

Actividades experimentales en el aula de Físicoquímica. Un análisis del discurso docente

Guillermo Cutrera

Universidad Nacional de Mar del Plata. Argentina

guillecutrera@hotmail.com

Silvia Stipcich

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Argentina

sstipci@exa.unicen.edu.ar

Ricardo Chrobak

Universidad Nacional del Comahue. Argentina

mecenster@gmail.com

Resumen

El rol del discurso docente es clave para orientar la construcción de conocimiento del trabajo experimental. En esta presentación se identifican y analizan las estrategias discursivas utilizadas por un docente de Química en formación (practicante) durante la realización de una actividad experimental demostrativa en un curso de Físicoquímica perteneciente a la Educación Secundaria.

Se analizan, entre otras, las intervenciones discursivas del practicante considerando los indicios utilizados para guiar la observación de los alumnos durante eventos involucrados en la actividad experimental.

La realización de la actividad experimental demostrativa fue guiada, fuertemente, por el protocolo de la experiencia. Esta guía fue la modalidad impuesta por el practicante al grupo de alumnos y, desde esta imposición, reguló las interacciones discursivas. Esta regulación, además, se extendió al control de las intervenciones de los alumnos, limitadas a través del empleo de estrategias discursivas. Entre otras estrategias identificadas se pueden mencionar las siguientes: delimitación del contenido; guía de la observación; guía para establecer criterios de comparación; desestimación de respuestas; indicios; Introducción de términos; síntesis; secuencias tríadicas.

Palabras clave Discurso docente, actividades experimentales, observación experimental.

Introducción

En este trabajo entendemos por “actividad de laboratorio” a aquellas actividades relacionadas con el contacto con objetos y fenómenos representados por los conceptos y los modelos disciplinares que permiten significar la realidad objetual. Estas actividades de laboratorio pueden ser clasificadas según su orientación en demostraciones y trabajos de laboratorio o trabajos experimentales. Según Ausubel (1976), las demostraciones están dirigidas a observar de manera directa, objetos y acontecimientos y la experiencia es realizada por el profesor y observada por los estudiantes. Estas actividades tratan de dar a conocer un fenómeno físico, o ilustrar un aspecto de la teoría. Permiten que los estudiantes adquieran experiencia a través del contacto con la realidad complejizando sus modelos escolares, favorecen la contrastación de sus ideas con la evidencia empírica.

El trabajo de laboratorio suele ser una actividad centrada en la recolección de datos y elaboración de conclusiones. En esta modalidad de actividad experimental, los estudiantes no suelen participar del diseño experimental. Las finalidades que se persiguen desde la enseñanza con este tipo de actividad pueden resumirse en verificar conocimientos teóricos, manipular instrumentos, adquirir destrezas de medición y aprender a obtener resultados correctos (Tobin, *et. al.*; 1994). Otra modalidad para la implementación del trabajo de laboratorio, se basa en el planteo de situaciones abiertas. La manera de llevar a cabo esta modalidad puede diferir según las concepciones sobre el aprendizaje y sobre la actividad científica sustentadas, pudiéndose citar la perspectiva centrada en el descubrimiento, fuertemente criticada desde diferentes aportes (Ausubel, *ob. cit.*; Duit, 1995). Gil (*et. Al.*; 1991), de su parte y siguiendo un paralelo con la investigación científica, proponen una modalidad para los trabajos prácticos basados en problemas abiertos.

La realización de experiencias de laboratorio en Ciencias, ha sido cuestionada atendiendo a que no suelen promover el cumplimiento de los objetivos que, frecuentemente, se le atribuyen (Hofstein, *et. al.*; 1982). Uno de estos cuestionamientos ha estado centrado en la formación del profesorado. El profesorado de Ciencias es clave para la consecución del trabajo experimental y una adecuada realización de estas actividades demandaría la comprensión de las finalidades, de las potencialidades, ventajas, desventajas asociadas al empleo de la actividad experimental para promover los aprendizajes en Ciencias. Sin embargo, también han sido numerosas las investigaciones que evidencian la escasa preparación del profesorado para emplear este tipo de actividades, sea desde su falta de dominio del trabajo experimental, sea por la falta de su valoración crítica especialmente durante su etapa de formación (Nott, 1996; Hodson, 1993) y/o por la falta de una formación continua (Hodson; 1994), entre otros argumentos.

