

ESTRATEGIAS ENUNCIATIVAS, GRAVEDAD Y DENSIDAD SEMÁNTICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES CIENTÍFICAS ESCOLARES DE UN FENÓMENO GASEOSO. UN ESTUDIO DE CASO DURANTE LA FORMACIÓN DOCENTE INICIAL

Enunciative strategies, semantics gravity and density in the construction of school scientific explanations of a gaseous phenomenon. A case study during initial teacher training

Guillermo Cutrera [guillecutrera@gmail.com]

*Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Educación Científica.
Universidad Nacional de Mar del Plata.*

Funes 3350, CP 7600, Mar del Plata, Argentina.

Marta B. Massa [martabmassa@gmail.com]

*Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario.
Avda. Pellegrini 250, CP 2000, Rosario, Argentina.*

Silvia Stipcich [silcich@gmail.com]

Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Pinto 399, CP 7000, Tandil, Argentina

Recibido em: 30/08/2023

Aceito em: 09/12/2023

Resumen

En este trabajo se analiza cómo una futura profesora vehiculiza la construcción de la explicación de un fenómeno, vinculado con el tema 'transformaciones gaseosas', con los estudiantes, en un aula de fisicoquímica del nivel secundario de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Para una lectura de estos intercambios, se recurre a la dimensión semántica de la Teoría de los Códigos de Legitimación. Con una metodología cualitativa, centrada en un estudio de caso, se analiza el contenido de la transcripción de una clase. En dialogo con investigaciones previas, se adaptó un dispositivo de traducción para estudiar las variaciones en las intensidades de la gravedad y densidad semánticas –con la diferenciación entre niveles de conceptualización macroscópico y submicroscópico–. Entre los resultados obtenidos se encontró que la residente propuso un trabajo con el contenido de la explicación del fenómeno con el empleo de estrategias enunciativas que son identificadas y descriptas. A partir de los resultados se discuten consecuencias para la enseñanza tendientes a producir un andamiaje la construcción de las explicaciones científicas escolares en aulas de ciencia.

Palabras-clave: explicaciones científicas escolares; prácticas de enseñanza; dimensión semántica; niveles de conceptualización; estrategias enunciativas.

Abstract

This paper analyzes how a future teacher acts to construct the explanation of a phenomenon, linked to the theme 'gas transformations', with students, in a physical chemistry classroom at the secondary level in the Province of Buenos Aires, Argentina. The semantic dimension of the

Theory of Legitimation Codes is used to interpret discursive exchanges between them. The research is done with a qualitative methodology, centered on a case study. The content of the transcript of a class is analyzed using a translation device adapted, in dialogue with previous researches, to study the variations in the intensities of semantics gravity and density –with the differentiation between macroscopic and submicroscopic levels of conceptualization–. Among the results obtained, it was found that the resident proposed a work with the content of the explanation of the phenomenon with the use of enunciative strategies that are identified and described. Based on the results, consequences for teaching tending to scaffold the construction of school scientific explanations in science classrooms are discussed.

Keywords: school scientific explanations; teaching practices; semantic dimension; levels of conceptualization; enunciative strategies.

1. Introducción

El discurso en el aula de ciencia desempeña un papel importante en los aprendizajes de los estudiantes. Investigaciones previas han indagado cómo los profesores de química y de física usan una variedad de estrategias genéricas de discurso para fomentar la interacción en el aula y el dominio del contenido escolar (Soysal & Soysal, 2022; Worku & Alemu, 2020). Sin embargo, han sido relativamente escasas las investigaciones centradas en cómo el discurso de los docentes puede vehicular la construcción de géneros discursivos, como la explicación científica (Tang, 2021).

Los géneros especializados, como la explicación científica, se encuentran frecuentemente presentes en los libros de texto y en el discurso en las aulas (Wellington & Osborne, 2001). Estos géneros son lingüística y epistemológicamente diferentes de otros con los que los estudiantes están más familiarizados (Halliday & Martin, 1993) y, por lo tanto, requieren de prácticas de enseñanza que, a través del diálogo en el aula, promuevan su dominio. En este sentido, relativamente pocas investigaciones se han centrado en estrategias de discurso específicas que puedan ser utilizadas para construir los géneros especializados de cada disciplina escolar en el aula.

Este trabajo se inscribe en una investigación más amplia referida a cómo, futuros profesores vehicular discursivamente la construcción de explicaciones científicas durante su Residencia Docente¹. En particular, el propósito de este trabajo es describir y analizar, en el contexto de la Teoría del Código de Legitimación (TCL), las intervenciones discursivas de una futura profesora tendientes a guiar los aprendizajes relacionados con la modelización de los gases durante la construcción de explicaciones científicas escolares en un aula de fisicoquímica de la educación secundaria.

2. Explicaciones científicas en el aula de ciencia

Como señalan Osborne & Patterson (2011), las explicaciones científicas aspiran a proporcionar comprensión. En este sentido, una explicación científica es un enunciado o conjunto de enunciados en los que se articulan causalmente conocimientos teóricos y hechos empíricos y que se construye a través de un razonamiento con el objetivo de interpretar un

¹ La Residencia Docente, en el plan de estudios de los profesorados universitarios argentinos, constituye la instancia final del Practicum docente. Es la asignatura en la cual los futuros profesores ingresan a instituciones educativas responsabilizándose de las prácticas de enseñanza durante períodos de tiempo determinados.

determinado fenómeno. Tang (2015) propuso un dispositivo didáctico, que recupera el modelo nomológico-deductivo de explicación científica, como andamiaje (Wood, Bruner, & Ross, 1976). para que los estudiantes elaboren explicaciones científicas escolares. De su parte, Yeo & Gilbert (2014) advierten sobre los múltiples aspectos que los estudiantes deben atender al construir una explicación científica: la intención de la explicación buscada; su estructura y las características lingüísticas; y el nivel esperado en el que será construida la explicación. Yeo & Gilbert (2014) proponen tres dimensiones desde las cuales analizar las explicaciones científicas construidas en un aula de ciencia: función, forma y nivel.

