

Las interacciones discursivas durante la enseñanza de la explicación científica escolar en el aula de fisicoquímica. Un estudio de caso centrado en la formación docente inicial.

EJE TEMÁTICO: INNOVACIONES

Reseñas de Investigación sobre la formación universitaria

Medel, Gisele Anahí¹
Biggio, Cecilia²
Cutrera, Guillermo³

1 Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina, gisemedel@gmail.com

2 Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina, cbiggio@mdp.edu.ar

3 Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina, guillecutrera@gmail.com

RESUMEN

En el contexto de la didáctica química, la explicación científica escolar es considerada como una habilidad cognitivo lingüística indispensable para hablar y escribir, para aprender ciencias. En este trabajo se analizan las interacciones discursivas de una futura profesora de química en un aula de nivel secundario durante la explicación de fenómenos cotidianos modelado por una de las leyes que rigen las transformaciones del estado gaseosos. Desde un enfoque cualitativo centrado en el estudio de caso, incorporamos la lectura de las explicaciones científicas en el aula de ciencia desde la perspectiva de los

niveles de conceptualización. Describimos cómo una futura docente de Química, durante su periodo de residencia, media discursivamente con los estudiantes la construcción de la explicación correspondiente a un fenómeno cotidiano durante el trabajo didáctico con el estado gaseoso. La clase analizada forma parte de una secuencia didáctica de cuatro clases sobre el contenido "gases" para el segundo año de la materia escolar Fisicoquímica perteneciente a la propuesta curricular de la Provincia de Buenos Aires, Argentina

PALABRAS CLAVE: explicación científica escolar, formación docente inicial, discurso docente, prácticas de enseñanza.

1. INTRODUCCIÓN

Siguiendo los aportes de Sanjurjo y Caporossi (2015) entendemos a la práctica docente como una construcción, una praxis social compleja en la que intervienen los saberes, las percepciones, los significados y las acciones de los agentes implicados en el proceso, así como también los aspectos sociopolíticos, históricos, institucionales, administrativos y normativos que delimitan esa práctica.

El bajo impacto en la práctica docente, que posee la etapa correspondiente a la formación inicial, enfatiza en la importancia de revisar la mirada acerca de la relación entre teoría y práctica durante dicha formación. Las dificultades no devienen sólo de la carencia de conocimiento sobre estrategias; la racionalidad técnica (Schön, 1998) tiñe gran parte de las formas de entender la problemática de la enseñanza. En este contexto, se inscribe la relevancia de recuperar las buenas prácticas, reflexionar sobre ellas, fundamentarlas, mejorarlas. Es por ello que la formación de los futuros profesores debería inscribirse en una práctica orientada con un fuerte componente en la reflexión a partir de soluciones de problemas reales, posibilitando que el profesional en formación enfrente situaciones inéditas y aprenda a tomar decisiones (Schön, 1998). Siguiendo a Smyth (1991) asumimos que es necesario trabajar críticamente con los profesores para favorecer un diálogo mediante el cual los mismos sean capaces de reconocer y analizar los factores que limitan su acción.

Cuando se reflexiona sobre la práctica a partir de una situación problema o incidente crítico, el futuro profesor puede replantear y reinterpretar la situación. En la identificación de la problemática y su análisis desde categorías propias de la didáctica disciplinar se inscribe la posibilidad que el docente en formación se convierta en un investigador de su propia práctica. Así, la práctica docente y la reflexión sobre ella son herramientas que ofrecen elementos para mejorar la acción del docente en el aula.

La actividad del profesor se constituye como actividad social en la cual las interacciones construyen los sentidos y las relaciones en el aula. El lenguaje es el instrumento más importante utilizado en la práctica del aula (Kress, Jewitt, Ogborn, & Tsatsarelis, 2001). El lenguaje científico tiene su propia estructura y reglas específicas para su empleo y muchos problemas en el aula se originan en la particularidad de ese lenguaje que muchas veces se opone a la experiencia común y al lenguaje ordinario de los alumnos. Los estudios sobre las interacciones discursivas en las aulas de ciencias han demostrado que estas interacciones refieren y se estructuran en términos de entidades abstractas y que, en la construcción del significado de esas entidades, la forma en que el profesor habla adquiere centralidad para los procesos de aprendizaje (Lemke, 1997).