La observación y la experimentación tienen su expresión más acabada en las actividades de laboratorio. Desarrollar la observación no significa únicamente mostrar. En ocasiones

se asume que desarrollando una práctica demostrativa, se enseña a observar. La observación implica clasificar, discriminar e incluso, comparar. En este sentido, el proceso de observación supone la creación de un modelo de la situación observada. En esta modelización se seleccionan aspectos de la situación asumidos como relevantes en función del conocimiento previo de la misma y de la intención que proporcionan los criterios de selección útiles para la construcción de un modelo adecuado a las intenciones. Por lo tanto, toda observación simplifica la complejidad de la situación observada. Los resultados de una observación se expresan en un discurso oral o escrito; esto es, supone el empleo de un lenguaje, sea oral, sea escrito y la capacidad de comunicar Fourez (1994). En la educación en ciencias, y en la actividad científica, se observa para comunicar.

Siguiendo a Fourez (*ob. cit*), entendemos que en la educación científica escolar, una observación debe realizarse procurando ser precisa según criterios preestablecidos y es, en este último sentido, que toda observación sigue una actitud científica. Por lo tanto, el resultado de una observación puede comunicarse tanto en un lenguaje estandarizado –en términos propios de un campo disciplinar- como también utilizando un lenguaje cotidiano, sin que esto invalide –en el contexto de la ciencia escolar- hablar de “observación científica”.

Entonces, es posible referir a una variedad de interpretaciones posibles para una situación observada, testimonios de otras tantas modelizaciones posibles. En el contexto de la fisicoquímica como disciplina escolar, esto último es particularmente interesante cuando se analiza desde la perspectiva de los niveles de representación de la materia (Johnstone, 1991). El proceso de observación, entonces, representa en todo caso una interpretación de la complejidad de la situación bajo observación. Este carácter interpretativo confiere a toda observación científica escolar un sesgo subjetivo, en tanto se trata de una interpretación de objetos o acontecimientos realizada por personas. También esta observación es objetiva en la medida en que los criterios utilizados para la selección de

aspectos relevantes de la situación u objeto observados son compartidos por grupos de personas. En una comunidad de conocimiento el lenguaje es el vehículo para construir y compartir significados. En particular, en una situación de enseñanza escolar, el habla del profesor, que frecuentemente domina las interacciones discursivas (Cros, 2002), es el medio privilegiado para facilitar las condiciones de posibilidad de una observación científica escolar.

La forma en que el conocimiento se presenta, se recibe y comparte, se discute, se limita y controla, se comprende o se comprende mal, está en función de los procesos que se establecen en el salón de clase, de la forma en cómo la dinámica *maestro-alumno-conocimiento* interactúan como elementos de la situación didáctica dentro del aula (Candela, 1997). Desde esta perspectiva, asumimos que el desarrollo cognitivo está social y culturalmente condicionado (Edwards, *et. al.*; 1988), recuperando el enfoque vigotskiano, a partir del papel central otorgado al discurso y a la comunicación en la construcción del conocimiento científico, enfatizando en el carácter sociocultural de este proceso. El aula es asumida, desde este enfoque, como un escenario de interacción-comunicación social, donde el significado no es algo preexistente sino que se construye conjuntamente por los interlocutores en el acto mismo de la comunicación. En este sentido, los interlocutores cooperan en la producción del significado: no hay transmisión de significados; el significado es elaborado, construido. Sólo existe –el significado– en el espacio de intersubjetividad o de subjetividad compartida. El significado, entonces, se negocia (Cazden, 1989).

Por interacción discursiva en el aula entendemos la interacción verbal que se realiza entre docente y alumnos (Candela 2006). Los estudios sobre las formas en que se utiliza el lenguaje en las escuelas revelan patrones distintivos que permiten hablar de un *discurso instruccional*. Este discurso, 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). El estudio que presentamos aquí está centrado en el análisis de la comunicación que se establece, a través del diálogo docente-alumnos, a partir de determinado objeto de conocimiento de una disciplina científica. Nos interesa identificar y analizar las estrategias discursivas utilizadas por un docente de Química en formación durante la realización de una actividad experimental demostrativa en un curso de Fisicoquímica perteneciente a la Educación Secundaria.

Análisis episódico

La clase fue dividida en dos episodios, considerando el cambio en las actividades que el docente propuso al grupo de alumnos. El primer episodio incluye actividades preclase (Lemke, *ob. cit.*) centradas en conversaciones alumno-alumno y en la identificación del material a utilizar en la clase. Estas actividades se extienden por 13:30 minutos, tiempo al cabo del cual el practicante realiza una invitación al grupo de alumnos a iniciar la clase ("*Bueno, empezamos. Vamos a ir haciendo el trabajo, vamos a ir leyendo qué dice...[....]*"; línea 8). Este cambio de actividad, que involucra tanto al grupo de alumnos como al practicante, es utilizado como indicador de un corte episódico. En tal sentido, la invitación del practicante inicia el segundo episodio de la clase.

