta complejidad se expresa en el patrón temático de la disciplina que debe ser aprendido por los estudiantes y enseñado por los profesores. Estas prácticas de enseñanza y de aprendizaje se dan al mismo tiempo y, en este contexto, un profesor de ciencias es, también, un profesor de lengua (Pardo, 2016).

Como indicamos oportunamente, en este trabajo estamos interesados en las interacciones discursivas residente-estudiantes durante las instancias de puesta en común de explicaciones escolares y de construcción conjunta de estas últimas. Analizamos estas interacciones desde la perspectiva de los niveles de conceptualización de la materia (Johnstone, 1982, 1991, 2000), considerando los aportes de Caamaño Ros (2014) y Taber (2013). Esta perspectiva nos ofrece el marco de referencia, por un lado, para la identificación de las estrategias discursivas que la

practicante emplea para vehicular, en el plano interpsicológico, aprendizajes relacionados a la construcción de explicaciones científicas escolares de fenómenos cotidianos. Por otra parte, ofrecen el marco de referencia para analizar cómo la practicante guía estas construcciones en el aula de ciencias.

## Metodología

La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo. Es un tipo de investigación interpretativa centrada en la técnica de análisis de contenido conversacional (Krippendorff, 2004). La unidad de análisis es un caso (Stake, 2012) correspondiente a una estudiante del profesorado de Química durante la instancia de su residencia en una institución educativa de nivel educativo medio de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Se propone un estudio de caso en profundidad centrado en el tema “gases”, prescripto en la propuesta curricular de la Provincia de Buenos Aires. La secuencia didáctica desarrollada por la practicante se contextualiza en la materia escolar fisicoquímica correspondiente al segundo año de la educación secundaria. La elección de la temática es intencional, en tanto permite el trabajo con diferentes niveles de conceptualización de la materia, según las orientaciones didácticas del diseño curricular para la materia fisicoquímica en el segundo año de la escuela secundaria. En este trabajo presentamos el análisis de los dos primeros episodios durante los cuales la practicante recupera relaciones semánticas trabajadas con anterioridad y presenta al grupo de estudiantes una demostración experimental de un fenómeno cotidiano, elaborando con los estudiantes una explicación científica escolar del mismo. El diario de clase de la residente, las transcripciones de la clase y de su instancia de socialización correspondiente constituyen el material textual para el análisis.

Con relación al proceso de construcción de categorías durante la investigación, en el período de las prácticas de residencia los estudiantes de profesorado se interiorizan en la mirada didáctica de la propuesta curricular desde los niveles de conceptualización de la materia. Estos niveles ofrecen un marco de referencia para el trabajo durante las instancias pre-activa, activa y post-activa (Jackson, 1998). El proceso de codificación incluyó instancias de codificación abierta y codificación axial (Strauss, 1987). Se realizaron diferentes modalidades de codificación abierta - por párrafo, por documento- si bien, y especialmente, se desarrolló por medio del proceso de microanálisis, utilizando la técnica de rotulación a fin de codificar segmentos de texto referidos a un mismo tema (Strauss & Corbin, 2002).

## Resultados

### Análisis episódico<sup>2</sup>

Previamente al desarrollo de esta secuencia didáctica, el grupo de estudiantes había trabajado en la elaboración de explicaciones escolares. Como parte de este trabajo elaboraron un “glosario” de términos pertenecientes a cada uno de los niveles de conceptualización. Ese glosario es recuperado por la practicante durante el inicio de esta primera clase y la residente reconoce el conocimiento que los estudiantes tienen de estos términos (“No, pero eso mismo que dijiste del glosario. El glosario se lo saben de memoria, y cuando van a hacerlo...”; línea 36, IS1). Durante esta misma instancia socializadora de la práctica docente, el practicante P3 advierte, también, sobre el conocimiento de los estudiantes respecto del trabajo con los niveles de conceptualización ([...] y yo le digo, de que hay un acompañamiento de los chicos [...]); línea 29, IS1). En el trabajo con ambos niveles de conceptualización, la practicante introduce el concepto “espacios vacíos”. Esta intervención didáctica de la residente es retomada en uno de los encuentros de socialización cuando uno de los practicantes recupera una instancia previa de intervención de la residente, centrando su atención en el trabajo didáctico con “espacios vacíos” como término del modelo científico escolar trabajado durante las clases:

9. P3: Una consulta. ¿Habían trabajado? Porque la clase pasada no habían trabajado con espacios vacíos.
10. P2: No. Esta fue la primera clase.
11. P3: ¿El alumno respondió de la nada “espacios vacíos”?
12. P2: No. Porque cuando presentamos, al principio de la clase repasamos el glosario de los conceptos macro y micro, y ahí les metí espacios vacíos. Les dije que lo agregaba.