En este trabajo nos interesa describir y analizar las intervenciones didácticas de una futura docente de química durante la construcción conjunta de una explicación científica escolar de un fenómeno cotidiano en la materia escolar fisicoquímica, correspondiente a la educación secundaria de la Provincia de Buenos Aires. Proponemos una modalidad de análisis que pueda ser recuperada como un dispositivo para promover el trabajo de reflexión sobre la práctica docente, de futuros profesores de química durante su residencia.

1.1 Explicaciones científicas en el aula de ciencia

Los discursos científicos escolares se refieren a las formas en que los estudiantes discuten, practican, piensan y conocen la ciencia. El aprendizaje de la ciencia implica el ingreso en un universo simbólico desconocido; prácticas científicas, conceptos y lenguaje se presentan como una nueva forma de pensar y hablar sobre el mundo (Wellington & Osborne, 2001). Aprender ciencias requiere que los estudiantes comprendan el significado exacto del vocabulario de ciencias, que puede diferir de su significado en el lenguaje cotidiano.

En el aprendizaje de la ciencia los estudiantes deben moverse entre modos de pensamiento propios de su mundo cotidiano y del mundo abstracto de los científicos (Seah & Chan, 2020). Estos discursos representan las formas privilegiadas de conocer, leer, escribir, hablar y pensar dentro del contexto del aula de ciencia (Gee, 2014). Las mediaciones del docente en el aula de ciencia deberían crear condiciones de posibilidad para que explicitar ambas formas de discurso y colocarlas en coexistencia (Hsu & Roth, 2014; Wallace, 2004). La coexistencia de palabras en los dominios correspondientes a los lenguajes científico y cotidiano se traduce, en particular, en una de las dificultades más referenciadas para el aprendizaje del discurso científico (Fleer & Ridgway, 2007).

Estas dificultades se expresan, entre otras, durante la construcción de explicaciones científicas escolares en las aulas de ciencia. A estas dificultades se suman aquellas inherentes a la consideración de la explicación científica como un género discursivo propio de la ciencia. Por otra parte, las explicaciones científicas escolares reclaman la relación entre entidades vinculadas con diferentes ontologías (Ogborn, Kress, & Martins, 1996). Los intercambios discursivos pueden involucrar aspectos observables y mensurables de un determinado sistema en análisis; pueden, también, referir a entidades que se crean por medio del discurso teórico de las ciencias. Estas últimas entidades, si bien pueden adquirir, en el discurso del profesor y de los estudiantes, un estado de entidades reales, asumiendo cierta materialidad, pertenecen no obstante al dominio conceptual. En una explicación científica escolar, estas entidades se relacionan entre sí; la construcción de las explicaciones en ciencias implica la relación entre las dimensiones real o empírica y teórica, y este vínculo se recupera durante la construcción de las explicaciones en el aula de ciencias.

En el reconocimiento y trabajo con estas dimensiones se inscribe una de las dificultades más relevantes durante la construcción de las explicaciones científicas escolares (Ogborn et al., 1996). Los niveles de representación de la materia constituyen una perspectiva ampliamente referenciada en didáctica de la química y en didáctica de la física. Entendemos que estos niveles ofrecen una mediación para el trabajo didáctico con las explicaciones. En este trabajo recuperamos la interpretación de los niveles de representación propuesta por Caamaño Ros (2014) para la enseñanza de explicaciones científicas escolares. Nos interesa recuperar y analizar las reflexiones de los residentes sobre el trabajo con los niveles de representación durante la construcción de explicaciones de fenómenos fisicoquímicos cotidianos