La función de la explicación está vinculada con el tipo de pregunta a la cual se busca dar respuesta. Una de las tipologías más referenciadas es la propuesta por Gilbert, Boulter, & Rutherford (2000), consistente en seis tipos de explicaciones entre las cuales resaltan la importancia de la causal que se caracteriza por identificación de un mecanismo que subyace a causas y efectos o, como describe Zimmerman (2007) el "proceso por el cual una causa puede producir un efecto" (p. 184).

La forma de una explicación refiere a la estructura de la explicación, es decir, a la manera en que sus diferentes partes se entrelazan (Yeo, Tan, & Tan, 2017). En relación con la forma, las explicaciones científicas están organizadas en una secuencia lógica, marcada con la inserción de terminología especializada (Schlepppegrell, 2004). Para Braaten & Windschitl (2011), la forma de la estructura causal elemental consiste en conectar la situación inicial del hecho con la final, mediante un encadenamiento de causas y efectos.

Finalmente, dos de las características asociadas al nivel de una explicación se definen por: la precisión y la abstracción. La precisión está asociada con los términos empleados y la existencia o no de ambigüedad en el lenguaje. La abstracción es el resultado de un proceso de simplificación en el que algunos aspectos de una entidad se han omitido o no se han aclarado (Yeo & Gilbert, 2014). En este proceso de abstracción, al detallar el mecanismo subyacente que produce un efecto, se proponen entidades teóricas o modelos con los cuales se interpreta la situación. En esta investigación el grado de abstracción en el contenido de las explicaciones es considerado mediante la noción de niveles de conceptualización propuesta por Taber (2013) y la dimensión semántica de la Teoría de Códigos de Legitimación (Maton, 2014a). Taber (2013) reconceptualiza la propuesta de Johnstone (2000), centrada en niveles de representación -macro y tangible; molecular e invisible; simbólico y matemático-, considerando a los niveles macroscópico y submicroscópico e inscribiendo lo 'tangible' con los fenómenos percibidos del mundo externo.

3. Teoría de los Códigos de Legitimación y dimensión semántica

La TLC es un marco analítico basado en el realismo social y que ha sido caracterizada en términos de un conjunto de herramientas conceptuales y una metodología analítica (Maton, 2016) para el estudio de prácticas de conocimiento, conceptualizar sus principios organizativos y explorar sus efectos a través de diferentes dimensiones (Maton, 2014a). Sus conceptos o herramientas han sido adoptadas por profesores/investigadores, que procuran mapear propuestas de construcción de conocimiento para comprender, cambiar y mejorar sus prácticas (Martin, Maton, & Doran, 2019; Maton, 2014a). La herramienta de análisis conceptual y metodológico de la TCL posee cuatro dimensiones: especialización, semántica, autonomía y temporalidad (Martin et al., 2019). Cada dimensión de la TCL comprende conceptos que examinan un conjunto diferente de principios organizadores que subyacen a las prácticas, percepciones, creencias y disposiciones de los actores. Estos principios se conceptualizan como diferentes tipos de 'código de legitimación'.

La dimensión semántica de la TCL considera los campos sociales de prácticas como estructuras de significado, cuyos principios organizadores se conceptualizan como códigos semánticos denominados gravedad semántica (GS) y densidad semántica (DS). La gravedad semántica analiza la relación entre el conocimiento y su objeto de conocimiento; expresa “el grado en que el significado se relaciona con su contexto” (Maton, 2014a, p. 110). La gravedad semántica sugiere que la relación entre conocimiento y objeto de conocimiento varía a lo largo de un continuo. Procesos de fortalecimiento de la GS (GS+) implican pasar de ideas abstractas o generalizadas hacia casos más concretos y delimitados, mientras que las instancias de debilitamiento de la gravedad semántica (GS-) suponen transitar de los detalles concretos de un caso específico a generalizaciones y abstracciones cuyos significados son menos dependientes de ese contexto (Maton, 2014a). El discurso en la física trabaja con conceptos y principios abstractos, descontextualizados, que tienen una gravedad semántica débil. Estos principios abstractos se pueden aplicar a una variedad de contextos físicos específicos, aumentando la gravedad semántica.

La densidad semántica establece un rango de relativa condensación o elaboración de significados. Una densidad semántica fuerte (DS+) implica la integración de múltiples ideas, condensadas en una idea más compleja; una densidad semántica débil (DS-) implica ideas menos complejas o la elaboración parcial de ideas complejas. El discurso en la física trabaja con una densidad semántica fuerte porque los significados se condensan en nominalizaciones –palabras o frases científicas que tienen un significado denso–, por ejemplo, "inducción". El significado también se condensa dentro de las múltiples representaciones –gráficos, símbolos, diagramas, fórmulas matemáticas– que caracterizan a la disciplina.