En su diario de clase la practicante narra el inicio de la clase: “Para comenzar la clase hicimos una revisión de lo que habían visto sobre modelo de partículas, armamos un glosario de conceptos macro, micro y sus relaciones. En el listado de conceptos macro consideramos temperatura, presión, volumen y masa. La columna de conceptos micro estaba integrada por los conceptos partícula, velocidad media, fuerzas intermoleculares y choques, y agregué a ese glosario el nuevo concepto de espacios vacíos. Les resultó fácil comprender este concepto, por medio de un diálogo

---

<sup>2</sup> En la transcripción de la clase denotamos “P”: practicante; “E”: estudiante. En la transcripción de las instancias socializadoras diferenciamos a los residentes/practicantes utilizando “P1”, “P2” (para referir a la practicante que constituye el caso analizado), “P3”.

triádico (pregunta-respuesta-evaluación), lograron relacionar el volumen del gas con los espacios vacíos entre las partículas” (Diario de clase 1). La practicante introduce este concepto durante el primer episodio de la clase, instalando su importancia desde una doble perspectiva. Por un lado, para la interpretación de los fenómenos que serán mostrados a continuación (“[...] Vamos a agregar un concepto más, micro, que es importante para que puedan ver lo que vamos a presentar a continuación”; línea 47, clase 1). Por otra parte, para establecer la relación en el nivel submicroscópico con una variable perteneciente al nivel de conceptualización macroscópico (volumen). Esto responde a la necesidad de guiar didácticamente la correspondencia entre las variables pertenecientes a este último nivel y términos del modelo corpuscular:

51. P: [...] Bien. Ahora vamos a empezar a relacionar estos conceptos con éstos (señalando los conceptos de ambos listados escritos en el pizarrón), vamos a ir relacionando. Lo que ustedes sabían hasta ahora era que la temperatura, ¿con qué se representa?

52. A: Con la velocidad.

53. P: Con la velocidad de las partículas, muy bien. ¿La presión?

54. A: Con choques.

55. P: Con choques. ¿Dónde están choques? Acá, muy bien. ¿El volumen con qué se representa?

56. A: Espacio vacío.

57. P: Ah, con espacios vacíos, vieron que les faltaba una parte, les faltaba una pata de todo lo que sabían. El volumen va cambiando según la cantidad de espacios vacíos entre las moléculas. Si yo tengo tres partículas así, en espacios vacíos reducido, no es lo mismo que este espacio vacío. Acá aumenta el espacio vacío, ¿y quién aumentó?

58. A: El volumen.

59. P: El volumen. ¿Sí? ¿Se entiende cómo se relaciona? Bien. Entonces volumen está relacionado con espacios vacíos. ¿Sí? ¿Entendido hasta ahora?

60. A: Sí.

La practicante inicia esta última secuencia de intercambios discursivos siendo explícita en su intención de relacionar ambos niveles de conceptualización (línea 51). Esta intencionalidad es recuperada durante las instancias socializadoras al ser reconocida por los residentes (“[...] y que está claro el tema del pasaje de los niveles, que está también como claro cada uno de los conceptos [...]”; línea 29, IS1).