Por otra parte, las investigaciones centradas en las explicaciones científicas han priorizado el análisis de este género en los textos escolares (Giménez, 2015; Izquierdo & Sanmartí, 2000) y la construcción guiada por docentes en ejercicio en aulas de ciencia (Strevens, 2013; Wang, 2015). Sosteniendo que la explicación científica, considerada como género discursivo, debe ser enseñada en las aulas de ciencia (Moje et al., 2004) consideramos la formación inicial ofrece

un contexto privilegiado para el trabajo de los futuros profesores con este género discursivo. En este trabajo nos proponemos describir cómo una futura docente de Química, durante su periodo de residencia, media discursivamente con los estudiantes la construcción de la explicación correspondiente a un fenómeno cotidiano durante la enseñanza de las leyes de los gases.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA / DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo y corresponde a un estudio instrumental de casos (Stake, 2012) centrado en intervenciones discursivas de una residente del profesorado universitario de química, Provincia de Buenos Aires, durante sus interacciones con el grupo de estudiantes.

La clase analizada forma parte de una secuencia didáctica de cuatro clases, sobre en el contenido “gases” dentro de la asignatura Fisicoquímica, perteneciente al segundo año de la Educación Secundaria de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Esta clase, la tercera de la secuencia didáctica, está centrada en la relación entre el volumen y la presión de un gas durante su transformación a temperatura y cantidad de gas constante. La clase fue dividida en episodios para su análisis, utilizándose como criterio el cambio en la actividad de los alumnos.

En su diario, la residente describe el primer episodio de clase: “La clase empezó con un repaso de lo que habíamos visto hasta ahora y un énfasis en aquellas cosas que habían costado más, o que no habían quedado claras”. Durante este mismo episodio, además, propone una revisión de relaciones conceptuales trabajadas con anterioridad (“Mientras tanto se hizo un breve repaso de la relación entre presión y choques entre las partículas y con las paredes del recipiente, volumen y espacio entre partículas y cantidad de masa y cantidad de partículas. Esto era importante porque era el foco del simulador utilizado en la clase”).

En el segundo episodio utiliza un simulador para analizar las relaciones entre las variables, desde un nivel microscópico. Durante el resto de la clase los alumnos elaboran explicaciones sobre fenómenos cotidianos involucrando transformaciones gaseosas. En la construcción de estas explicaciones, los estudiantes recuperan las relaciones entre variables del estado gaseoso analizadas durante el episodio correspondiente al trabajo con el simulador. En su diario de clase la residente relata la modalidad de trabajo con la actividad en este episodio (“[...] se leyeron primero las consignas antes de hacer el trabajo en común con el simulador y fuimos en base a esto contestando una por una [...]). En este trabajo nos detenemos en el análisis y descripción de las interacciones discursivas residente-estudiante durante el episodio dos.

La actividad abordada durante este segundo episodio se apoya sobre las siguientes preguntas:

- A. ¿Qué ocurre con las partículas al aumentar la presión?
- B. ¿Qué le ocurre al volumen?
- C. ¿Qué variables se modifican?
- D. ¿Qué variables permanecen constantes? ¿Cómo te diste cuenta?

E. Explica lo que le ocurriría a la presión al disminuir el volumen utilizando el modelo de partículas.

Resultados

Organizamos este apartado diferenciando dos instancias en el trabajo didáctico durante el episodio. Cada una de estas instancias es definida teniendo en cuenta la intencionalidad didáctica expresada por la residente en su planificación. Esta intención nos permite agrupar las preguntas correspondientes a los ítem a) al d) inclusive en una primera instancia cuyo propósito se definió por guiar la construcción conceptual del fenómeno en términos de reconocimiento de variables y relaciones entre las mismas. Las preguntas b), c) y d) privilegian el trabajo de los estudiantes en el nivel de conceptualización macroscópico; la pregunta a), involucra el vínculo entre los niveles macroscópico y microscópico. Entendemos que este primer grupo de preguntas preparan a los estudiantes para la construcción de la explicación científica del fenómeno propuesta en la pregunta e). A continuación, nos detenemos en la descripción de las intervenciones discursivas de la residente en cada una de las instancias.

