

Niveles de representación y práctica docente. Un estudio centrado en la formación docente.

Levels of representation and teaching practice. A study on the teacher training.

Guillermo Cutrera

Universidad Nacional de Mar del Plata

guillecutrera@hotmail.com

Resumen

La didáctica de la física y de la química ha encontrado en los niveles de representación de la materia una perspectiva de análisis que ha sido frecuentemente utilizada en las investigaciones didácticas. Estas investigaciones han tenido una profunda incidencia al advertir cómo el experto presenta el contenido disciplinar recurriendo a diferentes niveles, transitando entre ellos, sin advertir las dificultades que este uso implícito puede provocar en los estudiantes. En este contexto, explicitar el manejo de niveles deviene en una estrategia metadidáctica relevante, en particular pensando en términos de la formación docente. En este trabajo centramos la atención en las modalidades discursivas a través de las cuales un futuro docente de Química vehiculiza a los estudiantes, a través de su habla, el reconocimiento del nivel macroscópico de representación de la materia, durante la enseñanza de una unidad didáctica centrada en gases, en un curso del segundo año de la educación secundaria.

Palabras clave: niveles de representación, formación docente inicial, comportamiento gaseoso, fisicoquímica.

Abstract

The didactics of Physics and Chemistry has encountered in the levels of representation of matter an analysis perspective which has been often used in didactic researchs. These researchs have had a big impact noticing how the expert introduces the subject matter using a combination of various levels, moving among them, being unaware of the

difficulties that this implicit method could create for the students. In this context, to signify the handling different levels becomes a relevant meta-didactic strategy, particularly thinking in terms of teaching training. In this work, we focus our attention on discursive categories through which a future Chemistry teacher, by means of his speech, leads students to the recognition of the representation of the matter macroscopic level, during the teaching of a didactic unit focused on gases, in second year of high school.

Key words: levels of representation, initial teacher training, behaviour of gases, Physical chemistry.

Fecha recepción: Julio 2016

Fecha aceptación: Diciembre 2016

Introducción

El aprendizaje de la Química exige a los estudiantes el desarrollo de procesos comprensivos para los cuales la propuesta de Johnstone (2000, 2007) ofrece una interpretación interesante. En efecto, y desde esta perspectiva, los estudiantes deben entender la convención para los tres niveles diferentes; realizar traducciones entre los niveles submicroscópico y macroscópico y ser capaces de construir una representación para un determinado fenómeno utilizando el nivel simbólico (Jaber & BouJaoude, 2012). El habla docente, en el contexto del nivel de representación simbólica adquiere particular relevancia para las prácticas de enseñanza (Bucat & Mocerino, 2009). Este último, además, es extendido en su importancia didáctica a componentes no verbales (Gilbert & Treagust, 2009, Cheng, 2009).

En este marco, la didáctica de la química ha encontrado en la propuesta del triángulo de Johnstone, un soporte teórico para la investigación sobre la enseñanza disciplinar. Esta propuesta permite indagar las relaciones entre las dimensiones observable-no observable del conocimiento disciplinar como también la relevancia del lenguaje y otras formas de representación en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Química. El triplete o triángulo propuesto por Johnstone ha dado lugar a variadas investigaciones en el campo de la didáctica disciplinar profundizando sus implicaciones teóricas y didácticas. La educación química supone el acceso a un conjunto de ideas nucleares que

involucran: la naturaleza corpuscular de la materia, la periodicidad de los elementos químicos en sus propiedades físicas y químicas, conservación de la energía, geometrías moleculares, el incremento de la entropía del universo durante las reacciones químicas, entre otras (Atkins, 2005). Este acceso requiere de representaciones, tanto de estas ideas como de los fenómenos que involucran. La noción de “representación” adquiere, en este contexto, particular relevancia; nuestro acceso a los fenómenos y a las ideas a través de representaciones.

En este contexto, Johnstone propone un acceso a través de diferentes niveles de representación. El nivel *macro* está representado por lo “tangible”, por aquello a lo cual accedemos por medio de nuestros sentidos. El nivel *micro* lo componen átomos, moléculas iones y las diferentes estructuras. El *representacional* o *simbólico* lo constituyen los símbolos, fórmulas, ecuaciones gráficos, formalización, etc. (Johnstone, 2000).