La presentación del fenómeno a ser explicado ocurre durante el segundo episodio de la clase. La practicante realiza una demostración del fenómeno a los estudiantes.<sup>3</sup> Calienta un frasco erlenmeyer sobre un mechero de alcohol, con un globo ajustado en la boca del recipiente. La residente fija la atención de los estudiantes en el evento considerado relevante (“A ver... Observen qué es lo que va a suceder con el globo”, línea 71), guiando la observación del fenómeno. La observación guiada es seguida por una petición de explicación (“[...] ¿Qué está pasando dentro del frasco, del Erlenmeyer?”, línea 85); la respuesta de una estudiante (“Se está inflando el globo” línea 86) enfatiza en la descripción del evento privilegiado por la observación guiada y la practicante reformula su pregunta (“¿Qué es lo que piensan que está sucediendo adentro? ¿Qué hace la temperatura?”; línea 87, clase 1), haciendo más explícita la demanda de explicación. A partir de esta intervención se desarrolla una serie de intercambios discursivos practicante-estudiante tendiente a una elaboración conjunta de una explicación del fenómeno mostrado. La pregunta de la residente (“¿Qué hace la temperatura?”, línea 87) es respondida por los estudiantes ubicando la explicación en el nivel submicroscópico (“Aumenta la velocidad de las partículas”, línea 87). Finalmente, y recuperando las intervenciones de los estudiantes, sintetiza algunas de las ideas en un texto que es parcialmente descriptivo y en el que establece alguna relación causal (“Aumentan la velocidad y... aumenta el volumen, muy bien. Y la presión, porque empieza a chocar. Muy bien. Muy bien [...]”; línea 87, clase 1). Luego de centrar la atención de los estudiantes en evidenciar diferencias entre las paredes del globo y del recipiente (“[...] ¿Qué diferencia hay entre las paredes del globo y las paredes del Erlenmeyer?” línea 87), la practicante retoma la explicación del fenómeno:

95. P: ¿Se dieron cuenta que es lo que sucede? Al aumentar la temperatura entonces...

96. A: Aumenta la presión.

97. P: Aumenta la velocidad de las partículas.

98. A: [varias respuestas]

99. P: Con lo cual...

100. A: Van chocando con las paredes...

---

<sup>3</sup> “Bien. Lo que vamos a hacer es les voy a presentar experiencias, en base a esas experiencias que yo les voy a demostrar vamos a ir analizando lo que sucede, ¿sí? para poder ir interpretando estas cosas, ¿alguna duda? Bien. Necesito que vayan tomando nota de lo que observan, de las conclusiones que sacamos, porque fíjense que en la guía, en las actividades... ¿tienen la guía? La primer parte es “presento las experiencias”, les cuento cuáles son las experiencias que vamos a hacer, ¿sí? En el punto uno ya les pregunta qué es lo que observaron, ¿sí? describan... y les preguntan cosas relacionadas con las experiencia. Las vamos a ir charlando todas estas cosas pero vayan tomando nota, ¿sí?” (línea 61, clase 1)

101. P: Pero después de que aumenta la velocidad de las partículas, ¿qué pasa?
102. A: Chocan, contra las paredes del globo.
103. P: Chocan contra las paredes del recipiente y del globo. El recipiente no se modifica ¿Por qué?
104. A: Porque es sólido.
105. P: Porque es duro, rígido. El globo también es sólido pero es flexible. El globo, al ser flexible, ¿qué cambia?
106. A: Su volumen.
107. P: Su volumen, puede cambiar su volumen. ¿Se entendió? ¿Sí? (Clase 1)

La explicación es guiada por la residente a partir de diferentes modalidades de intervención. Por un lado, ubicando el intercambio en el nivel de conceptualización: la respuesta de un estudiante en el nivel de conceptualización macroscópico es seguida de la intervención de la residente que la desestima, enunciando la respuesta esperada y, a través de ella, estableciendo el nivel de conceptualización en el que era esperable (línea 98). La enunciación de la practicante (“[...] Al aumentar la temperatura entonces...” línea 98), deja abierta la posibilidad de respuesta en ambos niveles de conceptualización; no se presenta un contexto discursivo que permita, a priori inferir el nivel de conceptualización en el que debería ubicarse la respuesta. Otra modalidad de intervención de la residente durante la construcción conjunta de esta explicación se expresa en la introducción de conectores de explicación sugiriendo la continuidad de vínculos causales (“Con lo cual...” línea 98). También guía la construcción estableciendo los antecedentes de vínculos casuales (“Pero después de que aumenta la velocidad de las partículas, ¿qué pasa?...”, línea 103) y ampliando las respuestas de los estudiantes (“Chocan contra las paredes del recipiente y del globo”; línea 99, clase 1). Esta última estrategia discursiva ha sido reportada en otras investigaciones (Cazden & Beck, 2003; Cros, 2003; Edwards & Mercer, 2013; Lemke, 1997; Mercer, 1995); se trata de una estrategia de intervención genérica, esto es, relativamente independiente del contexto; no sucede lo mismo con las restantes inferidas en este análisis y que pueden ser consideradas dependientes de un contexto didáctico más específico, centrado en discursos explicativos. En esta última intervención, la practicante (“Chocan contra las paredes del recipiente y del globo”, línea 99) amplía la respuesta de los estudiantes y, haciendo explícitas las paredes del recipiente y del globo, retoma la diferencia entre ambas (“[...] El recipiente no se modifica ¿Por qué?”, línea 103) en términos de la posibilidad de cambio en el volumen (líneas 103-107).

