

La actividad experimental demostrativa en la clase de físicoquímica. Un estudio de caso desde las interacciones docente-alumno

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Guillermo Cutrera¹, **Silvia Stipcich**² y **Guillermo Chrobak**³

¹*Departamento de Educación Científica. Facultad Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Mar del Plata. CP 7600. Buenos Aires. Argentina.*

²*Departamento de Formación Docente de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Tandil. CP 7000. Buenos Aires. Argentina.*

³*Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue. CP 8328. Buenos Aires. Argentina.*

E-mail: guillecutrera@hotmail.com

Resumen

En este artículo, utilizando un enfoque cualitativo enmarcado en un estudio de caso etnográfico, identificamos y analizamos las estrategias discursivas utilizadas por un estudiante del profesorado de Química durante su residencia en el nivel de la educación secundaria. Se describe y analiza cómo durante la realización de una actividad experimental que incluye la ocurrencia de un evento anómalo, y a través de sus intervenciones discursivas, el practicante guía la observación del fenómeno realizando un control de variables y recurriendo a los niveles observable y simbólico. Se propone una descripción de las estrategias utilizadas por el practicante frente a la ocurrencia del evento anómalo. Los resultados evidencian la importancia de generar espacios de reflexión durante la formación docente que muestren la importancia de incorporar estrategias discursivas docentes destinadas a explicitar supuestos de naturaleza epistémica-metodológica.

Palabras clave: Discurso docente, Actividad experimental, Formación docente, Estrategias discursivas.

Abstract

In this article, by making use of a qualitative approach framed within an ethnographic case study, we identify and analyze the discursive strategies used by a student of chemistry teaching training during his residence at the secondary education level. It is described and analyzed how during an experimental activity which includes the occurrence of an anomalous event and through his discursive interventions, the intern help guides the observation of the phenomenon by performing variables control and through using observable and symbolic levels. A description of the strategies used by the practitioner given the occurrence of an anomalous event is proposed. The results show the importance of generating, during teacher training, occasions for reflection that demonstrate the need to incorporate teaching discursive strategies intended to clarify assumptions of an epistemic and methodologic nature.

Keywords: Teacher discourse, Experimental activity, Teacher training, Discursive strategies.

I. INTRODUCCIÓN

Desde la perspectiva sociocultural el aprendizaje es visto como un proceso social en el que el lenguaje desempeña un papel decisivo como mediador de la acción (Edwards Mecer; 1988; Coll, 2008). Considerada esta perspectiva, entonces, no resulta extraño el creciente interés en didáctica de las ciencias por el lenguaje, en particular su papel en la construcción de conocimiento científico escolar en las aulas de ciencias (Lemke, 1997). Desde este enfoque el lenguaje no es restringido a la comunicación de información, sino entendido desde su función mediadora tanto de la actividad humana como de la

pertenencia de las personas a los grupos sociales. El lenguaje es lenguaje-en-uso y, en este marco, la interacción discursiva refiere a una relación cara a cara entre personas que tienen la posibilidad de negociar significados, en relación a intereses, haciendo sentir su mutua influencia.

La comunicación es un elemento decisivo en las instituciones docentes, porque el lenguaje hablado es el vehículo a través del que se lleva a cabo gran parte de la enseñanza como también es a través del cual los estudiantes muestran al profesor gran parte de lo aprendido (Cazden, 1992). El aula es asumida, entonces, como un escenario de interacción-comunicación social, donde el significado presente en el aula, es construido en el contexto de la interacción verbal que se realiza entre docente y alumnos (Candela 2006). Los significados son entendidos desde su polisemia, son construidos durante la interacción social e internalizados por los individuos (Rabelo Pessoa y Alves, 2008). Siguiendo la idea de de Bakhtin de voz como *consciencia hablante del individuo* (Wertsch, 1993) que expone el pensamiento de una persona nos interesamos por el contenido del discurso docente en el marco de la interacción con los alumnos.

En este contexto, y siguiendo a Nussbaum y Tusson (1996), enseñar es, en buena parte, permitir el acceso a esas formas específicas de hablar que incluyen, por ejemplo, léxico específico, uso de estructuras sintácticas determinadas, tipos de discurso y formas de participación discursivas, entre otras. El discurso escolar, distinto en forma y contenido de otras interacciones verbales, revela turnos de interacción encaminados a aportar información específica, controlar las ejecuciones de los participantes y evaluar el proceso de los alumnos, y se caracteriza por presentar estructuras interactivas específicas del discurso escolar (Lemke, 1997). La interacción alumno-docente se define como una relación asimétrica, por lo que el rol de los actores está delimitado (Cros, 2003). En particular, estamos interesados en el lenguaje hablado, en tanto medio a través del cual se realiza gran parte de la enseñanza y a través del cual los alumnos muestran al profesor lo que han aprendido; nos interesa la función proposicional asociada al lenguaje (Cazden, 1992).

En este trabajo, estamos interesados en identificar y analizar las estrategias discursivas utilizadas por un docente de Química en su residencia, durante la realización de una actividad experimental demostrativa en un curso de Fisicoquímica perteneciente a la Educación Secundaria¹

II. METODOLOGÍA

La investigación se enmarca en un contexto etnográfico y, con ello, interpretativo del discurso áulico, en tanto se describen situaciones reales de la comunicación verbal en el aula de clase para hallar su significado en el análisis interaccional. La interpretación es un proceso de comprensión de significados de los propios actores y supone una lectura, en tanto construcción, de tales significados. El diseño de la investigación es de corte naturalista, realizándose en el ámbito propio en el que se plantean las interacciones analizadas.

La institución escolar en la que se desarrollaron las prácticas de residencia es una institución educativa privada, perteneciente a la Provincia de Buenos Aires, Argentina. La clase se inscribe en una unidad temática denominada “Soluciones”, tema perteneciente a la materia escolar Fisicoquímica. “Fisicoquímica” es una materia correspondiente al segundo año del nivel educativo de la Educación Secundaria correspondiente al Sistema Educativo de la Provincia de Buenos Aires. La unidad temática se desarrolló en un total de seis clases. Cada clase es de frecuencia semanal con una duración de 120 minutos. Durante el desarrollo de la unidad, los alumnos trabajaron a partir de guías elaboradas por el practicante². El desarrollo de algunas de las clases estuvo centrado en el empleo de simulaciones y, en el último encuentro, se propone el trabajo con los estudiantes a partir de un trabajo práctico experimental demostrativo. Esta última clase es objeto de análisis en el presente trabajo. Seguimos a Lemke (1997) en asumir el carácter episódico de la clase, es decir, en considerar que la estructura de la clase como un todo, es básicamente episódica.