El manejo simultáneo y no explícito de los tres niveles requiere de un entrenamiento sólo compatible con el conocimiento del experto, pero alejado de las posibilidades del novato. En tal sentido, es interesante destacar la desconexión entre el conocimiento que los estudiantes generan para dar sentido al mundo que les rodea (un mundo de objetos “visibles” y personas) y el conocimiento científico, plagado de símbolos extraños y conceptos abstractos referidos a un mundo más imaginario que real:

“But how about the concept of “element” or “compound”? There is no immediate sensory way to get all these ideas. Examples of elements may be yellow powders, colourless gases or brown liquids, but so also are examples of compounds. Where are the common factors? Where are the distinguishing marks? They exist only in the mind, unless the compound can be shown to be broken down into elements experimentally and then to prove that the elementary bits really are elements. This is a long way from school science. Many scientific concepts are of a similar nature: the electron, bond energy, photons, structures and molecules.” (Johnstone, 1991, p. 77)

Ciertas modalidades en la caracterización del nivel macroscópico priorizan la dimensión fenoménica. Por ejemplo, Treagust, Chittleborough, & Mamiala, (2003), en su caracterización del nivel macroscópico, afirman que está formado por los fenómenos químicos observables que pueden incluir experiencias de la vida diaria de los alumnos tales como cambios de color, observar algunos productos que se forman y otros que

desaparecen. En esta misma línea de conceptualización Galagovsky, Morales, Rodríguez, & Stamati (2003), describen al nivel macroscópico asociado a las representaciones mentales adquiridas a partir de la experiencia sensorial directa.

En un trabajo posterior, Treagust (Gilbert and Treagust, 2009) define al nivel macroscópico enfatizando en las propiedades materiales de una entidad o de un sistema:

“This level consists of representations of the empirical properties of solids, liquids (taken to include solutions, especially aqueous solutions), colloids, gases and aerosols. These properties are perceptible in chemistry laboratories and in everyday life and are therefore able to be measured. Examples of such properties are mass, density, concentration, pH, temperature and osmotic pressure.” (p. 4)

Estas modalidades de conceptualización no son coincidente en términos de cuál es la nota distintiva que define al nivel macroscópico. El énfasis en la observación de atributos observables del fenómeno contrasta con la atención centrada en propiedades fisicoquímicas para representar el fenómeno. La primera definición se detiene en el nivel de la observación del fenómeno; la segunda, en su conceptualización. Parecería, entonces, que la conceptualización del nivel macroscópico es susceptible de cierta polisemia. Caracterizar al nivel macroscópico en términos del dominio perceptual, dominio en el que nos manejamos a partir de la experiencia sensorial directa, basada en propiedades organolépticas, visuales, auditivas y táctiles, aleja la posibilidad de conceptualización en este nivel. Por ejemplo, una experiencia de laboratorio centrada en el cambio de color de un indicador natural de pH puede guiar el reconocimiento del fenómeno en términos de características perceptuales, sin avanzar en una instancia de construcción de conceptos relevantes de la Química tales como ácido, o reacciones ácido-base. Circunscribir al nivel macroscópico en una u otra finalidad implica decidir respecto de la conceptualización en el nivel. Galagovsky, Morales, Rodríguez, & Stamati (2003), por ejemplo, plantean claramente esta demarcación para el nivel de representación macroscópico:

“Todos los sistemas materiales que manipulamos podemos caracterizarlos mediante descripciones sensoriales que aportan información a este nivel. Un vaso con un líquido, un vaso vacío o un vaso con un polvo se perciben de esa forma. Suponer o interpretar que el líquido puede estar puro o ser una solución, que el vaso vacío está lleno con una solución gaseosa (aire) o que

el polvo es una mezcla imperceptible con una composición dada, no son percepciones directamente inferidas del nivel macroscópico.” (p. 109)

Esta polisemia, advertida por Taber (2009) y recuperada por Caamaño (2014), fue recuperada en el contexto de un reclamo de elucidación conceptual para este nivel de representación. En particular, Taber (2009) advierte sobre la confusión entre dos modalidades de entender el macroscópico, según la atención esté centrada en los fenómenos o en la conceptualización de los fenómenos. El énfasis de Taber (2009) es dirigido a distinguir la ocurrencia del fenómeno del nivel macroscópico. Esta delimitación del nivel es acompañada por una diferenciación entre los fenómenos que ocurren en la realidad y la modelización que hacemos de ellos (Caamaño, 2014; Talanquer, 2011). El nivel macroscópico de representación de la materia es, siguiendo al autor, un nivel de conceptualización de los fenómenos; en tanto este nivel se presenta como instancia de conceptualización se impone, por lo tanto, la relevancia del reconocimiento de los términos propios del nivel como también de las relaciones semánticas entre ellos.