a) Preparando el trabajo con la explicación

La primera agrupación de preguntas, según indicamos, correspondería a la intención didáctica de reconocer variables relevantes en el fenómeno. No obstante, el intercambio oral con los estudiantes prioriza la construcción de una explicación del fenómeno. Por ejemplo, en la puesta en común a la primera de las preguntas: ¿Qué ocurre con las partículas al aumentar la presión? la respuesta de uno de los estudiantes remite no sólo al contenido de la pregunta a) sino que progresa en la construcción de una explicación (“Aumentan los choques entre partículas... disminuye el volumen porque ocupan menos espacio”; línea 15). Esta intervención del estudiante es, seguidamente, validada por la residente (“Bien, me gustó esto. Repetilo a ver”; línea 17) sin limitar el alcance de la respuesta del estudiante. Su intención en avanzar en la construcción de una explicación más allá de lo delimitado por la pregunta a) se expresa en una pregunta con la que la residente demanda una explicación ([...] ¿Por qué?; línea 19). Esta última intervención inicia un intercambio durante el cual la practicante guía la construcción de la explicación del fenómeno simulado. En la figura 1, se esquematizan estos intercambios discursivos entre practicante y estudiantes mostrando la secuencia temporal de intervenciones de la residente y, para cada una de las mismas, las respuestas dadas por los estudiantes. Durante esta secuencia, el discurso transita por ambos niveles de conceptualización (macroscópico y microscópico); la intencionalidad didáctica de las preguntas propuestas se amplía en un doble sentido: por un lado, se avanza sobre la construcción de una explicación; por otro, se ubican los intercambios discursivos en un nivel de conceptualización diferente al promovido en las preguntas. La practicante no explicita al grupo de estudiantes que estos intercambios guían la construcción de una explicación; tampoco lo es, respecto a la incorporación de un nuevo nivel de conceptualización.

Durante la construcción de la explicación, la residente guía a los estudiantes utilizando diferentes estrategias discursivas. Sugiere el inicio del texto de la explicación estableciendo las relaciones entre términos de diferentes niveles (líneas 14 y 25, Figura 1); recuperando las respuestas de algunos estudiantes (línea 19 figura 1); guiando la observación del fenómeno simulado para comprobar un evento y vincular términos de ambos niveles (líneas 27 y 29,

Figura 1); retomando la intervención de algunos estudiantes para promover el establecimiento de vínculos causales (línea 37, Figura 1). En el trabajo didáctico con la explicación, la practicante guía la construcción del texto sin explicitar al grupo de estudiantes la naturaleza de los términos utilizados (pertenencia al nivel de conceptualización) ni las relaciones semánticas entre términos (sean pertenecientes a un mismo nivel o a diferentes).

b) La construcción conjunta de la explicación

La construcción de la explicación es propuesta en la parte final de la actividad (ítem e). En la figura 2, se esquematizan los intercambios discursivos entre practicante y estudiantes, durante este pasaje del episodio, mostrando la secuencia temporal de intervenciones de la residente y, para cada una de las mismas, las respuestas dadas por los estudiantes.

La residente guía la construcción de la secuencia de eventos ubicando la atención en el nivel de conceptualización macroscópico (línea 142, Figura 2). Seguidamente, recupera y valida las respuestas y continúa el diálogo solicitando a los alumnos que indiquen qué parte del simulador están observando para reconocer el aumento de la presión (línea 145, Figura 2). Ninguno de los alumnos hace referencia al recipiente que contiene las partículas (líneas 146 y 148, Figura 2). Al guiar la atención del grupo al reconocimiento del cambio de la propiedad macroscópica en el simulador (línea 145, Figura 2), incorpora el nivel fenoménico y finalmente redirecciona la atención a la representación del modelo corpuscular en el simulador. Esta última intervención, guía la conceptualización en el nivel microscópico, donde finalmente uno de los estudiantes ubica la respuesta (línea 152, Figura 2). Finalmente, un estudiante hace referencia a un aumento en el número de choques entre las partículas; esta intervención es validada por la practicante cerrando el intercambio (líneas 153-155; Figura 2).