La demostración experimental incluyó una doble instancia: el calentamiento del recipiente y, luego su enfriamiento. Los intercambios discursivos considerados en los pasajes anteriores delimitan el

tratamiento didáctico correspondiente a la primera parte de la mostración (líneas 67-107). La practicante solicita al grupo de estudiantes una anticipación de lo que ocurrirá (“[...] Ahora ¿qué les parece que puede pasar si yo bajo la temperatura?”, línea 107, clase 1). Las respuestas de los estudiantes se ubican en lo perceptual (“Se metería para adentro”, “Se va a poner rígido”, “Más duro el globo”, “Estirado”, “No, no se va a congelar”; líneas 108-118, clase 1). Interviene reubicando las respuestas en el nivel de conceptualización submicroscópico e inicia la explicación guiando la construcción de relaciones causales (“Pensemos. Si al aumentar la temperatura, aumentan los choques, aumentan...”; línea 119, clase 1). Los estudiante ubican, discursivamente, sus intervenciones en ambos niveles de conceptualización y la residente recupera algunas de estas intervenciones sin elaborar un texto explicativo (líneas 120-126). En una próxima intervención, realiza la mostración ([...] Ahora ya lo dejé un poquito y ya se bajó. No lo pongo directamente porque tengo miedo que se quiebre, ya me ha pasado. Y ahora lo pongo un poquito con hielo, ¿sí?”; línea 126, clase 1) y propone elaborar una síntesis (“[...] ¿Qué conclusión podemos sacar de esta experiencia? [...]”; línea 132, clase 1) centrada en el reconocimiento de las propiedades del gas que se modificaron (“[...] ¿Cuáles son las variables que cambiaron en este caso, que se modificaron?”; línea 132, clase 1). Los estudiantes reconocen tanto el cambio de la temperatura y del volumen como la constancia de la masa del gas (líneas 133-152). La practicante propone para la presión, en tanto propiedad relevante del sistema para la interpretación del fenómeno, un tratamiento didáctico que se extiende más allá de su reconocimiento (“[...] ¿Qué otra no cambió?”; línea 152, clase 1), avanzando a la justificación de su variación/constancia (“¿Por qué no cambió la presión?”; línea 154, clase 1). Los estudiantes evidencian dificultades para esta justificación; la respuesta de un estudiante sintetiza un punto de vista frecuente en las respuestas (“No. Yo creo que rebotaron más en el recipiente que en el globo. En el globo no rebotan porque las paredes se estiran, y en el recipiente, como es sólido, rebotan”; línea 164, Clase 1). Esta respuesta es considerada como modelo por la residente (“Muy bien lo que decís. ¿Escucharon a su compañero?”; línea 154, clase 1) y en una intervención seguida reelabora esta respuesta ofreciendo una versión para la justificación (“Que el globo, como sus paredes se estiran, las partículas chocan contra el globo, y en lugar de ejercer una presión ¿Qué hacen? Que aumente el volumen. Por eso la presión no cambia, ¿sí? Si yo tuviese un tapón rígido acá, y lo caliente, la presión, ¿aumentaría?”; línea 167, clase 1). La idea del “tapón rígido” es utilizada por la residente como un recurso de comparación, que permita a los estudiantes reconocer en que situación la presión podría haber aumentado, simulando una situación en la que el globo no fuera expandible ([...] Si

el globo no se pudiera expandir, esos choques sí aumentarían la presión. ¿Se entiende?"; línea 141, clase 1). Esta intencionalidad didáctica la explicita en el diario de esta clase:

“Les pregunté cuáles de las variables se mantenían constantes y cuáles cambiaban, lo que respondieron correctamente, salvo la presión, que para ellos fue difícil darse cuenta que en este caso se mantenía constante. Para que lo comprendan les comenté que en el recipiente el volumen no cambia porque es rígido, pero en el globo sí cambia porque está hecho con un material expansible, y por ello la presión no aumenta. Luego les propuse que analizaran que sucedería con la presión si el tapón en lugar de ser flexible fuese rígido, con ese ejemplo creo que entendieron que la presión no cambia porque con los choques de las partículas contra el globo se modifica el volumen.” (Diario de clase 1)