En este trabajo recuperamos esta conceptualización del nivel (Taber, 2009) y proponemos una categorización para analizar el discurso áulico de los residentes en el nivel de representación macroscópico de la materia. Estas categorías son construidas a partir del análisis de los discursos verbales de los practicantes durante el desarrollo de unidades didácticas centradas en el comportamiento del estado gaseoso

Metodología

En este trabajo se enmarca en una investigación más amplia, centrada en el uso del discurso por futuros docentes de Química y de Física durante el período de residencia, en la formación profesional inicial. Las clases de tres residentes fueron grabadas en audio y en video y se registraron en diarios de clase.

En el proceso de investigación, el análisis de textos, observaciones, recolección de datos, episodio, etc. requiere de contextos teóricos de referencia, marcos conceptuales oferentes de categorías previas de análisis. En este contexto, se desarrolla el proceso de categorización que es realizado en una primera fase deductiva y, posteriormente, en otra inductiva utilizando el software NVIVO (v.10) (O'Neill, 2013).

Los *Documentos Primarios* son la base del análisis, es decir, los “datos brutos”. En esta investigación, estos documentos están constituidos por datos textuales, imágenes,

archivos de sonido y video. En la fase deductiva se construyeron categorías a priori basándose en la conceptualización que provee el marco teórico de referencia. La fase inductiva se define por el proceso de construcción de nodos durante el análisis de los documentos. Según sea el caso, entonces, el proceso de codificación puede iniciarse en un trabajo conceptual previo, y por lo tanto de una lista de códigos preexistente que se irán aplicando a los datos o partiendo de los datos para llegar a los conceptos, es decir, el análisis previo de los datos (la lectura de los textos) permite ir elaborando paulatinamente la lista de códigos

En la fase deductiva se construyó un sistema categoríal constituido por un esquema conceptual donde las categorías se estructuran con relaciones jerárquicas. Este primer esquema incluyó las categorías principales y su estructura se modificó durante el desarrollo del análisis de contenido, en el contexto de la segunda instancia de categorización –etapa inductiva-. Este primer esquema se construyó partiendo de dos categorías principales; una de ellas, definida a partir de categorías teóricas; la restantes constituida por categoría de identificación o reconocimiento de niveles de representación de la materia. En particular, este sistema inicial se integró de nueve categorías generales teóricas y tres categorías de identificación integradas. Ambos conjuntos se integran jerárquicamente a dos categorías principales: estrategias discursivas docentes relacionadas a los niveles de representación de la materia y residentes, respectivamente.

En este trabajo presentamos y describimos las categorías de análisis construidas para el reconocimiento del nodo “nivel de representación macroscópico de la materia”, con el propósito de analizar, en una instancia posterior, las acciones de enseñanza de los residentes durante el trabajo con la unidad didáctica centrada en el estudio de transformaciones gaseosas.

Resultados. Descripción de las categorías construidas.

La categoría discursiva que denominamos “reconocimiento del nivel de representación de la materia”, se enfoca en las interacciones discursivas practicante-estudiantes, propias del plano interpsicológico del aula. Con ella se pretende identificar las intervenciones del residente que promueven el reconocimiento de un nivel privilegiado para la representación de la materia. Este reconocimiento se concreta de manera diferencial según el nivel de representación considerado; las intervenciones discursivas

de los residentes muestran especificidad según el nivel de representación de la materia que domina las interacciones discursivas practicante-estudiantes.