Las clases fueron grabadas en audio y video. Las transcripciones se realizaron utilizando los signos de puntuación convencionales. Una vez transcrita la clase, el análisis de la misma se realizó considerando, también, la información proporcionada por la filmación y las anotaciones realizadas durante la observación no participante de la clase. Se realizó una interpretación cualitativa tomando como unidades de análisis los episodios discursivos de cada clase.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

¹ Entendemos por *residencia* la permanencia temporal en un colegio o escuela para realizar prácticas de clases con estudiantes y ponerse en contacto con la dinámica institucional. Es una práctica donde se evalúa de manera inmediata los conocimientos acerca de cómo planificar y poner en acto una clase.

² Utilizamos los términos “residente” y “practicante” indistintamente.

A efectos de su análisis, la clase fue dividida en cinco episodios. Esta división se realizó considerando los cambios de actividades del docente y del grupo de alumnos. Del conjunto de estos episodios, en este trabajo, nos interesan el segundo, tercero y el cuarto, correspondientes al desarrollo de una actividad experimental. El primer episodio se caracteriza por actividades relacionadas a aspectos organizativos de la clase y el cuarto, a actividades centradas en el empleo de una simulación. A continuación describimos brevemente el primero de los episodios, en tanto ofrece el contexto preliminar para el análisis de los episodios que nos ocupan en este trabajo. La duración de cada episodio se muestra a continuación (Tabla I):

Tabla I Distribución temporal de las actividades durante la clase

	<i>Duración (en min)</i>
Episodio 1	14,00
Episodio 2	19,20 (15:00 a 34:10)
Episodio 3	15,00 (34:10 a 49:15)
Episodio 4	9,40 (49:15 a 58:40)
Tiempo muerto: 9: 00 (58:40 a 1:07:00)	
Episodio 5	44,75 1:07:00 a 1:51:45
9,00 (1:51:45 a 2:00:00) actividades post-clase (indicaciones para la próxima clase)	

El primer episodio incluye actividades preclase (Lemke, 1997) centradas en conversaciones alumno-alumno y en la preparación del equipamiento a utilizar en la actividad experimental. En particular, durante este episodio, la atención está centrada en la identificación de la guía con la que se trabajará y en la preparación del material y de algunas de las soluciones a utilizar. Luego de aproximadamente 9 minutos, el practicante propone un cambio en la modalidad de las interacciones discursivas asumiendo su control (“*Bueno chicos...chicos, vamos a empezar con la clase [...]*”; línea 1) y, realizando una invitación verbal a comenzar la clase, indica al grupo de estudiantes los propósitos esperados para la clase. La clase debería asumir una modalidad de repaso de lo trabajado durante la unidad temática a partir de la realización demostrativa de una actividad experimental (“*Hoy vamos a tratar de repasar todo lo que vinimos aprendiendo a partir de un trabajito práctico [...]*” [.....] “*Es decir, vamos a ir repasando todos los conceptos que vinimos aprendiendo y cualquier duda vayan preguntando así vamos cerrando este tema ¿si?*”; línea 1).

A. Segundo episodio: haciendo espuma.

Durante el segundo episodio, los intercambios discursivos son guiados por el protocolo de realización del trabajo experimental. Este texto estructura el diálogo practicante-grupo de alumnos en la medida en que se le asigna un papel central en la organización de los intercambios discursivos (Lemke, 1997). El texto se organiza en una secuencia de ítems -objetivos-materiales-procedimiento-resultados-. La actividad experimental es realizada por el practicante y mostrada al grupo de alumnos. El texto que guía la realización de la actividad adopta la modalidad de un protocolo que guía cada uno de los procedimientos a seguir. El apartado denominado “resultados” se organiza a partir de una serie de preguntas cerradas y centradas en las observaciones realizadas. Durante la actividad experimental, se propone el reconocimiento de soluciones saturadas y no-saturadas a partir de la disolución de una sal (sulfato de cobre) en agua³.

El practicante, progresivamente y según lo indica el protocolo, agrega las cantidades preestablecidas de la sal a tubos de ensayo (cinco, en total) que ya contenían volúmenes medidos de agua corriente. Durante los últimos agregados, en algunos sobrenadantes comenzó a formarse un precipitado color verde

³ En otro trabajo, centramos la atención en el análisis de este segundo episodio. En particular, nos interesamos en el empleo de indicios durante las intervenciones del practicante y, entre otros aspectos, cómo guiaba la observación del proceso y en cómo desde el control discursivo, promovía u obstaculizaba ciertas delimitaciones sobre el contenido escolar (por ejemplo, en cuanto a promover un meta-análisis del diseño experimental) (Cutrera, Stipcich y Chrobak, 2013).

(anomalía). Con el término “anomalía” referimos a un resultado inesperado durante la realización de la actividad experimental y que no logra una explicación dentro del modelo escolar trabajado. Su formación, además de constituir un evento inesperado, dificultaba la visualización del color del sobrenadante. La formación del precipitado color verde sucede durante la comparación de las soluciones contenidas en dos de los tubos de ensayo. Esta comparación es realizada en términos de parámetros observables tales como la presencia/ausencia de sólido depositado y del color de la solución en cada caso:

64.- P: Voy a agarrar el segundo y voy a agarrar, éste es el quinto. Están... veamos la diferencia, fíjense abajo [dirigiéndose a un grupo de alumnos] ¿qué aparece? ¿Qué empieza a aparecer abajo? ¿Ven que está más azul abajo? Son cristales que están depositados. Fíjense todos [dirigiéndose a otro de alumnos].

65.- P: ¿Acá, chicos, lo vieron todos el precipitado abajo? ¿Vieron que cambia el color? Hay azul acá, y acá la solución⁴.

Seguidamente, la intervención de una alumna ubica la atención de la observación en el color anómalo de la solución. La comparación no se realiza en términos de la intensidad de un mismo color (celeste), sino por diferencia entre colores. Durante los intercambios con un grupo de alumnos, en el contenido de uno de estos dos tubos de ensayo comienza a aparecer una coloración verde:

66.- A: ¿Por qué no es del mismo color?

67.- P: No, eso es porque la solución se está tornando.... Igual no sé por qué se está tornando verde. Debe tener algo

68.- A: ¿Se está tornando verde? ¿eso dijiste?

69.- P: Lo importante es que el color, acá está la solución, y abajo las dos fases [dirigiéndose a un grupo de alumnos].

70.- A: ¿Ay y eso? ¿Por qué está verde?