La representación de las fortalezas relativas de GS y DS a lo largo del tiempo, en TCL, delimitan un perfil semántico (Maton, 2014b). Este perfil puede evidenciarse en un plano donde las intensidades relativas correspondientes a la GS y DS se representan en el eje de las ordenadas y, en el eje de las abscisas, el tiempo. El perfil semántico se puede usar para mapear las prácticas a medida que se desarrollan en el tiempo, ya sea en una tarea del estudiante, un episodio de clase, parte de una lección, una serie de lecciones, un curso completo o incluso todo un currículo.

4. Metodología

La investigación se enmarca en una metodología cualitativa centrada en el enfoque de un caso único (Stake, 2012). El episodio presentado en este trabajo se inscribe en una secuencia didáctica de siete clases centradas en el tema ‘transformaciones gaseosas’ que incluyó el trabajo explícito con la construcción de explicaciones científicas escolares, en un aula de fisicoquímica de la educación secundaria de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Cada una de las clases fue grabada en audio y video. El caso considerado corresponde a las interacciones discursivas entre la practicante² y los estudiantes en la segunda clase durante la instancia de puesta en común de una explicación científica. En esta clase la residente presentó al grupo de estudiantes el fenómeno a explicar: un globo colocado en la boca de un erlenmeyer que se infla al calentar el recipiente. A partir de esta experiencia, los estudiantes elaboraron, organizados en pequeños grupos, una explicación del fenómeno recurriendo al modelo cinético de los gases introducido en una clase anterior y, seguidamente, la residente recuperó dos de las explicaciones que se analizaron en forma grupal. Finalmente, propuso a los estudiantes construir una explicación conjunta. Esta última construcción corresponde al episodio estudiado en este trabajo.

² Se emplean los términos ‘practicante’ y ‘residente’, indistintamente. Con ellos se designan a los estudiantes del profesorado que cursan la Residencia Docente.

Se realizó un análisis temático o categorial de la transcripción de la clase (Bardin, 2007). Se tuvo en consideración las interacciones discursivas en su singularidad, a partir del análisis episódico realizado en la lectura línea a línea de la transcripción de la clase (microanálisis). Esta instancia del microanálisis involucró el estudio en profundidad de los episodios, recuperando la particularidad del contexto didáctico en el que se expresan las intervenciones discursivas de la practicante. En una instancia inductiva del análisis se infirieron estrategias enunciativas utilizadas por la practicante para vehicular la construcción de la explicación con los estudiantes. Por otra parte, la definición previa de los conceptos de DS y GS, provenientes de la dimensión semántica de la TCL, fue complementada inductivamente, por la definición de las modalidades asociadas a las intensidades de cada uno de ellos. Para la lectura de la DS se recuperó la propuesta de Taber (2013) centrada en la distinción entre los niveles de conceptualización macroscópico y submicroscópico.

Para establecer relaciones entre los datos empíricos y los códigos semánticos, en el contexto de la TCL, se adaptaron dispositivos de traducción tanto para la GS (Tabla 1) como para la DS (Tabla 2) específicos para el intercambio discursivo que acompaña la construcción de la explicación. Estos dispositivos permiten mediar entre la teoría y los datos en la investigación discursiva en la educación científica (Georgiou, Maton, & Sharma, 2014; Maton & Doran, 2017). Un dispositivo de traducción involucra “momentos iterativos entre la teoría y los datos” (Maton & Chen, 2016, p. 33) para ajustar simultáneamente el marco teórico a los datos en cuestión y, a su vez, para leer los datos a través del marco teórico. Con estos dispositivos de traducción fue posible analizar la variación de la DS epistémica y de la GS durante la construcción de la explicación científica escolar del fenómeno físico mencionado como práctica social específica. En esta adaptación, recurrimos a la propuesta de Taber (2013) para proporcionar una lectura de las modalidades asociadas a la DS en términos de niveles de conceptualización. La descripción y el análisis fueron desarrollados a partir de los perfiles semánticos asociados a las variaciones temporales de la GS y DS. Se construyó, además, un plano semántico para visualizar las vías de cambio según las diferentes modalidades de códigos semánticos.

Tabla 1. Niveles de gravedad semántica. Fuente: adaptado de Georgiou, Maton, & Sharma (2014)

Intensidad de la GS	Categoría	Descripción
Aumento en la intensidad 	GS+	Corresponde a intercambios discursivos referidos a entidades del mundo cotidiano (referentes específicos).
	GS ₀	Corresponde a intercambios discursivos en los cuales se trabaja con el modelo científico escolar contextualizando las relaciones semánticas.
	GS-	Corresponde a intercambios discursivos durante los cuales se trabaja con el modelo científico escolar sin contextualizar las relaciones semánticas.

Tabla 2. Niveles de densidad semántica elaborados para el episodio analizado. Fuente: adaptado de Santos y Mortimer (2019).

Intensidad de la DS	Categoría	Descripción
Aumento en la intensidad 	DS++	Corresponde a intercambios discursivos formulados con términos pertenecientes al nivel de conceptualización submicroscópico.
	DS+	Corresponde a intercambios discursivos formulados con términos pertenecientes a ambos niveles de conceptualización.
	DS ₀	Corresponde a intercambios discursivos formulados con términos pertenecientes al nivel de conceptualización macroscópico.
	DS-	Corresponde a intercambios discursivos formulados con términos del lenguaje cotidiano y cuyo referente es el evento.