En el *reconocimiento del nivel macroscópico*, durante sus intervenciones, los residentes recurren a la distinción observable-no observable y a centrar la atención en el reconocimiento de términos propios del nivel de representación macroscópico. Esta última acción discursiva se concreta, de su parte, en diferentes modalidades. Los residentes guían el reconocimiento del nivel según las siguientes modalidades discursivas: reconocer términos correspondientes al nivel; recurrir a indicadores proporcionados en mostraciones experimentales/simuladas; reconocer el nivel a partir de términos no propios del mismo y reconocer del nivel utilizando la distinción observable/no observable. Seguidamente caracterizamos cada una de estas modalidades discursivas.

En el reconocimiento del nivel macroscópico, los practicantes suelen recurrir a acciones discursivas centradas en el empleo de la distinción observable-no observable para términos propios del nivel. Esta diferenciación se presenta tanto en el reconocimiento del nivel macroscópico como del nivel submicroscópico de representación de la materia, en tanto es una distinción que recupera aquella propia del contexto epistemológico entre términos observables/no observables. En los contextos discursivos analizados, esta distinción, centrada en la observación a simple vista, es utilizada por residentes y estudiantes en sentido restringido; es decir, las interacciones practicantes-estudiantes, construyen un criterio de diferenciación no inclusivo de procesos de observación mediados por instrumentos y reducido a la distinción observable simple vista/no observable a simple vista:

A1: Desde el punto de vista macroscópico, ¿qué era lo macroscópico?

A: Lo que podemos ver a simple vista.

A1: Lo que podemos ver a simple vista. Podemos observar que en el agua caliente el té se puede disolver. (Clase 0, A1)¹

La intencionalidad didáctica de los residentes en el trabajo con niveles se expresa, por ejemplo, en acciones discursivas que explicitan esta modalidad. La siguiente secuencia

¹ Para la identificación de las citas, utilizamos la siguiente codificación: número de clase (Clase 1, en este caso); residente (A1, para el caso considerado).

continúa a una serie de intercambios discursivos centrados en la explicación de un fenómeno:²

741. A1: Claro. Está bien. Pero vamos a terminar esto, “este comienza a expandirse” ¿Por qué? Me gustaría que me indiquen cómo ven esa expansión.

742. A: Porque el calor de la vela a las partículas, hace que se empiecen a mover más rápido.

743. A1: ¿Cómo ven que las partículas que están adentro del globo se comienzan a expandir?

744. A: Porque rebotan más sobre la superficie.

745. A: Porque chocan contra las paredes.

746. A1: Veamos el video. ¿Qué pasa con el globo?

747. A: Se agranda.

748. A1: Vamos... Claro.

749. A: Aumenta el volumen.

750. A1: Se está...

751. A: Inflando.

752. A1: Claro, se está inflando. Así vemos el aumento de volumen. ¿Vieron que el tema de volumen a nivel macro había que indicar realmente cómo veíamos ese cambio para ubicarnos en nivel macro? o sea, acá estoy diciendo éste comienza a expandirse, ¿por qué? ¿Qué estoy viendo?

753. A: Se infla más el globo.

754. A1: Se empieza a inflar ¿si? [...] (Clase 4, A1)

En este pasaje, la residente A1 guía el reconocimiento del nivel durante la explicación científica escolar; ubicar a los estudiantes en el nivel de representación macroscópico es parte de su intencionalidad didáctica. En su primera intervención, la practicante intenta ubicar la interpretación del fenómeno de parte de los estudiantes en el nivel observable –en el sentido restringido al que referimos más arriba- (“[...] *Me gustaría que me indiquen cómo ven esa expansión*”, línea 741, clase 4, A1); en esta demanda se expresaría su intención de ubicar los intercambios discursivos en el nivel de representación macroscópico. La respuesta de la estudiante (línea 742, clase 4, A1), sin

² Se presenta un video en el cual se muestra el calentamiento de un globo con una vela al que luego se lo enfría apoyándolo sobre hielo.