Finalmente la practicante presenta una segunda versión para justificar su pregunta (“¿Por qué no cambió la presión?"; línea 154, clase 1), en la que ofrece una nueva conceptualización formulada, ahora, en los términos de la noción de “espacios vacíos” (“El volumen, ¿sí? Al aumentar el volumen nunca llega, ¿los choques qué hacen? Los choques permiten que las partículas aumenten la distancia entre ellas, ¿sí? el espacio vacío entre ellas, eso es lo que hacen los choques. ¿Por qué? Porque se puede expandir el globo. Si el globo no se pudiera expandir, esos choques sí aumentarían la presión ¿Se entiende?”, línea 171). Estas dos formulaciones (líneas 167 y 171) construyen diferentes interpretaciones para el fenómeno al privilegiar diferentes relaciones semánticas. Estas diferencias se inscriben en la referencia explícita a los “espacios vacíos” y en un mayor énfasis en el nivel submicroscópico durante la segunda explicación; en la primera de ellas, comparativamente, el énfasis se desplaza a una lectura que privilegia el nivel de conceptualización macroscópico, en términos de la relación entre la variación en el volumen y la constancia de la presión. Estas interpretaciones enfatizan miradas diferenciales del fenómeno al privilegiar su conceptualización en un nivel u otro de representación. Así, entendemos que cambios en el nivel de conceptualización construyen nuevas interpretaciones del fenómeno. Explicitar el nivel o los niveles en los que se construye una explicación es un propósito de enseñanza durante esta secuencia didáctica; en este contexto, explicitar a los estudiantes estas formas diferenciales de explicación y sus relaciones sería una modalidad de intervención didáctica deseable. Además, en ambas interpretaciones del fenómeno, el énfasis es colocado en explicar por qué no se modifica la presión desplazando, esta interpretación, a la explicación inicial del fenómeno. Se desplaza la pregunta inicial -por qué se infla el globo?- a la pregunta: por qué la presión permanece constante. Este desplazamiento expresa una preocupación de la residente durante la clase: cómo explicar a

los estudiantes que la presión permanece constante en el fenómeno (“Les pregunté cuáles de las variables se mantenían constantes y cuáles cambiaban, lo que respondieron correctamente, salvo la presión, que para ellos fue difícil darse cuenta que en este caso se mantenía constante”; diario de clase 1). Si bien en el diario de clase expresaba su conformidad con la construcción guiada de la explicación con los estudiantes (“Los alumnos respondieron muy bien verbalmente a la interpretación de lo que sucedía en la experiencia, propusieron que las partículas aumentaban su velocidad con la temperatura, que también aumentaban sus movimientos, y que todo esto provocaba que el volumen del globo aumente”; diario clase 1) durante una de las instancias socializadoras reflexiona sobre esta preocupación:

“Después, ahí cuando hicimos la experiencia del erlenmeyer y el globo, le escribí en el diario. Les pregunté cuáles variables se mantenían constantes y cuáles cambiaban, lo que respondieron correctamente, salvo la presión, que para ellos fue difícil darse cuenta que en este caso se mantenía constante [...] todavía me estoy preguntando de qué forma lo podría haber presentado diferente para que no sea tan complicado para ellos. No tengo la respuesta. Sigo reflexionando. Ya les puse ¿Cómo podría haberlo presentado mejor? No sé. O cómo lo podría haberlo encarado diferente, presentado igual pero charlado diferente con ellos. No sé, porque todavía no tengo la respuesta”; línea 145, IS1).

El episodio finaliza con una nueva solicitud de la residente a los estudiantes, en esta oportunidad tendiente a explicitar la relación entre las variables:

173. P: [...] Bien. Entonces la relación entre las variables que cambiaron es: cuando aumenta la temperatura...

174. A: Aumenta su densidad.

175. P: Entre las variables. Entre estas variables macroscópicas. Si yo aumento la temperatura, ¿qué pasa con el volumen?