71.- A: Qué Increíble, profe!

72.- P: No. Eso porque hay que mezclarlo bien para que quede bien la solución, sino precipita.

Esta última secuencia se inicia con la intervención de una alumna que dirige la atención a un evento novedoso y alejado de la intención didáctica del practicante que manifiesta su desconocimiento (“.... Igual no sé por qué se está tornando verde. Debe tener algo....”; línea 67) procurando desestimar la observación de la estudiante. Sin embargo, la intervención de otra estudiante refuerza la atención en el color verde. El practicante, ante esta nueva intervención, responde desestimando la relevancia de la observación, desviando la atención hacia las variables iniciales (color del sobrenadante y exceso de sólido en el fondo del tubo de ensayo). Las siguientes intervenciones, en esta oportunidad de otras alumnas, le obligan a reconsiderar la anomalía. Esta insistencia de parte de los estudiantes promueve al practicante a su nueva consideración, intentando una explicación (“No. Eso porque hay que mezclarlo bien para que quede bien la solución, sino precipita”; línea 72). Sin embargo, esta explicación ubica al evento en cuestión en términos de fenómeno transitorio, esto es, solucionable (“[...] Eso porque hay que mezclarlo bien”; línea 72). El evento, entonces, no es presentado por el practicante a los alumnos como anómalo.

El docente, luego, retoma los intercambios con todo el grupo de estudiantes dirigiendo la atención a la cantidad de fases en los tubos comparados:

79.- P: [dirigiéndose a la clase]. Fíjense que tanto en el tubo 1 como en el tubo 2 como en el tubo 3 ¿Cuántas fases se observan?

80.- A: Una

81.- P: ¿Si?’

82.- A: Dos.

83.- A: ¿Y la espumita, qué onda?

84.- A: Una

85.- P: [prestando atención a la pregunta de la alumna] No, eso porque cuando dejo de agitar... pero después desaparece. No [respondiendo a la pregunta de otra alumna] son burbujitas que aparecen arriba porque lo agito, nada más. Bien. ¿Cuándo empieza a aparecer?, ¿cuándo se empiezan a formar dos fases? Ya en el cuarto fíjense, ¿Lo ven todos desde acá? Este es el cuarto, no el quinto. Fíjense qué pasa abajo ¿lo ven? Tienen poquito pero sigue teniendo.

⁴ P. Practicante.

A: alumno/a.

G: Grupo de alumnos/as

La intervención del practicante, centrada en la caracterización de la solución sin atender al evento anómalo, es interrumpida por una estudiante que dirige la atención a la formación del precipitado verde (“¿Y la espumita, qué onda?”; línea 83). En esta oportunidad desatiende la intervención de un alumno (que proponía la continuidad de los intercambios centrados en la comparación en el número de fases; línea 84) decidiendo dar respuesta a la anomalía y recurriendo a la explicación ya ofrecida. La atención de algunos estudiantes está centrada en la observación de eventos que no son mostrados por el practicante que pretende asumir el control de los intercambios dirigiendo la atención de la observación a ciertas variables que ofrecerían criterios de comparación entre las diferentes soluciones. Esta observación compete con la correspondiente al evento anómalo, atendido por parte de los alumnos. Desde la perspectiva del practicante, estos intercambios disputan su control de los intercambios discursivos en el aula expresado por la tensión entre la necesidad de dirigirlos a la temática programada versus la dispersión que provoca el fenómeno anómalo en la observación de los alumnos. En este contexto, el practicante, una vez ofrecida la explicación a la alumna, retoma el objeto de su enseñanza: la comparación de las soluciones en términos de la cantidad de fases (“Bien. ¿Cuándo empieza a aparecer?, ¿cuándo se empiezan a formar dos fases? Ya en el cuarto fíjense, ¿Lo ven todos desde acá? Este es el cuarto. No el quinto. Fíjense qué pasa abajo ¿lo ven? Tienen poquito pero sigue teniendo”; línea 85).

La continuidad de los intercambios discursivos ubica al practicante exponiendo su inquietud por la anomalía que representa el fenómeno. Esta consideración, ahora explícita, se impone a partir de la dificultad que encuentra para guiar la observación de los alumnos, evidente cuando una alumna le interroga si debe dirigir su observación a la solución o al precipitado (“coso”):

92.- P: Dejemos que se establezca la solución. No sé por qué se puso verde.

93.- A: Pero una tiene más... O capaz que el cuarto tiene más agua que el quinto. ¿Qué estás viendo? ¿El color del agua o el color del coso?

94.- P: Quiero ver si lo que está precipitado acá se me puede seguir disolviendo. Porque por ahí le falta agitar. Vamos a dejar un poquito y vamos a hacer el tubo seis a ver qué pasa. Y después comparamos estos tres tubos. En el tubo 6 ¿qué me pide? Cuatro cucharaditas, comparado con el quinto que me pedía...

Nuevamente, el practicante recurre a un intento de explicación centrado en la posibilidad de disolver al sólido en exceso por agitación, intento que sucede a la espera de que “[...] la solución se establezca” (línea 92). Estas dos explicaciones –que pueden relacionarse desde su mutua falta de consistencia– coexisten durante esta secuencia de intercambios discursivos. No obstante, la intención del practicante es continuar con la comparación, en este caso, preparando una nueva solución (“Vamos a dejar un poquito y vamos al tubo seis a ver qué pasa. Y después comparamos estos tres tubos. En el tubo 6 ¿qué me pide? Cuatro cucharaditas, comparado con el quinto que me pedía...”; línea 94). La formación del sólido color verde se repite en la nueva solución (tubo 6):

110.- P: Bien. En el tubo 6.....[Observando el precipitado color verde formado en el tubo] Pasa que hay un precipitado acá que no debería tener. Debe tener algo el tubo de ensayo porque está cambiando de color arriba así que....no sé qué podrá ser. Bien. Sacando esto negro que hay arriba que debería tener algo el tubo de ensayo que no sé qué será. Fíjense estos dos. Compáren el color. ¿Sí?

En este caso, la formación del sólido en la superficie de la solución permite, al practicante, dirigir nuevamente la atención del grupo de alumnos a la comparación entre colores de las soluciones contenidas en los tubos de ensayo. La presencia del evento anómalo es explicitada por el docente que, además elabora una nueva hipótesis acerca de su formación (“Debe tener algo el tubo de ensayo porque está cambiando de color arriba”; línea 110).