embargo, “desafía “esta pretensión, ubicándose en el nivel submicroscópico; la residente interviene intentando reubicar la atención de los estudiantes en el nivel macroscópico, enfatizando en lo que “ven” (“¿Cómo ven que las partículas que están adentro del globo se comienzan a expandir?”, línea 743, clase 4, A1). Sin embargo, esta intervención es continuada por otros alumnos que refuerzan con sus respuestas la presencia de intercambios discursivos situados en el nivel de representación submicroscópico (líneas 743 a 745, clase 4, A1). La residente no cierra estas intervenciones con una modalidad de refuerzo; por el contrario, las omite proponiendo una nueva secuencia de intercambios con una nueva pregunta (“[...] Veamos el video. ¿Qué pasa con el globo?”, línea 746, clase 4, A1). Esta nueva pregunta orienta la atención de los estudiantes a una manifestación observable del proceso y orienta los intercambios discursivos siguientes; la sucesión de términos tales como “se agranda” (línea 747, clase 4, A1), “aumenta el volumen” (línea 749, clase 4, A1), e “inflando” (línea 751, clase 4, A1) explicitan esta nueva orientación en la lectura del proceso. La residente, a partir de esta intervención intenta reorientar la mirada del proceso enfatizando en el aumento del volumen relacionando este cambio con un evento observable (inflarse), sugiriendo la respuesta de los estudiantes a este último evento (“¿Se está...”, línea 750, clase 4, A1). Finalmente, enfatiza de manera explícita en esta relación (“¿Vieron que el tema de volumen a nivel macro había que indicar realmente cómo veíamos ese cambio para ubicarnos en nivel macro?”, línea 752, clase 4, A1). Ubicar los intercambios discursivos en el nivel de representación macroscópico exige, por tanto, hablar sobre los fenómenos en término de cambios observables y de las propiedades involucradas en tales cambios.

Otra modalidad de intervenciones discursivas de los residentes, durante el reconocimiento del nivel macroscópico de la materia, es la **identificación o reconocimiento de términos propios del nivel**. En los contextos discursivos analizados, estos términos corresponden tanto a palabras como a símbolos; en el nivel de representación macroscópico representan palabras que designan conceptos que constituyen entidades propias del discurso construido en este nivel de representación y que, en tanto constitutivas de las relaciones semánticas propias del nivel, son recuperadas por los residentes para identificar el nivel de representación en el que transcurren los intercambios discursivos.

Este reconocimiento del nivel de representación macroscópico, identificando términos propios del nivel, es realizado por los practicantes a través de diferentes acciones

discursivas. Una de ellas es proponiendo, a partir de sus intervenciones, palabras que corresponden a términos propios del nivel. La residente A3 recupera términos que designan entidades propias del nivel, ausentes en el siguiente intercambio discursivo y que considera relevante explicitar:

90.- A3: Microscópico. ¿Qué más? Por donde marcaron el macro, ¿no hay otra más que se puedan dar cuenta? ¿No? A ver por acá, cuando dice...

91.- A: Cuando se expande no, ¿no?

92.- A3: Bueno. ¿Cómo?

93.- A: ¿Se expande el gas?

94.- A3: Se expande, bien, se expande. Cuando hablamos de se “expande”, también es un término que nosotros usamos macroscópicamente. También bueno, acá aparece el término presión, no sé si lo habían visto, ¿sí? la presión era una de las variables que nombramos recién. (Clase 1, A3)

El *reconocimiento de términos* como acción discursiva para facilitar la identificación del nivel de representación macroscópico no solo se realiza a partir de términos propios del nivel; los residentes, también, recurren a términos pertenecientes al nivel submicroscópico para reconocer que el texto de referencia no pertenece al nivel de representación macroscópico. En este caso, sus acciones discursivas enfatizan en aquellos términos que no deberían estar presentes en un texto correspondiente al nivel macroscópico:

27.- A1: ¿Todos de acuerdo? ¿Vos estás entendiendo lo que decimos, micro, macro, todo eso? Sí.

28.- A: ¿No sería micro?

29.- A1: No, porque estamos hablando de temperatura y de un gas, lo estamos viendo. Si yo digo “partículas” estoy hablando en micro, si digo “gas” macro.

En este último intercambio, la residente recupera el término “partículas”, señalándolo como un ejemplo de término no propio del nivel macroscópico. Además, en esta misma intervención promueve el reconocimiento del nivel ejemplificando con un término propio del mismo y utilizando la distinción observable/no observable ya mencionada. En este mismo pasaje la residente, a partir de sus acciones discursivas, ofrece a los estudiantes diferentes puertas de acceso para el reconocimiento del nivel de representación macroscópico. En otra intervención didáctica, el reconocimiento de este

nivel de representación se promueve a través de una intervención discursiva que ejemplifica ya no en términos propios del nivel submicroscópico sino en el modelo, como entidad propia de este último nivel de representación:

372.- A: Se utiliza un vocabulario más simple.