5. Resultados

Construcción conjunta de la explicación del fenómeno

El trabajo didáctico con la explicación del fenómeno se extiende durante el quinto episodio de la segunda clase e incluye la elaboración conjunta de la residente con el grupo de estudiantes de una explicación del fenómeno (líneas 569-641). La siguiente es la explicación resultante del trabajo conjunto: “Si calentamos un Erlenmeyer con un globo en el pico aumenta la temperatura eso hace que aumente la v_m de las partículas y su movimiento provocando que aumenten los choques contra las paredes del recipiente y del globo, aumentando los espacios vacíos y con ellos el volumen, manteniendo constante la presión.”

La practicante fija la atención en la descripción de fenómeno y ofrece indicios para iniciar la organización de la secuencia de eventos –modalidad discursiva– (P: “[...] ¿Cómo empezamos la explicación? Describiendo el fenómeno. Si calentamos, ¿qué?”, línea 569). Continúa con los aportes de estudiantes (A2: “Que tiene un globo con tapa”, línea 573; A3: “Que tiene como tapa como un globo”, línea 573). El contenido de los intercambios permanece fuertemente contextualizado en los objetos involucrados en la ocurrencia del fenómeno (GS+), privilegiando el uso del lenguaje cotidiano (DS-). Existe una intención explícita en la practicante de comenzar la explicación con una descripción de eventos (línea 569). Si bien ella habilita intervenciones de los estudiantes que describen las condiciones iniciales para la ocurrencia del fenómeno a explicar (líneas 570-578), esta instancia no recibe, de su parte, un tratamiento análogo a aquellas centradas en la conceptualización en ambos niveles:

570. A1: Erlenmeyer

571. P: A ver. ¿Pueden prestar atención, por favor?

572. P: Si calentamos un Erlenmeyer, ¿qué más?

573. A2: Que tiene un globo con tapa.
 574. A3: Que tiene como tapa como un globo.
 575. P: Sí. Podemos decir también.
 576. A2: Lo del globo... tapa la ¿? (01:10:44)
 577. P: Sí. Podemos decir que tiene un globo en el pico, ¿sí?
 578. A4: Con un globo tapando la boca.

En su intervención (línea 579) la residente procura ubicar los intercambios en un nivel de conceptualización macroscópico. Ante las respuestas de los estudiantes, centradas en el discurso cotidiano (A5: “El globo se va a empezar a inflar [...]”; línea 582), reitera la pregunta; sus intervenciones (líneas 581 y 583) evidencian el propósito de iniciar la construcción de la explicación en un nivel discursivo diferente al cotidiano. En efecto, en su reiteración de la pregunta (línea 583) obtiene respuestas formuladas en términos de conceptos de ambos niveles –macroscópico y submicroscópico–:

579. P: Si calentamos un Erlenmeyer con... ¿Qué sucede ahora?
 580. A5: Aumentamos la temperatura.
 581. P: Si calentamos un Erlenmeyer con un globo en el pico, ¿qué pasa?
 582. A5: El globo se va a empezar a inflar, ¿o no?
 583. P: Pero si yo lo caliente, ¿qué pasa?
 584. A6: Aumenta la temperatura.
 585. A7: Aumenta la velocidad media.

Ante las respuestas de los estudiantes (líneas 584-85), seguidamente, la practicante inicia la construcción de las relaciones semánticas entre conceptos pertenecientes a ambos niveles y recurre a fijar el nivel de conceptualización –modalidad discursiva– (P: “Esperen, vamos a ubicarnos en el nivel. Tengo que empezar con macro. ¿Cuáles son los conceptos macro? [...]”, línea 586), ubicando la atención en el nivel de conceptualización macroscópico y solicitando el reconocimiento de conceptos en este nivel:

586. P: Esperen, vamos a ubicarnos en el nivel. Tengo que empezar con macro. ¿Cuáles son los conceptos macro? No. No nombré ningún concepto macro. Aumenta la temperatura. Porque ese fue el fenómeno. Yo lo calenté, no se aumentó sola la temperatura. Aumenta... Aumenta la temperatura, ¿y luego?
 587. A5: Aumenta la velocidad...
 588. P: Perfecto, aumenta la velocidad.
 589. A8: ¿Aumenta la temperatura del gas, y la velocidad aumenta?
 590. P: ¿En qué nivel estamos ya?
 591. A3: Micro.
 592. P: Micro, bien. Eso hace que aumente la velocidad media de las partículas. ¿Y luego? ¿Cómo sigue? Chicos, silencio, por favor...

Seguidamente retoma las relaciones semánticas anteriores (líneas 583-585), fijando explícitamente el nivel de conceptualización en el que se está trabajando (P: “¿En qué nivel estamos ya?”, línea 590) y guía a los estudiantes en la continuidad de la explicación ofreciendo indicios durante la construcción de la secuencia de eventos –modalidad discursiva– (P: “¿Y luego? ¿Cómo sigue?”, línea 592; “¿sí? ¿Qué más?”, línea 594; “[...] ¿Qué más provoca?”, línea 600). Al explicitar el nivel de conceptualización –modalidad discursiva– en el que se ubican los intercambios en el diálogo (P: “¿En qué nivel estamos ya?”, línea 590), la residente orienta a los estudiantes acerca del nivel en que se ubicarán las relaciones semánticas. Durante esta secuencia, guía la construcción de relaciones semánticas entre términos pertenecientes a

diferentes niveles de conceptualización –modalidad discursiva– (a partir de la relación entre los términos temperatura-velocidad media de las partículas; líneas 586-589). En esta instancia de la construcción del texto, residente y estudiantes transitan hacia un nuevo referente –el modelo científico escolar–, descontextualizando el contenido a partir de una disminución en la intensidad de la GS (GS-), con un aumento en la fuerza relativa de la DS (DS+). Las enunciaciones se instalan en el nivel de conceptualización submicroscópico o relacionando términos pertenecientes a ambos niveles de conceptualización, aumentando la intensidad de la DS. Esta nueva instancia se desarrolla, prácticamente, hasta finalizar la secuencia considerada.