La cantidad y variedad de estrategias discursivas, utilizadas por la residente durante esta última secuencia, son inferiores a las empleadas durante la construcción de la primera explicación. En general, durante esta serie de intercambios, no promueve la construcción de términos pertenecientes a diferentes niveles, en tanto involucra al nivel microscópico como se solicita en la consigna. Sus intervenciones priorizan las respuestas de los estudiantes en el nivel macroscópico (líneas 143 y 144, Figura 2).

Los intercambios guiados por la residente incluyen una secuencia de eventos que no se inscriben en un texto explicativo. El intento de construcción de una explicación se circunscribe al reconocimiento del cambio en una variable (presión) ante la modificación de otra (volumen). En todo caso, el trabajo en los niveles de conceptualización macroscópico y microscópico, se reduce a enunciar esta relación y a identificar los cambios. La pretensión de construir una explicación deviene en un texto que, finalmente, es descriptivo. En términos de la clasificación propuesta por Taber & Watts (2000) este último texto elaborado por la practicante y estudiantes (ítem e) corresponde a pseudo explicación.

El trabajo de la residente con la explicación científica escolar está centrado en la construcción de relaciones semánticas entre términos de los niveles de conceptualización. Este trabajo presenta discontinuidad según transitamos de la primera a la segunda explicación. Tal discontinuidad se expresa en un empleo de los niveles que, según el contexto, privilegia la conceptualización en ambos niveles o, preferentemente en el nivel macroscópico. En el uso del

recurso didáctico, la practicante focaliza la atención de los estudiantes en diferentes partes de proceso simulado incorporando, en la última secuencia, el nivel fenoménico. Por otra parte, el trabajo didáctico no incluye la consideración de las estructuras de la explicación. Esto último, por ejemplo, se expresa en aquellas intervenciones de la residente en las cuales formula las relaciones causales sin hacerlas explícitas a los alumnos.

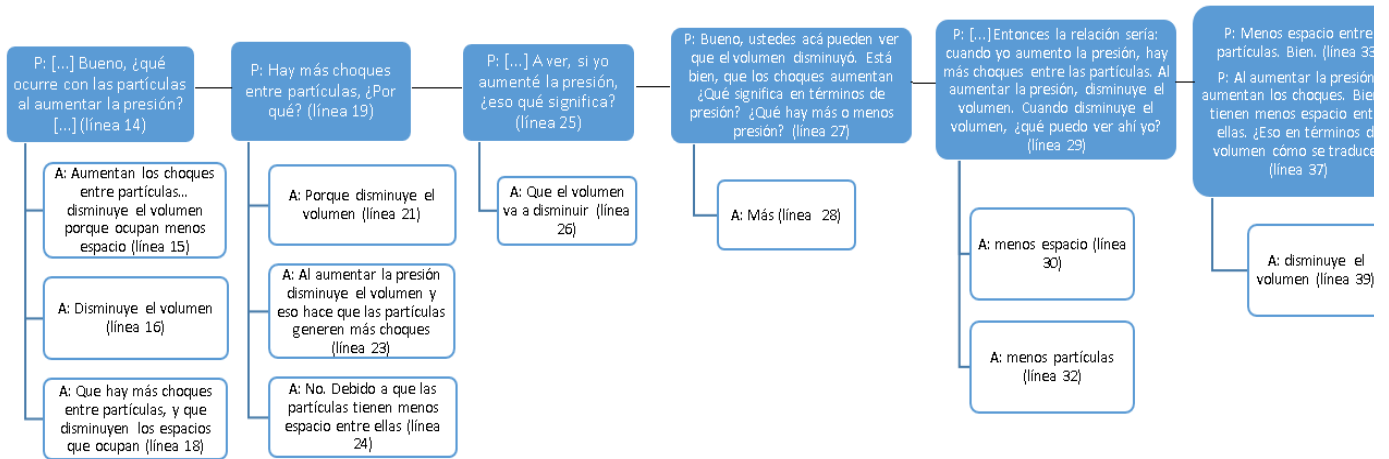


Figura 1 (Intercambios discursivos correspondientes a la construcción conjunta de la explicación desarrollada en los ítems a y b. P: Practicante; A: Alumno)