373.- A3: Un vocabulario más simple, algo que podemos ver a simple vista, no utiliza el modelo de partículas. Estas son todas cosas que me dijeron ustedes. ¿Coinciden todos con eso? (Clase 0, A3)

Las **experiencias y simulaciones mostrativas** proporcionan a los residentes un recurso para el reconocimiento del nivel de representación macroscópico. Para los casos considerados, los términos propios en este nivel de representación, corresponden a las variables de estado de un gas. En este reconocimiento los practicantes recurren a *indicadores*. Estos indicadores fueron recuperados por los residentes tanto durante la realización actividades experimentales mostrativas como durante el trabajo con procesos simulados. Incluyen un dominio de entidades materiales que permiten reconocer referentes ontológicos en el nivel de representación macroscópico; en los casos analizados, propiedades de una entidad material (Caamaño, 2014). El movimiento de un émbolo, termómetros y manómetros, son indicadores utilizados por los residentes para permitir el reconocimiento de referentes ontológicos en el nivel de representación macroscópico (presión, temperatura, volumen). En este contexto, por ejemplo, el instrumento que permite medir la propiedad de un gas es utilizado por el practicante para reconocer a esta propiedad como propia del nivel de representación macroscópico:

123. A3: [...] ¿Y dónde se dan cuenta ustedes que cambia la temperatura y la presión?

124. A: En el manómetro y cuando aparecía la llama.

125. A3: Ah, bueno, vos te diste cuenta de la temperatura por la llama.

126. A: O el termómetro también.

127. A3: Ah, o el termómetro que aparece acá también. ¿Y la presión?

128. A: Por el manómetro.

129. A3: ¿Por lo que marcaba el manómetro? Bueno, muy bien.

Estas acciones discursivas de los practicantes, centradas en el reconocimiento del nivel macroscópico, pueden presentarse durante una misma intervención:

558.- A: [leyendo la respuesta a una actividad] Lo reconocimos porque... ah, cuando aumenta el volumen, baja la presión. Cuando baja el volumen, aumenta la presión. Y lo reconocimos porque al modificar el espacio, modificamos el volumen, y el émbolo al retroceder, uno nota cómo las partículas ejercen presión. La temperatura no varía al igual que la masa.

559.- A3: Bien. La temperatura y la masa no varían, ¿y ella qué nombró ahí? No vi muchos que hayan nombrado. La masa, ¿y además de la masa? ¿Qué otro término utiliza? ¿En qué nivel dio la explicación ella? ¿Todo en macro? Nombró las partículas ella. Nosotros en realidad acá, la jeringa la estamos viendo macroscópicamente, no hace falta que nombremos las partículas porque estaríamos hablando microscópicamente.

En este último intercambio, iniciado con la lectura de la actividad resuelta por una estudiante, la residente selecciona palabras del texto leído por la estudiante que representan variables en el nivel de representación macroscópico (“[...] *La temperatura y la masa no varían* [...]”, línea 559), solicita a los alumnos la identificación de otros términos en el texto (“[...] *¿Qué otro término utiliza?* [...]”, línea 559) y seguidamente, indaga sobre el nivel de representación en el que se encuentra el texto leído por la estudiante (“[...] *¿Todo en macro?* [...]”, línea 559). En la continuidad de su intervención, la practicante sugiere un nivel y advierte sobre el empleo del término “partículas” en el texto leído. En esta última acción discursiva, se expresaría su intención de relacionar la identificación del nivel de representación a partir del reconocimiento de los términos utilizados en el texto. Su intervención finaliza con una combinación de acciones discursivas por las que propone un reconocimiento del nivel macroscópico a partir de identificar términos no propios del nivel (“[...] *no hace falta que nombremos las partículas porque estaríamos hablando microscópicamente*”, línea 559) y a partir de la mostración simulada (“[...] *Nosotros en realidad acá, la jeringa la estamos viendo macroscópicamente*”, línea 559).