En este aumento de la DS, las interacciones de la practicante con el grupo de estudiantes contextualizan el contenido de los intercambios (líneas 595-602), al recuperar las condiciones impuestas por el fenómeno, explicitadas en la referencia a la pared y al volumen del globo. Durante la misma, la GS varía manteniendo su intensidad relativamente alejada de aquellos valores correspondientes a interacciones discursivas centradas en el referente empírico. Esta distancia es particularmente relevante durante la finalización de la secuencia cuando la practicante enuncia la conclusión del razonamiento. El contenido de este enunciado es descontextualizado del fenómeno, manteniendo el referente abstracto considerado en los intercambios anteriores y formulado a partir de términos propios de ambos niveles de conceptualización (P: “Generando espacios vacíos, muy bien ¿Y qué más? Generando espacios vacíos y aumentando el volumen, muy bien”; línea 602, clase 1).

595. P: [...] ¿Qué más?

595. A9: Provocando más choques.

596. P: Muy bien, provocando más choques contra...

597. A8: Las paredes.

598. P: Del recipiente, ¿y qué más?

599. A9: Del globo.

600. P: Y del globo. ¿Sí? ¿Estamos de acuerdo? ¿Qué más provoca? No escucho.

601. A10: Provoca espacios vacíos.

602. P: Generando espacios vacíos, muy bien. ¿Y qué más? Generando espacios vacíos y aumentando el volumen, muy bien. ¿Falta algo?

En la Figura 1 se representan, en el perfil semántico, las variaciones en las intensidades de la GS y de la DS en los intercambios discursivos entre la practicante y el grupo de estudiantes para el episodio analizado.

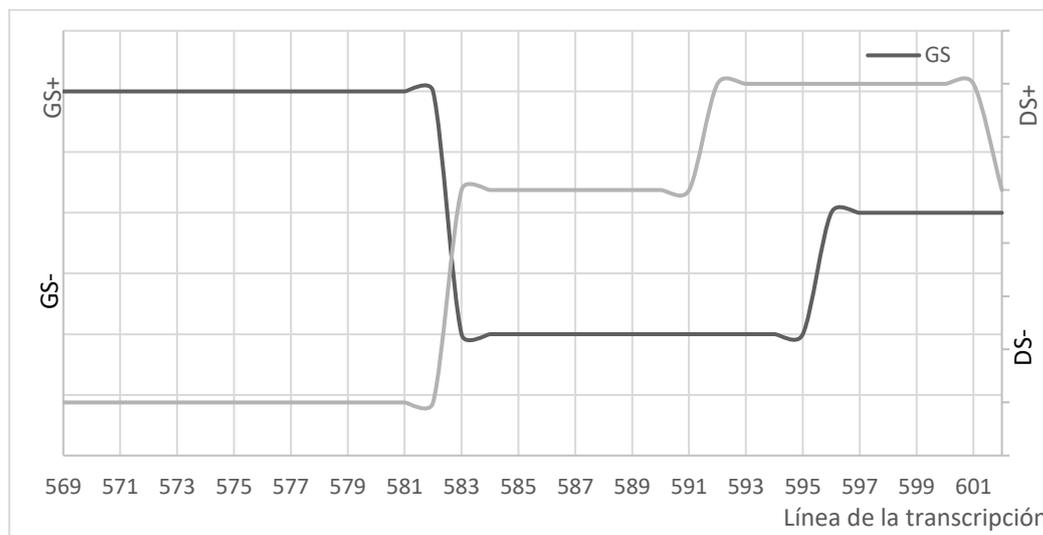


Figura 1. Perfil semántico para la GS y para la DS. Fuente: elaboración propia.

El perfil semántico se expresa en rangos semánticos diferenciales para cada uno de los códigos caracterizados por una sucesión de intensidades mayores/menores y menores/mayores para la GS y de intensidades menores/mayores para la DS (Maton, 2014a). Estos rangos se presentan en diferentes oportunidades durante las interacciones discursivas para cada uno de los códigos. Expresan, en su conjunto, cómo la practicante guió la conceptualización del fenómeno durante los intercambios discursivos con los estudiantes. El perfil semántico correspondiente a la GS muestra una descontextualización seguida de una recontextualización leve, en el contenido de los intercambios, sin recuperar la intensidad original de la GS. Si bien sobre la finalización de los intercambios, la practicante recupera una condición del fenómeno, proporcionada por un estudiante (línea 579), no obstante, permanece en el empleo del modelo contextualizado en esta condición, sin explicitar las condiciones finales de su ocurrencia. Esta situación se diferencia respecto al inicio de los intercambios, en los que la practicante sostiene los intercambios deteniéndose en hacer explícitas las condiciones iniciales del fenómeno. En este contexto, la GS no recupera la intensidad inicial y la DS sostiene su mayor intensidad. Hay, entonces, un trabajo didáctico diferencial con las condiciones iniciales y finales de la ocurrencia del fenómeno y una tendencia a priorizar el trabajo con la conceptualización desde el modelo científico escolar.