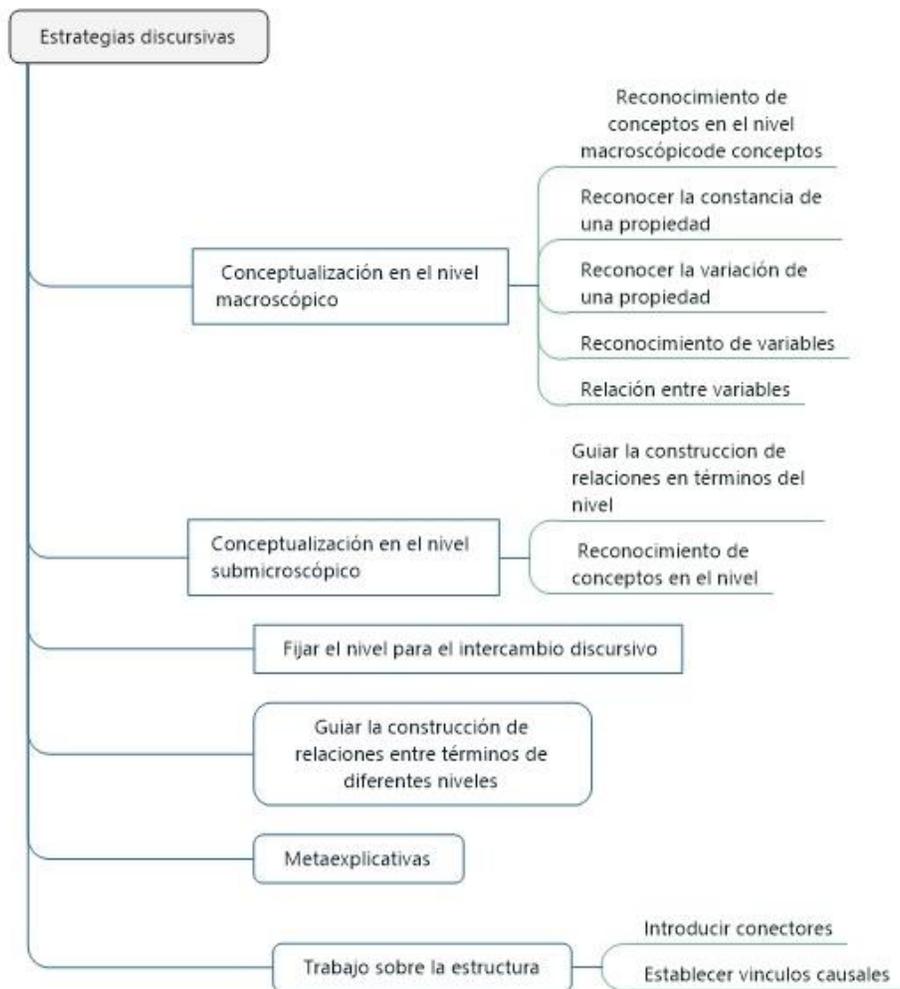
176. A: Aumenta.

177. P: Aumenta. Esa es la relación entre las variables.

La siguiente intervención de la residente delimita el cambio episódico y la transición hacia el tercer episodio (“[...] Bueno, ¿se acuerdan que estuvimos trabajando con explicación? Con explicación ¿se acuerdan que estuvimos trabajando con la explicación de fenómenos? ¿Sí? ¿Todos? [...] ”; línea 214, clase 1) y proponiendo una revisión centrada en recuperar la estructura trabaja en la construcción de las explicaciones científicas escolares (“[...] ¿Se acuerdan de cuál era la estructura de la explicación que teníamos que seguir?”; línea 214, clase 1). La practicante sitúa su discurso

sobre la estructura de una explicación; no guía la explicación del fenómeno sino que guía intercambios discursivos centrados en explicitar cómo construir una explicación. Interpretamos a estas intervenciones situándolas en una dimensión meta-explicativa; son destinadas a explicitar como se explica a partir de elucidar la estructura consensuada para construir una explicación. En el episodio anterior (episodio 2), la practicante trabajó didácticamente con la explicación; en este pasaje del siguiente episodio, trabaja didácticamente sobre la explicación, explicitando cómo estructurarla y ejemplificando. La referencia a esta estructura está dada por una secuencia sugerida para organizar la conceptualización del fenómeno en términos de los niveles de conceptualización (“¿Se acuerdan de cuál era la estructura de la explicación que teníamos que seguir?”, línea 216; “Macro, micro... y macro”; línea 216). El reconocimiento de esta secuencia y de los conceptos pertenecientes a cada nivel de representación son los dos aspectos a considerar en la estructura de una explicación (Dos cosas en particular. Primero recuerdo cuál es la estructura de la explicación, que es esta, ¿sí? y luego hago un listado de los conceptos macro y micro. ¿Sí?”, línea 240). Llevar al texto el reconocimiento de la estructura mencionada necesita del reconocimiento de conceptos según el nivel de conceptualización (“[...] Bueno, lo primero que yo tengo que tener en cuenta para comenzar una explicación, son los conceptos que están involucrados en el fenómeno [...]”; línea 216, clase 1); en este contexto, ambos reconocimientos mantienen una relación de subordinación. Finalizando esta secuencia de intercambios discursivos, la practicante recupera la presencia del fenómeno en la explicación (“[...] Recuerden que en este caso también está el fenómeno. ¿Cuál es el fenómeno?”; línea 240, clase 1). En la Figura 1 se presenta un listado de las estrategias discursivas de la practicante, identificadas a partir del análisis episódico.