En el siguiente esquema mostramos las categorías construidas para el reconocimiento del nivel de representación macroscópico (Figura 1):

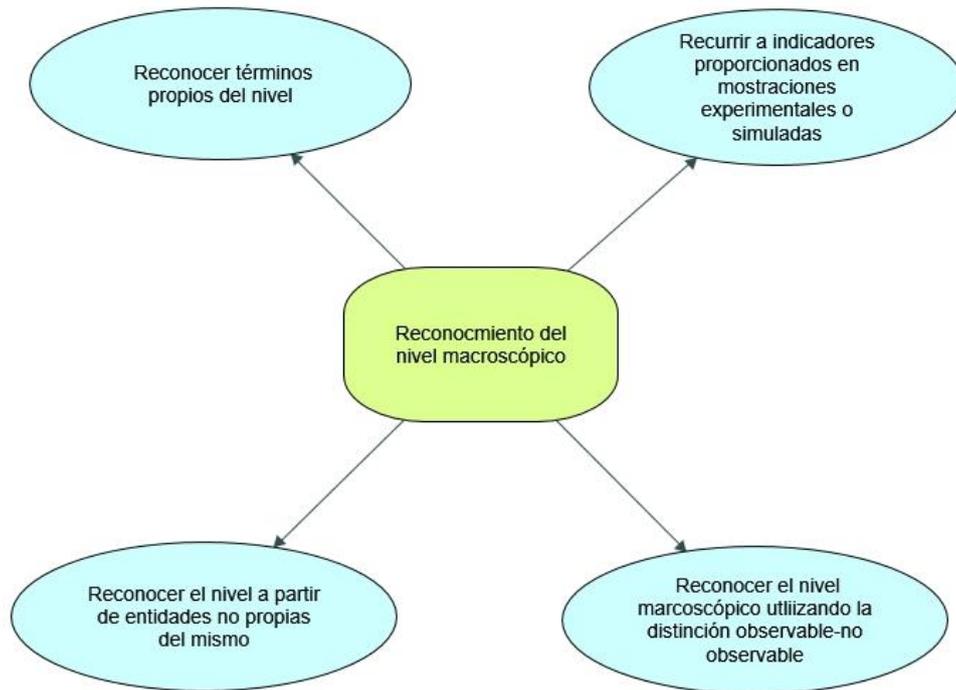


Figura 1. Categorías construidas para el análisis de las acciones discursivas centradas en guiar el reconocimiento del nivel macroscópico.

Conclusiones.

Los discursos de los residentes refieren, en principio, a transformaciones de gases o de mezclas gaseosas; procesos en los que se involucran calentamiento y/o enfriamiento, compresión y/o expansión de gases. En ese contexto, el referente de esos discursos es múltiple: entidades materiales, propiedades materiales de una entidad, procesos físicos y propiedades materiales del proceso (Caamaño, 2014). Los practicantes, durante las intervenciones discursivas consideradas en este trabajo, privilegian la conceptualización de los fenómenos en el nivel macroscópico, reubicando, en determinadas instancias, las intervenciones de los estudiantes en el nivel. Los residentes privilegian al lenguaje verbal en el nivel de representación para los conceptos en el nivel considerado y, en tal contexto, desarrollan acciones verbales tendientes a guiar a los estudiantes el reconocimiento de los eventos en el nivel macroscópico. En este trabajo identificamos e interpretamos a estas acciones, clasificándolas en modalidades discursivas correspondientes a la categoría "reconocimiento del nivel macroscópico". Estos resultados forman parte de una investigación más amplia, centrada en el análisis de las

prácticas de futuros docentes durante sus períodos de residencia, con el propósito de promover la construcción de categorías conceptuales que permitan el desarrollo de procesos reflexivos en, durante y luego de la práctica (Jackson, 1988). Estas categorías se construyen durante estos procesos formativos pretendiendo promover una articulación teoría-práctica educativas pensadas desde un enfoque interpretativo (Schon, 1992). Esta construcción se realiza habilitando la participación de los residentes en instancias de socialización destinadas a la elaboración de categorías que permitan analizar las intervenciones áulicas. La presentación de estos resultados debe ser enriquecida a partir de las relaciones que se establecen entre las categorías presentadas en este trabajo y aquellas las inferidas del análisis con otros nodos principales de esta investigación. En esa dirección continúa la investigación.