Durante la comparación de los tubos 5 y 6 que el docente propone al grupo de alumnos, reformula el pedido de dirigir la observación a las variables que le permiten diferenciar a ambos sistemas según sean saturados/no saturados elaborando, además, una nueva hipótesis respecto de la formación del sólido:

120.- P: Bien. ¿si? Fíjense todos ¿si? Fíjense que ambos tienen cristales abajo. Eso es algo que reaccionó, no sé qué habrá tenido el tubo de ensayo. ¿Ves que reaccionó? [mostrando el tubo de ensayo a un alumno] No sé qué tendrá. Bueno, no tomen en cuenta eso negro de arriba sino el color de la solución ¿sí? Debería tener alguna impureza algo que lo usaron anteriormente y quedó sin lavar bien. Fíjense que en los dos hay dos fases y el color es muy similar, es decir, el color de la solución casi no cambia. Es decir, aunque yo siga agregando más cantidad de sulfato de cobre ¿qué pasa si yo sigo agregando y sigo agregando? ¿Va a cambiar el color de la solución? (30:70)

Esta nueva hipótesis que el practicante propone para la formación del evento anómalo supone la idea de una reacción química y, con ello introduce, respecto de las hipótesis anteriores, cierta idea de irreversibilidad, abandonando la pretensión de que el evento desaparezca por procesos físicos simples. Esta misma hipótesis la sostiene a continuación, respondiendo la inquietud de una alumna durante la caracterización de las soluciones saturadas, en este caso, haciendo explícita la referencia a una impureza que reaccionando con la solución produjo el fenómeno:

124.- P: “[...] Esto negro, no sé. Es alguna impureza que había acá que lo que hizo fue transformar en negro el... [...]”

Finalizando el segundo episodio, los intercambios discursivos reiteran la propuesta del practicante de caracterizar a las soluciones en términos de algunas propiedades macroscópicas y la necesidad de hacer explícita una demarcación de lo observable que delimite qué atender y qué dejar de lado de la observación:

128.- P: Bien. Entonces vamos a estudiar ahora el tubo... a partir del tubo 4 dijimos que la solución se volvía...

129.-G: Saturada.

130.- P: Saturada. [consulta de una alumno respecto de las diferencias de colores entre los sobrenadantes] Sacale lo oscuro, fijate. Son muy similares. Por ahí cambia un poquito porque hay que dejarlo estar un ratito pero

131.- A: ¿qué puede ser?

132.- P: La verdad, habría que ver. No sé por qué puede ser el color. Le debe haber borrado con... Bien. Entonces, a ver, en el tubo 4 en un principio ¿qué cantidad de cucharadas habíamos agregado? Fíjense, en el tubo 5.

B. Tercer episodio: repasando.

El tercer episodio está centrado en la resolución de las actividades presentadas en la guía a continuación del protocolo experimental. Las actividades son realizadas por los estudiantes y, luego, corregidas con el practicante. La duración de este episodio es de 15 minutos, de los cuales, 8 minutos corresponden a la realización de la actividad por los alumnos y los restantes 7 minutos a la puesta en común de las respuestas.

El episodio se inicia con una referencia explícita del practicante a un cambio de actividad (“*Bien, entonces, vamos a hacer las preguntas y ahí vamos a ir estudiando un poquito o analizando esos tubos de ensayo*”; línea 139). Seguidamente, organiza la tarea de los alumnos a través de un conjunto de indicaciones referida a la organización de la tarea (“*Bien. Entonces, a ver, vamos a ver, vamos a hacer estas 8 preguntitas, ahora en 5-10 minutos*”, línea 141 ; “*Así que contesten estas 8 preguntas y ahora en cinco minutos, les voy mostrando todos los tubos así las van respondiendo*”, línea 144). Durante la realización de las actividades, el practicante recorre los bancos mostrando las soluciones preparadas de la sal ante las consultas de los alumnos. El docente guía la corrección de las actividades con el grupo, según patrones triádicos:

172.- P: Bueno, a ver ¿corregimos? En el punto 1 preguntaba cuál era el soluto y cuál el solvente de la solución.

173.- A: El soluto es....

174.- P: A ver, levanten ¿soluto?

175.- A: Sulfato de cobre y solvente, el agua.

176.- P: Bien, soluto es el que se encuentra en menor cantidad, es el sulfato de cobre. El agua, que se encuentra en mayor cantidad es el solvente.

Durante esta última secuencia, el practicante asume el control de los intercambios solicitando que levanten la mano para responder y, simultáneamente, desatendiendo las respuestas que no respetan este formato interactivo. La secuencia triádica anterior finaliza con un refuerzo del practicante a la respuesta del alumno con ampliación de esta última a través de la definición de “soluto” y “solvente”. Por otra parte, el practicante recurre a esta misma estructura de intercambios para profundizar en la revisión, por ejemplo, a partir de la comparación entre los colores de las soluciones:

179.- P: Pero seguimos con el 3 que dice que hay que comparar el color sólo en los sistemas homogéneos. ¿Quién quiere leer? ¿Alguien más?

180.- A: Se va oscureciendo.

181.- P: Bien. El color va oscureciendo ¿sí? Sigue oscureciendo hasta que ¿qué pasa? ¿Cuándo deja de oscurecerse?

182.- A: Cuando se satura.

En esta secuencia, y dentro de una estructura triádica con repetición de respuestas a modo confirmatorio, el practicante vincula el nivel observable con el modelo teórico, resignificando el cambio en la intensidad de color desde el modelado conceptual del fenómeno. Este salto, hacia lo modélico-conceptual, lo dirige desde una serie de intercambios triádicos.⁵

Durante estos últimos intercambios discursivos, el practicante se desplaza entre los niveles observable y modelo-simbólico, interpretando la precepción en el primero de ellos a partir del aparato conceptual proporcionado por el segundo. Esta distinción, de naturaleza epistémica, es utilizada por el docente pero no explicitada al grupo de alumnos.

El exceso de sólido –no disuelto, en el fondo del tubo de ensayo- y el color de las soluciones son los observables empleados por el practicante durante la experiencia como indicadores del estado saturado/insaturado de cada una de las soluciones preparadas. El siguiente pasaje muestra la transición entre los niveles ya mencionada, en este caso, centrada en la caracterización de las soluciones en términos de saturadas/insaturadas, considerando el exceso de sólido sin disolver:

190.- P: [...] En el punto 5 [haciendo referencia a la actividad de la guía] dice ¿por qué crees que hay partículas de soluto en el fondo de los tubos de ensayo de los sistemas heterogéneos?

191.- A: Ya no puede disolver más.

192.- P: ¿Por qué?

193.- G: Porque ya no se puede disolver más.