Estrategias enunciativas

Siguiendo a Mortimer, Massicame, Tiberghien, & Buty (2007) asumimos que, para los enunciados que surgen en un aula, los profesores recurren a un conjunto de estrategias – denominadas estrategias enunciativas– que corresponden a diferentes movimientos interactivos y discursivos entre ellos y sus estudiantes. Estas estrategias incluyen los movimientos discursivos e interactivos dirigidos a la aparición de los enunciados. En el contexto de este marco de referencia recuperamos la noción de “enunciación”, entendida como el acontecimiento constituido por la aparición del enunciado. Este acontecimiento permite considerar los aspectos interactivos durante la producción de los enunciados, los cuales pueden involucrar a diferentes sujetos en interacción (Silva & Mortimer, 2010).

En el análisis de las interacciones de la residente con el grupo de estudiantes durante la construcción conjunta de explicaciones científicas escolares, presentado en el apartado anterior, identificamos diferentes estrategias enunciativas, utilizadas por la practicante en el plano interpsicológico, para promover la construcción de las explicaciones. Para el caso analizado, considerando la distinción propuesta por Yeo & Gilbert (2017), estas estrategias pueden ser diferenciadas entre aquellas que permiten el trabajo didáctico con el contenido de la explicación y aquellas que vehiculizan el trabajo con la estructura de la explicación (Figura 2).

La primera de estas estrategias es ejemplificada por aquellas intervenciones discursivas de la practicante a través de las cuales ‘guía la construcción de relaciones semánticas entre términos pertenecientes a diferentes niveles de conceptualización’ y por las cuales ‘fija el nivel de conceptualización’. Las estrategias enunciativas relacionadas al contenido de la explicación científica escolar pueden, entonces, ser diferenciadas en términos del nivel de conceptualización involucrado y permiten caracterizar el trabajo didáctico de la residente tendiente a promover la conceptualización del fenómeno recurriendo a los diferentes niveles de conceptualización. Esta conceptualización es mediada a partir de la construcción de relaciones semánticas en los niveles, durante los intercambios discursivos entre la practicante y el grupo de estudiantes, en procesos de negociación de significados que delimitan patrones temáticos que legitiman los discursos que circulan en las aulas (Edwards & Mercer, 2013; Lemke, 1997; Mercer, 2002). En el caso analizado, las intervenciones de la practicante

promovieron la relación entre los niveles macroscópico y submicroscópico (línea 589, por ejemplo), por un lado; por otra parte, guiaron la construcción de la explicación indicando explícitamente el nivel en el que transcurría o debería transcurrir el contenido del texto (línea 590).