El reclamo de atención a los niveles de representación de la materia, durante la enseñanza escolar de la química y de la física (Gilbert & Treagust, 2009), exigirá la atención de los docentes al trabajo con y en estos niveles. Tal consideración es relevante en el contexto promover, desde las acciones de enseñanza, posibilidades para el trabajo del alumno en el plano interpsicológico. La metáfora del andamiaje propuesta por Bruner permite explicar la función tutorial del profesor. El andamiaje supone que las intervenciones tutoriales del docente deben mantener una relación inversa con los niveles de competencia en la tarea de aprendizaje mostrado por el estudiante. Así, cuando más dificultades manifieste el alumno en su aprendizaje, más directivas deberán ser las intervenciones del profesor –y a la inversa-. Sin embargo, el ajuste de la ayuda pedagógica de parte del docente no es sencillo; no solo es una modificación en la cantidad de ayuda sino también en su calidad.

En este contexto, la formación del profesor no descansa tanto en la adquisición de conocimientos académicos y de competencias y rutinas didácticas, como en el desarrollo de capacidades de procesamiento de la información, análisis y reflexión crítica, entre otros capacidades (Stenhouse, 1984; Carr y Kemmis, 1986). En tal sentido, aceptamos que la educación es una actividad práctica, por lo que admitimos que el propósito primordial de un curriculum de formación profesional debería centrarse en el perfeccionamiento de sus experiencias prácticas y en una mayor dedicación a estas en la etapa de formación. Tal curriculum facilitaría a los prácticos el desarrollo de una conciencia reflexiva de la práctica y un auténtico compromiso con la praxis. La formación reflexiva requiere de la formación en la investigación sobre las prácticas de enseñanza. En este contexto inscribimos la presente investigación, en la relevancia de

generar en el contexto mismo del aula, categorías desde las cuales las prácticas de enseñanza puedan ser interpeladas durante la construcción del conocimiento profesional.

Bibliografía

- Atkins, P. W. (2005). *Skeletal chemistry*, en: [http://www.rsc.org/Education/EiC/issues/2005 Jan/skelatal.asp](http://www.rsc.org/Education/EiC/issues/2005%20Jan/skelatal.asp)
- Bucat, B., & Mocerino, M. (2009). Learning at the sub-micro level: Structural representations. In *Multiple representations in chemical education* (pp. 11-29). Springer Netherlands.
- Caamaño, A. (2014). La estructura conceptual de la química: realidad, conceptos y representaciones simbólicas. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (78), 7-20.
- Carr, W.; Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza*. Barcelona, Martínez Roca.
- Cheng, M., & Gilbert, J. K. (2009). Towards a better utilization of diagrams in research into the use of representative levels in chemical education. In *Multiple representations in chemical education* (pp. 55-73). Springer Netherlands.
- Galagovsky, L. R., Morales, L., Rodríguez, M. A., & Stamati, N. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de las ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 107-121.
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. (Eds.). (2009). *Multiple representations in chemical education* (Vol. 4). Springer Science & Business Media.
- Jaber, L. Z., & BouJaoude, S. (2012). A macro–micro–symbolic teaching to promote relational understanding of chemical reactions. *International Journal of Science Education*, 34(7), 973-998.
- Jackson, P. W. (1998). *La vida en las aulas*. Ediciones Morata.
- Johnstone, A. H. (1991) “Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem”. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83.
- Johnstone A. H. (2000), Teaching of chemistry – logical or psychological? *Chem. Educ.: Res. Pract. Eur.*, 1(1), 9–15.

- Johnstone, A. H. (2007). Science education: We know the answers, let's look at the problems. *Proceedings of the 5th Greek Conference "Science education and new technologies in education"*, Vol. 1, pp. 1–11.
- O'Neill, M. (2013). *The NVivo Toolkit: How to apply NVivo in your PhD for research and publishing success*.
- Schön, D. A. (1992). *Formación de profesionales reflexivos*. Barcelona: Paidós.
- Stenhouse, L. (1984). *Investigación y desarrollo del curriculum*. Madrid, Morata.
- Taber, K. S. (2009). Learning at the symbolic level. In *Multiple representations in chemical education* (pp. 75-105). Springer Netherlands.
- Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 156-168.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.
- Treagust, D., Chittleborough, G., & Mamiala, T. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353-1368.