194.- A: Porque la solución está saturada.

195.- P: Bien. Ya no puede disolver más el solvente, la cantidad de solvente, va todo a parar al fondo [...]

Los intercambios en esta última secuencia discursiva, sugieren el intento del practicante por relacionar el nivel observable con el modelo científico escolar y los conceptos esperables en este contexto. En términos de las expectativas del docente, es esperable que este modelo sea el que regule los intercambios discursivos. Durante estos intercambios, el practicante –centrado en la consigna de la actividad- utiliza la presencia de exceso de sólido en el fondo del tubo de ensayo como indicador de una solución saturada. Sin embargo, el término “saturado/a” no es formulado en las respuestas de la mayoría de los alumnos a la pregunta formulada en la actividad (“[...] ¿por qué crees que hay partículas de soluto en el fondo de los tubos de ensayo de los sistemas heterogéneos?”; línea 190) que, alternativamente, proponen la idea “Ya no puede disolver más” (línea 191). Los esfuerzos del practicante, desde el ejercicio del control de las interacciones, se orientan a que los estudiantes respondan en términos esperables según el modelo científico escolar que se está construyendo. Si bien la respuesta del grupo de alumnos supone un nivel de conceptualización en términos de este modelo –respuesta que podría explicitar el significado de “saturación”-, no es validada por el practicante. La re-pregunta (“¿Por qué?”; línea 192) del docente sugiere esta hipótesis, en tanto supone una insistencia en obtener la respuesta que, desde la perspectiva docente, es asumida como aceptable. En efecto, esta intención se manifestaría en la selección de una respuesta individual (“Porque la solución está saturada”; línea 194) y, simultáneamente, el desconocimiento de la respuesta de la mayoría de los estudiantes que reproduce la inicial (“Porque ya no se puede disolver más”; línea 193). La secuencia triádica anterior (líneas 190-195) se completa con un refuerzo del practicante que valida la respuesta aceptada. Durante esta última participación, el docente amplía la respuesta validada y recurre, para ello, a un nivel de conceptualización comparable al de la respuesta que, ofrecida por la mayoría de los alumnos, había des-considerado con anterioridad. Esta última intervención refuerza la idea de que el aporte del grupo de alumnos se enmarcaba en el modelo escolar en juego durante las interacciones discursivas y que la intención del practicante estaba dirigida a que, en el contexto de los intercambios, surgiese el término “saturación”. Esta secuencia promueve dos lecturas del fenómeno, ambas enmarcadas dentro del mismo modelo conceptual; no se trata, entonces, de perspectivas alternativas, sino de una selección dentro del mismo modelo, de relaciones conceptuales o términos para dar cuenta del fenómeno.

La continuidad de esta secuencia muestra un cambio en el indicador del estado de saturación/insaturación de la mezcla. El practicante transita del indicador “exceso de sólido” al observable “color de la solución”:

⁵ Utilizamos el término “modélico-conceptual” con la pretensión de una referencia explícita al nivel correspondiente al modelo científico escolar. Reconocemos que la identificación perceptual de un color supone una carga teórica y, en el contexto de este reconocimiento, utilizamos esta diferenciación conceptual.

- 195.- P:** [...] Bien, en el caso de los sistemas heterogéneos, el color ¿varía o se mantiene igual? Ya lo contestamos: se sigue manteniendo igual.
- 196.- G:** Se mantiene igual.
- 197.- P:** ¿Por qué se mantiene igual?
- 198.- G:** [Superposición de voces]
- 199.- P:** Bien. Recuerden que no se disuelve más entonces todo lo que sigo agregando va a parar al fondo. Bien [...].

La secuencia iniciada en la línea 190 continúa (línea 195) con la pregunta centrada en el color del sobrenadante en diferentes soluciones saturadas. El practicante formula la pregunta y, seguidamente, la responde sin atender la intervención del grupo de alumnos. Sí, en cambio, muestra interés por la justificación de la respuesta (“¿Por qué se mantiene igual?”; línea 197). El refuerzo que el docente presenta a la respuesta grupal implica, además, una aclaración centrada en el significado –en el contexto del modelo escolar en juego– del término “saturación”. Durante esta secuencia el practicante promovió, selectivamente, la expresión “no se disuelve más” y el término “saturado/a” sin indicar explícitamente que estas expresiones/términos podrían ser pertinentes en los contextos en los que fueron empleados por los alumnos. Comentamos que durante estos últimos intercambios discursivos (líneas 195-199), el practicante transita del indicador “exceso de sólido” al observable “color de la solución”; obsérvese, también, que esta secuencia finaliza recuperando el primero de estos indicadores (“Recuerden que no se disuelve más entonces todo lo que sigo agregando va a parar al fondo”, línea 199). Las interacciones discursivas muestran, entonces, el diálogo entre los niveles modélico-teórico y observable, por un lado y, la puesta, también en diálogo, de conceptos o de relaciones conceptuales pertenecientes al modelo científico escolar que son convenientemente seleccionados a efectos de la significación del fenómeno. Esta última selección muestra, de parte del practicante, el empleo diferencial de términos o de su definición según el contexto discursivo. En tanto este diálogo se realiza en el nivel simbólico expresa, entonces, una tensión en el nivel modélico-simbólico. Estos diálogos son promovidos por las intervenciones del practicante sin la explicitación correspondiente.

Las secuencias triádicas, según indicamos más arriba, también son organizadas por el practicante con selección de respuestas, como se muestra a continuación donde formula una pregunta y elige la respuesta correcta desestimando otras respuestas:

- 185.- P:** [.....] Bien, cuatro [en referencia al número de actividad] ¿Cuáles son las fases en los sistemas heterogéneos?
- 186.- A:** Una es agua y soluto.
- 187.- A:** No. Son dos fases.
- 188.- P:** Tenemos dos fases. En el fondo ¿qué hay?

C. Cuarto episodio: retomando la actividad experimental.

El docente inicia el cuarto episodio indicando un cambio en la actividad y explicitando el propósito de enseñanza (“Vamos a hacer la parte B, perdón, la parte 2 que dice... donde dice que el objetivo es identificar la variación de la solubilidad con la temperatura, ¿sí? Bien”; línea 237). El practicante retoma la actividad experimental centrada, en este episodio, en los efectos de la temperatura sobre la solubilidad de la sal en agua. Para ello, continúa trabajando con las soluciones preparadas y analizadas durante los episodios anteriores. Propone un repaso a partir de uno de las soluciones contenidas en uno de los tubos de ensayo (tubo 6):

- 238.- P:** Bien. Lo que voy a hacer ahora es agregar... ¿recuerdan el tubo número 6? El tubo número esto seis que....¿era un sistema ¿homogéneo o heterogéneo, chicos? [solicitando atención] ¿Recuerdan el tubo número 6? ¿Sistema homogéneo o heterogéneo? ¿Cuántas fases se observan?
- 239.- G:** Heterogéneo porque tenía dos fases
- 240.- P:** Bien, tenemos una solución saturada ¿sí? Llegué a la máxima cantidad de soluto que puede disolver el solvente. Lo que voy a hacer ahora es llevar esta solución, la voy a calentar, le voy a aumentar la temperatura para ver qué sucede ¿sí? Bien, vamos a dejarla [.....].