Figura 1. Sistema de categorías elaboradas en la investigación.



Fuente: elaboración propia

## Discusión

En este trabajo analizamos la construcción de explicaciones científicas escolares en el contexto de la formación docente inicial. Analizando una de las clases pertenecientes a la secuencia didáctica denominada “gases”, identificamos las estrategias discursivas utilizadas por una futura profesora de química durante su período de residencia docente e interpretamos cómo estas estrategias son utilizadas en el plano interpsicológico para vehicular la enseñanza de las explicaciones durante la instancias de puesta en común de explicaciones construidas por lo estudiantes. El trabajo didáctico se desarrolló en torno a los niveles de conceptualización de la materia; estos niveles guiaron las intervenciones discursivas de la practicante y, además, proporcionaron el marco

interpretativo para la construcción del sistema de categorías para el análisis. La incorporación de registros correspondientes a la instancia de socialización entre pares, durante la cual los residentes trabajaron sobre la transcripción de la clase, y del diario elaborado por la residente luego de su intervención nos permitió recuperar la voz de la practicante y triangular la información.

La construcción de explicaciones científicas escolares fue un propósito didáctico durante la residencia. En este trabajo no analizamos practicas docentes “espontaneas” de explicaciones científicas sino explicitadas en las intenciones docentes y planificadas para su puesta en acto en el aula de ciencias. En este sentido, consideramos que este contexto de intervención es un aporte original de este trabajo.

## Conclusiones

Para Braaten and Windschitl (2011) es frecuente que los profesores, aún experimentados, prioricen prácticas de enseñanza que promuevan que los estudiantes acumulen y repitan información descriptiva sobre fenómenos naturales, sin promover explicaciones científicas sobre su ocurrencia. Según estos autores para que los profesores de ciencias puedan alentar a los estudiantes a transitar de descripciones a explicaciones en las clases de ciencias, es necesario proporcionar orientaciones sobre la naturaleza de las explicaciones científicas y una mayor comprensión de cómo profesores y estudiantes pueden generar y evaluar explicaciones. Además, durante el trabajo con explicaciones científicas escolares las explicaciones alternativas de los estudiantes suelen desplazar a los profesores a un "rincón" conceptual y pedagógico donde parece que la única salida es decirle al estudiante que su explicación es incorrecta y ofrecerle la explicación correcta (Geelan, 2012).

El trabajo didáctico de la practicante, planificado sobre la explicación científica escolar, mostró algunas de las dificultades vinculadas a su enseñanza. Permitió evidenciar la necesidad de prácticas de enseñanza sobre el género discursivo más allá de aquellas centradas en el trabajo conceptual a partir del modelo científico escolar. En estos términos diferenciamos aquellas estrategias discursivas utilizadas por la residente cuando trabaja didácticamente con la explicación de aquellas empleadas cuando guía a los estudiantes en el trabajo sobre la explicación. El trabajo sobre estas dos dimensiones permite crear condiciones en el plano interpsicológico para el aprendizaje tanto de cómo elaborar una explicación como para el aprendizaje de que supone explicar en el aula de ciencia (McNeill & Krajcik, 2008; McNeill, Lizotte, Krajcik, & Marx, 2004; Sandoval, 2001).