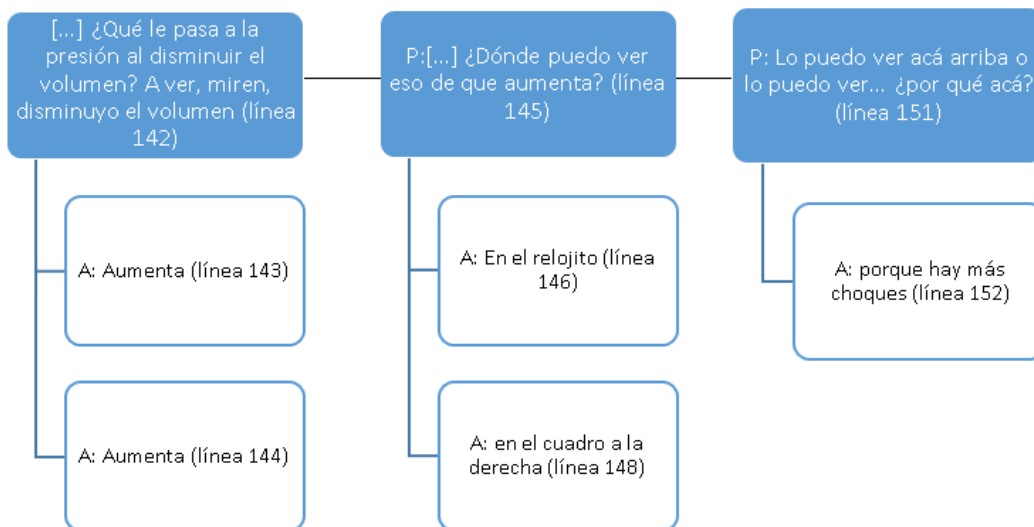


Figura 2 (Intercambios discursivos correspondientes a la construcción conjunta de la explicación desarrollada en el ítem e. P: Practicante; A: Alumno)

3. CONCLUSIONES

En pos de promover prácticas reflexivas durante la formación inicial, creemos indispensable la inclusión de espacios donde los futuros docentes revisen, analicen y reinterpreten su propia práctica. En este marco, el análisis de las intervenciones discursivas puede configurarse como un dispositivo de reflexión primordial para los docentes en formación.

En este caso, el análisis de las intervenciones discursivas de la residente y su diario de clase, permitieron obtener información acerca de las estrategias discursivas utilizadas en su intento de guiar la construcción de una explicación de un fenómeno cotidiano; explicitando la relación entre las variables implicadas en el fenómeno en cuestión. Entendiendo a la vez que las prácticas discursivas de los docentes en formación son un vehículo privilegiado para la enseñanza de las explicaciones científicas escolares, este análisis permitió dilucidar, que la residente trabajó con mayor profundidad la explicación en forma implícita que explícita, privilegiando el nivel macroscópico sobre el microscópico. Además, los momentos de la clase donde la residente había planificado trabajar la construcción de una explicación devinieron en descripciones no concretando los objetivos de la clase. En este sentido, se ve la necesidad de hacer explícito a los estudiantes el trabajo con la explicación científica escolar durante la formación docente.

El lenguaje científico tiene unas características que han sido referenciadas desde la lingüística (Halliday, 1993) y, en este contexto, se inscribe la consideración que, en el proceso de aprender ciencias, los estudiantes deben aprender nuevas palabras, nuevas estructuras gramaticales, es decir, es como aprender otro idioma (Brown & Ryoo, 2008). Además, cada disciplina tiene sus modelos o patrones temáticos a la vez que un patrón estructural (Lemke, 1997). Para que la actividad científica en el aula se desarrolle con éxito es necesario que los participantes dispongan de conocimientos sobre el tema, pero también del necesario dominio de los géneros del lenguaje científico.

Nuestro trabajo centrado en la construcción de explicaciones científicas en el aula de ciencia nos lleva a preguntarnos si la enseñanza sobre el papel y la estructura de la explicación deben ser consideradas explícitamente de los planes de estudios de química o física. Ciertamente, el trabajo de Driver y colaboradores (1996) apunta en esta dirección, y ese objetivo podría formar parte de un movimiento didáctico más amplio tendiente a desarrollar explícitamente las habilidades metacognitivas de los alumnos (Gunstone, 1994).