Durante la revisión el practicante, nuevamente, utiliza equivalencias conceptuales, en este caso, validando la respuesta grupal y luego ampliando la respuesta (líneas 239 y 240). Esta ampliación ocurre en una doble dirección: en primer lugar, por reducción terminológica (“Bien, tenemos una solución saturada ¿sí? [.....]”; línea 240) y, seguidamente, por explicitación del término “solución saturada”

(“Llegué a la máxima cantidad de soluto que puede disolver el solvente [.....]”; línea 240). El practicante guía la observación de los alumnos durante el calentamiento:

247.- P: Bien, bueno. No tomen en cuenta que se eh.....los cambios de color de la solución sino si hay sólido abajo. Porque hay algo que lo hizo reaccionar que estaba en el tubo o por ahí era malo el reactivo que lo hizo cambiar de color pero eso no lo tomen en cuenta ¿Se acuerdan que antes de poner al fuego yo tenía sólido abajo, precipitado? Fíjense ¿Qué pasa abajo? ¿Hay sólido?

La observación es guiada en un doble sentido: tanto para señalar hacia dónde dirigirla como para indicar qué debe observarse. En el primer caso, con el propósito de desviar la atención del sólido color verde presente en la solución (“[.....] No tomen en cuenta que se eh.....los cambios de color de la solución sino si hay sólido abajo “[.....]”); en el segundo, con la finalidad de dirigir la atención de la observación en exceso y, en particular, a la modificación esperable en su cantidad durante el calentamiento (“[.....] Fíjense ¿Qué pasa abajo? ¿Hay sólido? [.....]”; línea 247). El practicante no puede recurrir simultáneamente a los dos observables para seguir la transición entre los estados de saturación y no-saturación de la solución. La presencia del fenómeno anómalo, sobre cuya formación vuelve a hipotetizar (“[.....] Porque hay algo que lo hizo reaccionar que estaba en el tubo o por ahí era malo el reactivo que lo hizo cambiar de color” [.....]; línea 247), le impide recurrir a los cambios en el color de la solución. El docente abandona este indicador indicando explícitamente al grupo de alumnos, que desatiendan al color de la solución durante el calentamiento. Entonces, propone mostrar los cambios ocurridos al calentar la solución siguiendo la modificación en la cantidad de exceso de sólido. Para ello, además de dirigir la observación del grupo de alumnos según lo indicado, contextualiza su atención invocando la situación inicial de la solución al enfatizar en el sólido depositado (“[.....] Se acuerdan que antes de poner al fuego yo tenía sólido abajo, precipitado? [.....]”; línea 247). Recordar la condición inicial, permitiría al practicante centrar la atención en el indicador-observable a ser considerado, atención que seguidamente es reforzada por la indicación explícita de la observación del fondo del tubo de ensayo.

La presencia del evento anómalo distrae la atención de los estudiantes e impide la observación del fondo del tubo de ensayo:

247.- P: [.....] Fíjense ¿Qué pasa abajo? ¿Hay sólido?

248.- A: No, hay líquido.

249.- P: ¿Sí?

250.- A: No veo [varias opiniones].

251.- P: No tengan en cuenta el cambio de color de la solución, si lo que estaba abajo sólido, pasó...

252.- G: Pasó a estado líquido.

253.- P: No es que pasó a líquido.

La respuesta de la alumna (“No, hay líquido”; línea 248) no es aceptada por el practicante (línea 249). “Líquido” no corresponde, en términos del modelo científico escolar propuesto desde la enseñanza, a la descripción de lo sucedido. La siguiente intervención de la alumna (“No veo”; línea 250), entre voces varias de confusión de sus compañeros, sugiere que su atención está colocada en el sobrenadante y no en el fondo del tubo de ensayo. El docente enfatiza, una vez más, en la necesidad de no fijar la observación en el sobrenadante y dirige su pregunta a los cambios ocurridos en el fondo del tubo de ensayo (“No tengan en cuenta el cambio de color de la solución, si lo que estaba abajo sólido, pasó.....”; línea 251). No obstante, las respuestas de varios estudiantes (línea 252) insisten en la descripción de un fenómeno que no es aceptada por el practicante; la idea expresada por el grupo de alumnos sería considerada, desde la perspectiva del docente, como un cambio de estado. Sin embargo, el docente no indaga en el alcance de esta respuesta. Cierra los intercambios y propone, también, un cierre en la conceptualización del fenómeno a partir del reconocimiento de la anomalía y su interferencia en la observación del fenómeno bajo estudio. Este fenómeno subsumió, captando la atención del grupo de alumnos, al evento bajo conceptualización –variación de la solubilidad con la temperatura–:

254.- P: Bueno, a ver (54:45). Recuerden que antes nosotros teníamos abajo precipitado dos fases. Lo que sucedió ahora es que hay algo, hay alguna impureza que lo que me está haciendo es cambiar la solución en dos colores ¿sí?, lo que no debería suceder ¿sí?. Por eso es que en realidad en este caso va a ser difícil estudiar lo que sucede. A ver, vamos a dejarle un poquito a ver si podemos...

255.- A: No entendí yo tampoco [superposición de opiniones].

El practicante abandona la descripción y el análisis de la variación de la solubilidad de la sal con la temperatura centrando, ahora, la atención del grupo de alumnos en el evento anómalo:

257.- P: Bien, a ver. Chicos, lamentablemente, como el reactivo se ve que ¿recuerdan el sulfato de cobre ese? Se ve que estaba impurificado ¿Qué quiere decir esto? Que cuando lo compramos, hay alguna sustancia que no es sulfato de cobre entonces no nos deja estudiarlo bien. Fíjense que se formaron dos colores, un color verde..... eso no tiene que pasar. ¿Sí? Así que lo que suponemos es que cuando compramos el sulfato de cobre, no nos vendieron un sulfato de cobre bien puro sino que había algo que lo que hace es que cuando lo caliento me transforme....eh....haga una reacción química que me haga cambiar el color ¿si? fíjense ¿Está bien?