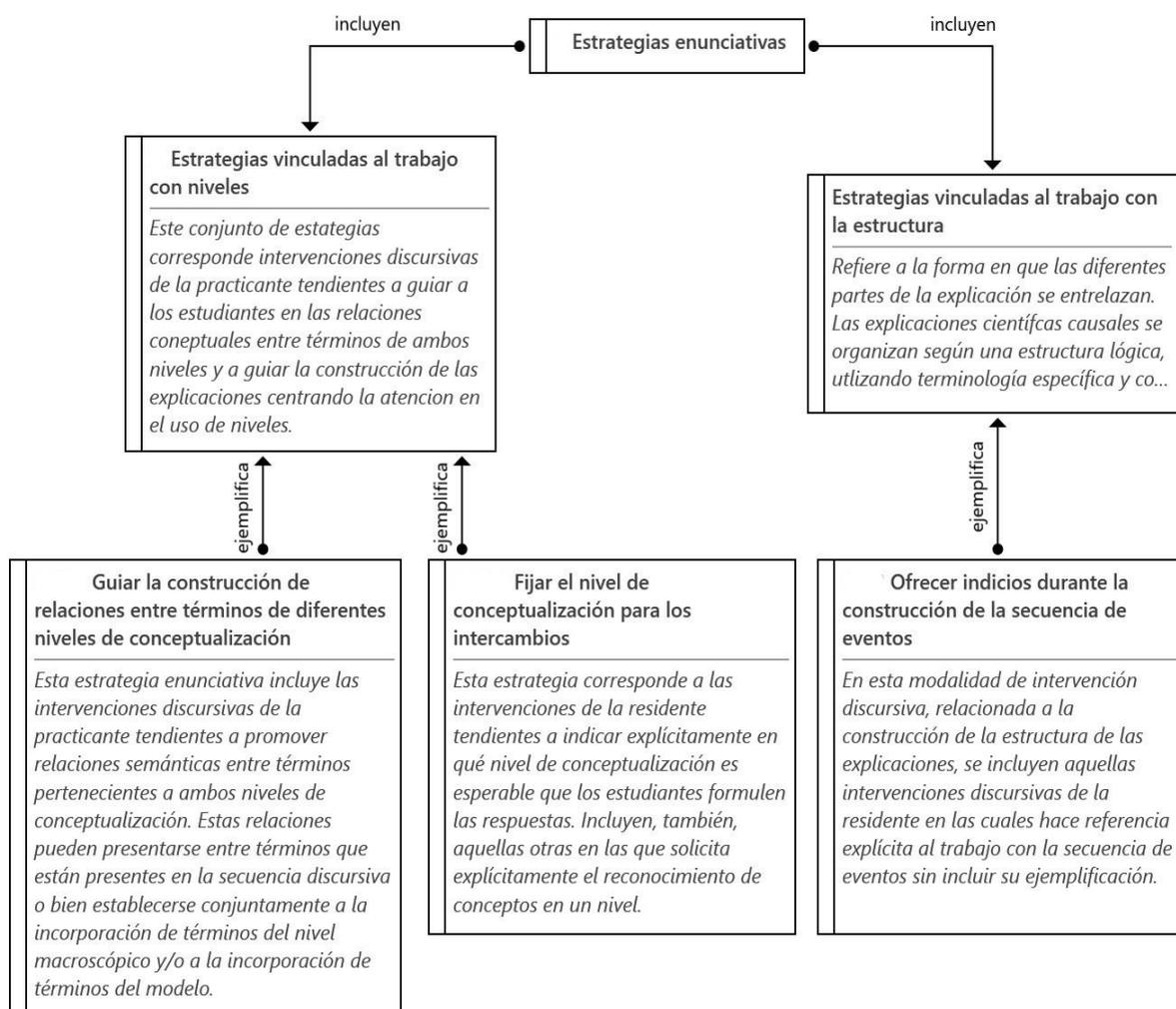


Figura 2. Estrategias enunciativas y modalidades discursivas asociadas. Fuente: elaborada por los autores.

La segunda estrategia enunciativa es ejemplificada por intervenciones de la residente a partir de las que 'ofrece indicios para la construcción de la secuencia de eventos', por medio de la cual guía la construcción de la explicación en términos de su estructura.

Con relación a esta última consideración, las estrategias enunciativas se presentan, especialmente, durante el trabajo con las relaciones semánticas propias del modelo científico escolar. Expresan el trabajo didáctico de la practicante guiando intercambios caracterizados por intensidades relativamente altas de la DS (DS+; DS++) e instancias de GS baja (GS-) o media (GS₀) en la contextualización en el contenido de los intercambios. En los intercambios discursivos, delimitados por una fuerte contextualización y por referencia a las condiciones iniciales del fenómeno, en cambio, no fue posible identificar estrategias enunciativas que caractericen las intervenciones de la residente debido a la menor atención didáctica que dedicó al trabajo en estas instancias. Por lo tanto, la preocupación didáctica de la residente, durante la construcción conjunta, priorizó la conceptualización en niveles, dedicando menor atención a la

construcción de las condiciones del fenómeno. En este episodio, la practicante priorizó el trabajo didáctico con el contenido de la explicación sin recuperar el trabajo con la estructura de la explicación –al menos con la sistematicidad que lo realizó en otras instancias de las clases–. En la Figura 2 se presentan las estrategias enunciativas con las respectivas modalidades identificadas en este estudio.

6. Conclusiones

En este trabajo se ha analizado cómo una futura profesora guía la construcción de la explicación de un fenómeno a través del estudio del contenido de las interacciones residente-estudiantes desde la dimensión semántica de la TLC e identificando las estrategias enunciativas utilizadas por ella. Si bien el trabajo didáctico guiando a los estudiantes en la construcción de explicaciones ha sido recuperado en otras investigaciones (Tang, 2015), la identificación y análisis de las estrategias enunciativas docentes durante estas instancias ha sido, aún, menos indagado. Las estrategias enunciativas fueron caracterizadas considerando las intenciones de la residente (Soysal, 2019). Estas estrategias permiten identificar modalidades de intervención didáctica durante la construcción de explicaciones que, a partir de su análisis, posibilitarían la reflexión sobre las prácticas de enseñanza. En este contexto, reconocer y problematizar las estrategias a partir de transcripciones de episodios, proporcionarían un dispositivo interesante para promover prácticas reflexivas durante la formación docente inicial.

Las modalidades asociadas a las intensidades de la DS en este trabajo, recuperando los niveles de conceptualización, proporcionan una lectura adicional a las empleadas en otras investigaciones (Ferreira dos Santos, Silva Júnior, & Mortimer, 2021). Por otra parte, el trabajo con la dimensión semántica también proporciona un dispositivo para promover prácticas reflexivas durante la formación docente inicial. Las investigaciones en TCL centradas en la reflexión docente son aún incipientes (Rusznyak, 2022); el análisis presentado en este trabajo permite delinear un dispositivo para ser recuperado durante la Residencia Docente por formadores de profesores. Por otra parte, el trabajo didáctico con la estructura de la explicación –relativamente ausente en este episodio– es una dimensión de análisis que se pretende recuperar en la continuidad de la investigación, considerando que la construcción de explicaciones en el aula de ciencia requiere que las prácticas de enseñanza atiendan a la relación estructura-contenido.

En la educación en ciencias la explicación de fenómenos, como género especializado, circula frecuentemente en el discurso en las aulas (Wellington y Osborne, 2001). Este género es lingüística y epistemológicamente distinto de otros con los que los estudiantes están más familiarizados (Halliday & Martin, 1993) y, por lo tanto, requiere de estrategias enunciativas específicas que, a través de la conversación en el aula, faciliten su dominio por parte de los estudiantes. En este sentido, pocos estudios que pueden utilizarse para construir los géneros especializados en el aula, se han centrado en las estrategias discursivas específicas de la disciplina; es, en esta última dirección que se pretende inscribir el aporte del presente trabajo.