## Referencias

- Angulo, J., Félix. (1994). Enfoque práctico del currículum. *Blanco N, Angulo R. Teoría y desarrollo del currículum. Málaga: Aljibe*, 111-132.
- Angulo, J. F. (1994). Enfoque tecnológico del currículum. *Angulo, J. Félix y Blanco, Nieves (1994)(Comp.) Teoría y desarrollo del currículum. Málaga. Aljibe*, 79-110.
- Bajtin, M. (1952). El problema de los géneros discursivos. *Semiología*, 85.
- Bargalló, C. M. (2005). Aprender ciencias a través del lenguaje. *Educación* (Abril-Junio).
- Bargalló, C. M., & Prat, À. (2005). Leer en clase de ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 23(3), 431-440.
- Braaten, M., & Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Science Education*, 95(4), 639-669.
- Caamaño Ros, A. C. (2014). La estructura conceptual de la química: realidad, conceptos y representaciones simbólicas. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*(78), 7-20.
- Carr, W. (1996). *Una teoría para la educación: hacia una investigación educativa crítica*: Ediciones Morata.
- Carr, W., & Kemmis, S. (1988). Teoría crítica de la enseñanza. In: Barcelona: Martínez Roca.
- Cazden, C. B., & Beck, S. W. (2003). Classroom discourse. *Handbook of discourse processes*, 165-197.
- Davini, M. C. (2002). La iniciación en las prácticas docentes en las escuelas. *De aprendices a maestros. Enseñar y aprender a enseñar*.
- Edelstein, G., & Coria, A. (1995). *Imágenes e imaginación: iniciación a la docencia*. Buenos Aires: Kapelusz.
- Edelstein, G. E. (2002). Problematizar las prácticas de la enseñanza. *Perspectiva*, 20(2), 467-482.
- Edwards, D., & Mercer, N. (2013). *Common knowledge: The development of understanding in the classroom*: Routledge.
- Evagorou, M., & Osborne, J. (2010). The role of language in the learning and teaching of science. *Good practice in science teaching*, 135-157.
- Geelan, D. (2012). Teacher explanations. In *Second international handbook of science education* (pp. 987-999): Springer.

- González Sanmamed, M. (1995). *Formación docente: perspectivas desde el desarrollo del conocimiento y la socialización profesional*: Promociones y Publicaciones Universitarias, PPU.
- Jackson, P. W. (1998). *La vida en las aulas*: Ediciones Morata.
- Johnstone, A. H. (1982). Macro and microchemistry. In: Royal SOC Chemistry Thomas Graham House, Science Park, Milton Road, Cambridge, Cambs, England CB4 4WF.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75-83.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry-logical or psychological? *Chemistry Education Research and Practice*, 1(1), 9-15.
- Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: An introduction to its methodology*. London: Sage.
- Martins, I., Ogborn, J., & Kress, G. (1999). Explicando uma explicação. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 1(1), 25-38.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of research in science teaching*, 45(1), 53-78.
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2004). *Supporting students' construction of scientific explanations using scaffolded curriculum materials and assessments*. Paper presented at the Annual Conference of the American Educational Research Association, San Diego.
- Ogborn, J., Kress, G., & Martins, I. (1996). *Explaining science in the classroom*: McGraw-Hill Education (UK).
- Osborne, J. F., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education*, 95(4), 627-638.
- Pardo, J. Q. (2016). ¿Es el profesor de Química también profesor de Lengua? *Educación Química*, 27(2), 105-114.
- Sandoval, W. A. (2001). *Students' uses of data as evidence in scientific explanations*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Assn, Seattle, WA.
- Sanjurjo, L. O. (2009). *Los dispositivos para la formación en las prácticas profesionales*: Homo Sapiens.
- Sanjurjo, L. O. (2009). Razones que fundamentan nuestra mirada acerca de la formación en las prácticas. *Los dispositivos para la formación en las prácticas profesionales*, 15-43.
- Sanmartí, N., Izquierdo, M., & García, P. (1999). Hablar y escribir. *Una condición necesaria para*.

- Schön, D. (1998). *El profesional reflexivo: cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Barcelona: Paidós
- Stake, R., E. (2012). El estudio de casos cualitativos. In Gedisa (Ed.), *Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2012). Estrategias de investigación cualitativa* (Vol. III, pp. 154-197). Barcelona, España.
- Strauss, A. L. (1987). *Qualitative analysis for social scientists*: Cambridge University Press.
- Strauss, A. L., & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*: Universidad de Antioquia Medellín.
- Sutton, C. (1992). *Words, science and learning*: McGraw-Hill Education (UK).
- Taber, K. S. (2013). Three levels of chemistry educational research. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 151-155.
- Taber, K. S. (2015). Exploring the language (s) of chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(2), 193-197.