En esta última intervención el practicante se detiene en la consideración del evento anómalo. Si bien, en instancias anteriores, estas referencias fueron variadas, en esta ocasión presenta, en tanto nota distintiva, la particularidad de ser explícita al grupo de alumnos. Las anteriores intervenciones del practicante, relacionadas a este evento, referían a posibles hipótesis sobre la formación del evento y/o a persuadir a los estudiantes de su observación. Las hipótesis sobre la formación del evento tuvieron la particularidad de ser mencionadas en contextos donde la importancia asignada por el practicante fue secundaria. Durante esta última intervención (línea 258) este evento es referenciado explícitamente, siendo objeto de observación y análisis. El practicante formula una hipótesis sobre su formación y solicita la atención de la percepción del grupo de alumnos en una referencia directa su presencia y a la modificación en el color de la mezcla. El residente hace explícitas estas consideraciones sobre el fenómeno en una instancia del desarrollo experimental en la que su presencia impide proseguir con su desarrollo. Hasta esta instancia del trabajo a partir de la actividad experimental, las intervenciones del practicante en relación a este evento mostraron un carácter evasivo, en el sentido de evitar su atención por parte del grupo de alumnos. De la imposibilidad de continuar con el desarrollo de la experiencia, deviene la atención explícita que el docente propone al grupo de alumnos. Esta imposibilidad es leída, por el practicante, desde una perspectiva que recupera un aspecto metodológico en el trabajo experimental:

259.- P: [...] Lo importante acá entonces es que tengan en cuenta que muchas veces lo que sucede, en la química, muchas veces, cuando queremos hacer una reacción o cuando queremos hacer un trabajo, muchas veces tenemos errores, entonces uno lo que tiene que saber hacer es identificar cuándo tiene un error ¿si? En este caso tiene dos colores. Ustedes ya saben la teoría....

En esta nueva intervención discursiva, el practicante propone la significación del error experimental desde el marco teórico de referencia. El modelo científico escolar propuesto desde las acciones de enseñanza debería proporcionar la explicación de lo esperable y, consecuentemente, la identificación de anomalías respecto de las expectativas. “*Ustedes ya saben la teoría*” (línea 259) podría interpretarse en términos de asumir que la teoría ofrece un conjunto de expectativas con relación a los fenómenos que explica/predice. En tal sentido, y en particular, la teoría guía la observación del evento y, desde esta consideración, el practicante propone su intervención con un aporte de naturaleza epistémica. En la continuidad de las interacciones discursivas, la secuencia preguntas-respuestas es iniciada por una alumna que no responde a la propuesta de predicción sugerida por el practicante. La alumna, con su intervención, quiebra las expectativas de una posible secuencia triádica al formular la pregunta al practicante:

260.- A: ¿Qué es lo que debería pasar?

261.- P: Lo que debería pasar es que, se supone que, al calentar, aumenta la solubilidad del...

262.- A: O sea, se disuelve...

263.- P: Exactamente. Se debería disolver lo que yo tenía en el fondo. Pero en este caso no pasó eso porque lo que sucedió fue que me cambió el color de la solución por alguna impureza que hizo que la solución se me transformara en verde y en celeste.

Esta interacción muestra una relación caracterizada por una mayor simetría en el diálogo docente-alumno. La respuesta del practicante –formulada en una estructura explicativa– es interrumpida por la alumna reformulando los términos utilizados por el aquél en su explicación. La alumna, en su intervención, emplea la expresión “*O sea, se disuelve...*” (línea 262) como alternativa a la expresión del docente “[...] *aumenta la solubilidad del...*” (línea 261). Sin embargo, en su intervención la alumna estaría anticipando, desde la perspectiva del practicante, la conclusión de su explicación. Esta diferencia no es explicitada por el docente que, luego de validar la intervención de la alumna, prosigue con la conclusión de la explicación. La intervención de la alumna no permite inferir si refiere a la conclusión del razonamiento del practicante o a una reformulación conceptual en una de sus premisas. Esta diferencia tampoco puede elucidarse desde las intervenciones del docente en tanto éste no le solicita aclaración

alguna. Por otra parte, también durante su última intervención, el practicante retoma el error experimental debido a la presencia de la anomalía, realizando un giro en la naturaleza ontológica de su causa, en tanto que la hipótesis centrada en la existencia de una impureza responsable de la existencia de una anomalía adquiere, en esta instancia de los intercambios discursivos el estatus de un hecho no objetable.

En el siguiente mapa conceptual resumimos las estrategias discursivas utilizadas por el practicante durante la aparición del evento anómalo:

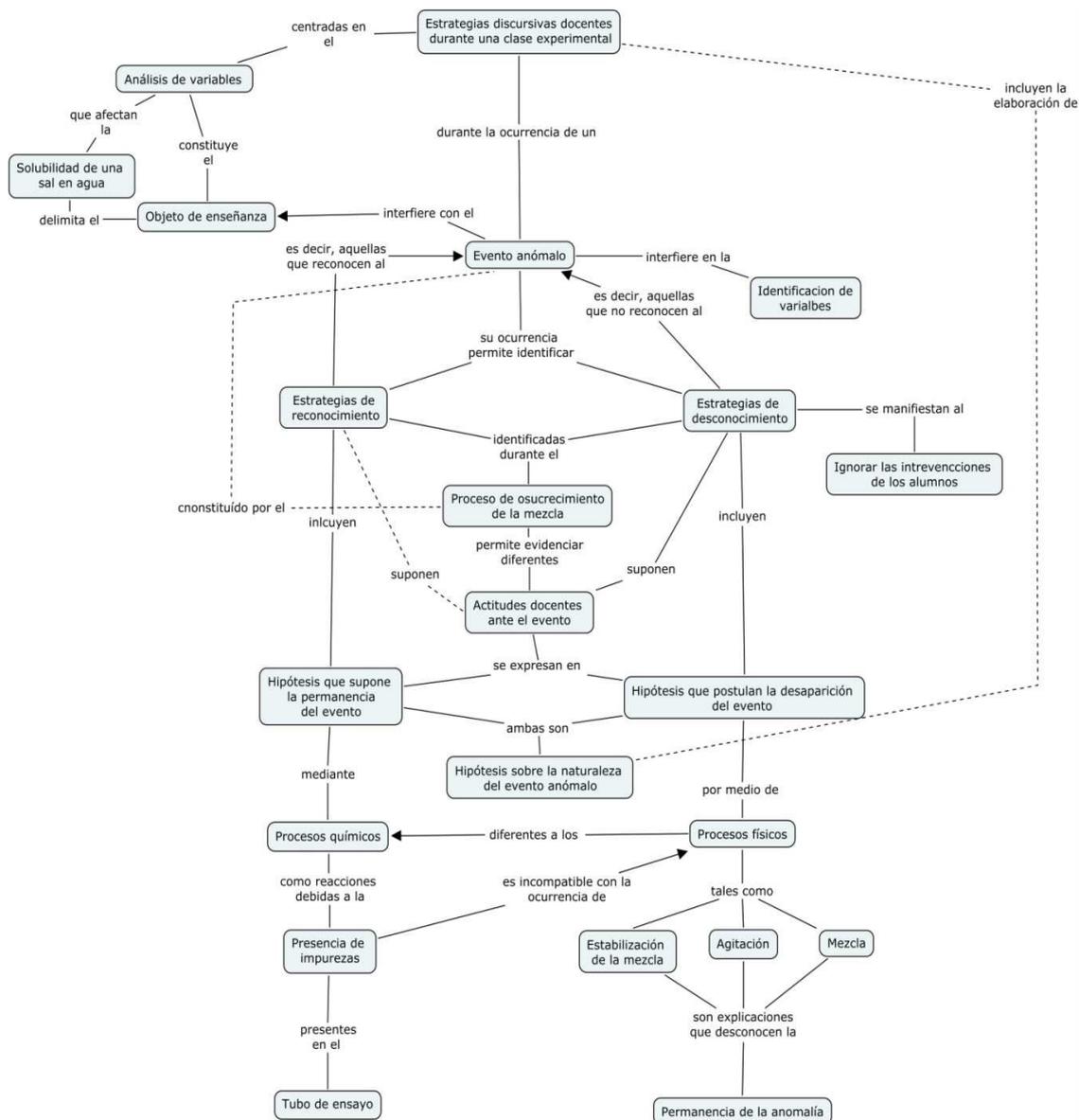


Figura 1. Estrategias discursivas utilizadas por el practicante durante la aparición del evento anómalo.

IV. CONSIDERACIONES FINALES

El análisis realizado permitió identificar el empleo de estrategias discursivas relacionadas con la observación del fenómeno, con la identificación de variables relevantes, con el control de los intercambios discursivos y con el empleo de niveles de interpretación de la materia (observable y modelo-simbólico) desde los cuales proporciona lecturas del fenómeno. El manejo simultáneo que el practicante realiza de estas interpretaciones, supone que el estudiante es capaz de establecer las relaciones entre los niveles correspondientes. Sin embargo, son numerosas las investigaciones que muestran las dificultades de los estudiantes para trabajar simultáneamente con los niveles de representación de la materia al intentar

explicar un fenómeno fisicoquímico, dificultades que pueden favorecer un aprendizaje fragmentado de la química (Gilbert y Treagust, 2009). Auxiliando a los alumnos en la conexión de niveles se genera un potencial camino para la comprensión de los conceptos químicos y el discurso docente se presenta, en el contexto del formato escolar, como un vehículo facilitador de esta comprensión. Por otra parte, el practicante guía el desarrollo de la experiencia según un protocolo cerrado que establece un control de variables para la lectura del fenómeno. El discurso del residente no explicita este control que, consecuentemente, permanece oculto para los estudiantes. El desarrollo de estrategias discursivas vinculadas a esta dimensión metodológica del trabajo científico escolar es reclamado desde el ámbito de las didácticas disciplinares. Tanto el análisis de los niveles de lectura del fenómeno como del diseño experimental empleado, ubicarían al discurso del practicante en un nivel de meta-análisis del fenómeno desde el cual puede facilitando el trabajo con los estudiantes de una dimensión epistémica-metodológica perteneciente a la naturaleza de la ciencia.

Por otra parte, la presencia de una anomalía durante la actividad experimental permitió analizar una situación poco frecuente en el estudio de las interacciones discursivas en el aula. Los esfuerzos del practicante para guiar la observación deseada se vieron interrumpidos por la desatención del grupo de alumnos quienes dirigían su observación hacia el evento anómalo y por preguntas realizadas por los alumnos al practicante que ubicaban a las interacciones en un nivel de menor asimetría. En este contexto se identificaron y analizaron un conjunto de estrategias discursivas del docente que no han sido reportadas en esta línea de investigación. Finalmente, consideramos que los resultados de esta investigación pueden proporcionar a los futuros docentes instrumentos que les permitan reconocer algunos de los recursos que utilizan en sus discursos, procurando favorecer la reflexión sobre sus habilidades comunicativas en los procesos de enseñanza y de aprendizaje escolares.

REFERENCIAS

- Candela, A. (2006). Del conocimiento extraescolar al conocimiento científico escolar: un estudio etnográfico en aulas de la escuela primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(30), pp. 797-820.
- Cazden, C. (1992). *El discurso en el aula. El lenguaje de la enseñanza y del aprendizaje*. Barcelona: Paidós.
- Coll, C. (2008). El análisis de la interacción alumno-profesor: líneas de investigación. *Revista de educación*, 346, pp.15-32.
- Cros, A. (2003). *Convencer en clase. Argumentación y discurso docente*. Barcelona: Ariel Lingüística.
- Cutrerera, G., Stipicich, S. y Chrobak, R. (2013). La dimensión en el análisis del discurso en una clase de fisicoquímica. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, 4 (1), pp. 47- 58.
- Gilbert, J. K., y Treagust, D. F. (2009). Introduction: Macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: Key models in chemical education. In *Multiple representations in chemical education* (pp. 1-8). Springer Netherlands.
- Edwards, D. y Mercer, N. (1988). *El conocimiento compartido: el desarrollo de la comprensión en el aula*. Temas de Educación. Barcelona: Paidós
- Lemke, J. L. (1997). *Aprender a hablar Ciencia: Lenguaje. Aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.
- Nussbaum, L. y Tusón, A. (1996). El aula como espacio cultural y discursivo. *Signos. Teoría y práctica de la educación*, 17, pp 14-21
- Rabelo Pessoa, W. e Alves, J. M. (2008). Interações discursivas em aulas de química sobre conservação de alimentos, no 1º ano do ensino médio. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), pp 243-260.
- Vázquez Alonso, A.; Manassero Mas, Ma. A. (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*,9(1), pp. 2-31.
- Wertsch, J. (1993). *Voces de la mente. Un enfoque sociocultural para el estudio de la acción mediada*. Madrid: Visor.