Referencias bibliográficas

- Bardin, L. (2007). *Análise de conteúdo* (Vol. 70). Lisboa: Edições 70.
- Braaten, M., & Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Science Education*, 95(4), 639-669.
- Edwards, D., & Mercer, N. (2013). *Common knowledge: The development of understanding in the classroom*. London: Routledge.

Ferreira dos Santos, B., Silva Júnior, A. d. J., & Mortimer, E. F. (2021, 13 a 16 de julho). *Um estudo exploratório sobre a densidade semântica no discurso de sala de aula de química*. Paper presented at the 20º Encontro Nacional de Ensino de Química ENEQ Pernambuco - UFRPE/UFPE. Recife.

Georgiou, H., Maton, K. & Sharma, M. (2014). Recovering knowledge for science education research: Exploring the "Icarus effect" in student work. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 14 (3), 252-268.

Gilbert, J., Boulter, C., & Rutherford, M. (2000). Explanations with models in science education. In *Developing models in science education* (pp. 193-208). Springer.

Halliday, M., & Martin, J. (1993). *Writing science: Literacy and discursive power*. Washington, D.C.: The Falmer Press.

Johnstone, A. (2000). Chemical education research: where from here. *University Chemistry Education*, 4(1), 34-38.

Lemke, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia*.(1era edición). Barcelona: Paidós.

Martin, J. R., Maton, K., & Doran, Y. J. (2019). *Assessing academic discourse: Systemic functional linguistics and legitimation code theory*. London: Routledge.

Maton, K. (2013). Making semantic waves: A key to cumulative knowledge-building. *Linguistics and Education*, 24(1), 8-22.

Maton, K. (2014a). *Knowledge and knowers: Towards a realist sociology of education*. London: Routledge.

Maton, K. (2014b). A Tall order? Legitimation Code Theory for academic language and learning. *Journal of Academic Language and Learning*, 8(3), A34-A48.

Maton, K. (2016). Legitimation Code Theory: building knowledge about knowledge-building. In K. Maton, S. Hood, & S. Shay (Eds.), *Knowledge-building: Educational studies in legitimation code theory* (pp. 1-24). London: Routledge.

Maton, K., & Chen, R. T. (2016). LCT in qualitative research: Creating a translation device for studying constructivist pedagogy. *Knowledge building: Educational studies in legitimation code theory*, 27-48.

Maton, K., & Doran, Y. J. (2017). Semantic density: A translation device for revealing complexity of knowledge practices in discourse, part 1—wording. *Onomázein*, 46-76.

Mercer, N. (2002). How is language used as a medium for classroom education? In S. Hutchinson, B. Moon & A.S. Mayes, *Teaching, Learning and the Curriculum in Secondary Schools: A Reader*, (pp.169-189). London: Routledge.

<https://doi.org/10.4324/9780203994184>

Mortimer, E., Massicame, T., Tiberghien, A., & Buty, C. (2007). Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências. *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes*, 1, 53-94.

Osborne, J., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education*, 95(4), 627-638.

Rusznayak, L. (2022). Using semantic pathways to reveal the 'depth' of pre-service teachers' reflections. *Education as Change*, 26(June):24 pages. <https://doi.org/10.25159/1947-9417/10013>.

Santos, B. F., & Mortimer, E. F. (2019). Ondas semânticas e a dimensão epistêmica do discurso na sala de aula de química. *Investigações Em Ensino De Ciências*, 24(1), 62–80. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n1p62>

Schleppegrell, M. J. (2004). *The language of schooling: A functional linguistics perspective*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Silva, A. C. T., & Mortimer, E. (2010). *Contrastando professores de estilos diferentes: uma análise das estratégias enunciativas desenvolvidas em salas de aula de Química. Parte 2-microanálise*. Paper presented at the XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ), Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho.

Soysal, Y. (2019). Investigating the discursive interactions in the elementary science classroom. *Elementary Education Online*, 19(1), 1-17.

Soysal, Y., & Soysal, S. (2022). Exploring Prospective Classroom Teacher Question Types for Productive Classroom Dialogue. *ECNU Review of Education*. <https://doi.org/10.1177/20965311221109283>

Stake, R., E. (2012). El estudio de casos cualitativos. In N. K. Denzin, & Y. S. Lincoln (Ed.). *Estrategias de investigación cualitativa* (Vol. III, pp. 154-197). Barcelona: Gedisa.

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

Tang, K.-S. (2015). The PRO instructional strategy in the construction of scientific explanations. *Teaching Science*, 61(4), 14-21.

Tang, K.-S. (2021). Teaching scientific explanation and argumentation in a post-truth era. *Scan - NSW Department of Education - NSW Government*, 40(4), 16-20.

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

Wood, D., Bruner, J., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 89-100

Worku, H., & Alemu, M. (2020). Classroom interaction in physics teaching and learning that impede implementation of dialogic teaching: An analysis of student-student interaction. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)*, 14(1), 101-127.

Yeo, J., & Gilbert, J. (2014). Constructing a scientific explanation—A narrative account. *International Journal of Science Education*, 36(11), 1902-1935.

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 *Multiple Representations in Physics Education* (pp. 255-287). Springer.

Yeo, J., Tan, A., & Tan, J. (2017). Producing a scientific explanation in physics: What it entails and challenges students face. (Research Brief Series No. 17-001). National Institute of Education (Singapore). <http://hdl.handle.net/10497/19466>

Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27(2), 172-223.