BIBLIOGRAFÍA

- Brown, B. A., & Ryoo, K. (2008). Teaching science as a language: A “content- first” approach to science teaching. *Journal of research in science teaching*, 45(5), 529-553.
- 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.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press.

- Fleer, M., & Ridgway, A. (2007). *Mapping the relations between everyday concepts and scientific concepts within playful learning environments*. Paper presented at the Learning and Socio-cultural Theory: Exploring Modern Vygotskian Perspectives International Workshop 2007.
- Gee, J. P. (2014). *An introduction to discourse analysis: Theory and method*: Routledge.
- Giménez, G. (2015). *Los textos explicativos: una aproximación teórica y metodológica para su enseñanza*. Córdoba. Argentina: Editorial de la Facultad de Filosofía y Humanidades. Universidad Nacional de Córdoba.
- Gunstone, R. F. (1994). The importance of specific science content in the enhancement of metacognition. In P. J. Fensham, R. F. Gunstone and R. T. White (Eds), *The Content of Science: A Constructivist Approach to its Teaching and Learning*. London, Falmer Press.
- Halliday, M. A. K (1993). "Some Grammatical Problems in Scientific English". En M. A. K. Halliday, & J. R. MARTÍN (eds.), *Writing Science: Literacy and Discursive Power*, University of Pittsburg Press, Pittsburg.
- Hsu, P. L., & Roth, W.-M. (2014). From authoritative discourse to internally persuasive discourse: discursive evolution in teaching and learning the language of science. *Cultural Studies of Science Education*, 9(3), 729-753.
- Izquierdo, M., & Sanmartí, N. (2000). Enseñar a leer y escribir textos de Ciencias de la Naturaleza. En J. Jorba, Gómez, I., & Prat, À. (Ed.), *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares* (pp. 181-200). Madrid Síntesis.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J., & Tsatsarelis, C. (2001). *Multimodal teaching and learning: The rhetorics of the science classroom*. A&C Black.
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.
- Moje, E. B., Peek-Brown, D., Sutherland, L. M., Marx, R. W., Blumenfeld, P., & Krajcik, J. (2004). Explaining explanations. In t. D. & A. D. E (Eds.), *Bridging the Literacy Achievement Gap, Grades 4-12* (pp. 227-251). New York: Teachers College Press.
- Ogborn, J., Kress, G., & Martins, I. (1996). *Explaining science in the classroom*: McGraw-Hill Education (UK).
- Sanjurjo, L., & Caporossi, A. (2015). *Las prácticas en espacios de formación docente: Una cuestión en debate*. Paper presented at the VI Jornadas Nacionales sobre la Formación del Profesorado., Universidad Nacional de Mar del Plata. Buenos Aires, Argentina. 29, 30 y 31 de octubre.
- Schön, D. (1998). *El profesional reflexivo: cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Barcelona: Paidós

- Seah, L. H., & Chan, K. K. H. (2020). A Case Study of a Science Teacher's Knowledge of Students in Relation to Addressing the Language Demands of Science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-21.
- Smyth, J. (1991). Una pedagogía crítica de la práctica en el aula. *Revista de Education*(294), 275-300.
- Stake, R. (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 Gedisa.
- Strevens, M. (2013). No understanding without explanation. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 44(3), 510-515. doi:<https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2012.12.005>
- Taber, K., & Watts, M. (2000). Learners' explanations for chemical phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, 1(3), 329-353.
- Wallace, C. (2004). Framing new research in science literacy and language use: Authenticity, multiple discourses, and the "Third Space". *Science Education*, 88(6), 901-914.
- Wang, C.-Y. (2015). Scaffolding middle school students' construction of scientific explanations: Comparing a cognitive versus a metacognitive evaluation approach. *International Journal of Science Education*, 37(2), 237-271.
- Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham - Philadelphia: Open University Press.