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, como sostiene Lemke (*ob. cit.*) se le asigna un papel central en la organización de los intercambios discursivos. 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.

Este segundo episodio se inicia cuando el practicante propone una síntesis organizativa del trabajo que realizarán (“[...] *Bien, la parte 1.... el trabajo está dividido en parte 1 y parte 2. La primera vamos a trabajar sobre soluciones saturadas e insaturadas ¿sí? [...]*”; línea 8) y, seguidamente, comienza con la presentación de los materiales a utilizar (“[...] *Lo que vamos a hacer, fíjense, que en los materiales que vamos a usar tubos de ensayo que están acá [señalando la gradilla], seis tubos de ensayo, un mortero que va a servir para pulverizar el soluto que vamos a usar. Bueno, la pipeta en realidad, vamos a usar una probeta que lo que sirve es para medir la cantidad de agua que vamos a poner, una cucharita, una gradilla que sirve para sostener los tubos de ensayo; sulfato de cobre..lo voy pasando para que vean....” [recorre diferentes grupos de alumnos mostrando el sulfato de cobre]; línea 8).*

El practicante continúa con el procedimiento indicado en el protocolo, indicándole al grupo que “[...] *En cada tubo de ensayo fui llenando con 10 ml de agua, fui midiendo en la probeta [...]*” (línea 18). Los estudiantes no siguen la actividad experimental a partir de la lectura del protocolo sino a partir de las descripciones del practicante. Los pasos indicados en el apartado “procedimiento” del protocolo, son mencionados por el practicante durante la realización de la experiencia (“[...] *Fíjense que está dividido: 10, 20, 30 y voy a llenar el último ¿sí? Bien. De esta manera tengo los 6 tubos de ensayo llenos con 10 ml de agua. ¿Está bien? Bien. Bueno, el procedimiento dice que hay que colocar tres cucharaditas de sulfato de cobre en el mortero y proceder a pulverizarlo. Yo ya lo estuve haciendo. Lo pulverizamos para que cuando se haga la solución sea mucho más fácil y no me queden cristales sin disolver [...]*”; línea 18). Las consultas de los estudiantes, en esta parte del episodio, enfatizan el trabajo en el nivel macroscópico que propone el practicante desde sus intervenciones. Por ejemplo, refieren a la cantidad de agua que

observan en uno de los tubos, a la diferencia observada en el volumen contenido en uno de ellos (líneas 26 a 30) y preguntando qué significa “cucharada al ras” o una “pizca” (líneas 33 a 36):¹

36.- P: Una pizca es muy poquito. Es algo.....Si, pero vamos a hacer todo con... En el primero agregamos una pizca, le agrego el tapón, y empiezo a mezclar ¿sí? Ese tapón me parece que está cerrando mal, así que lo voy a hacer con la mano directamente. El tapón parece que cierra mal. Bien, y lo voy a dejar acá. Fíjense el primero, el color ¿sí? Bien.

Vamos a seguir agregando en el segundo tubo, entonces.

37.- A: Un cuarto.

38.- P: Un cuarto de cucharadita al ras.

39.- A: ¿Cómo sabés cuánto es un cuarto?

40.- P: Más o menos. Este práctico es un poco a ojo ¿sí? Siempre voy a ir agregando un poquito más en cada tubo ¿sí? Bien. Mezclo para que la solución... Bien. En el tercero ya le pongo media cucharadita al ras. Le voy a agregar este embudo para hacer mucho más fácil....

En su última intervención (línea 40), el practicante minimiza el aspecto cuantitativo de la experiencia. La pregunta de la alumna (“¿Cómo sabés cuánto es un cuarto?”; línea 39) puede interpretarse como un pedido de precisión en la medida de la masa de sal. Ante esta demanda, el practicante despliega una respuesta que podemos leer desde un doble aporte: por un lado, cuando responde “Más o menos. Este práctico es un poco a ojo ¿sí?” (línea 40); por otro, cuando agrega “Siempre voy a ir agregando un poquito más en cada tubo” (línea 40). En el primero de estos aportes tiende a desestimar la importancia de la precisión en la medida durante la realización de la actividad experimental –enfaticada en

¹ P: profesor; A: alumno

el empleo del término “*poquito*”. El procedimiento del protocolo experimental indica el agregado de diferentes cantidades de sal a un mismo volumen de agua. También, el protocolo indica que el volumen de agua sea medido con precisión. Comparativamente, esta precisión no es demandada para la cantidad de sal agregada. Esta diferencia no es explicitada por el practicante al grupo de alumnos. La respuesta “*Este práctico es un poco a ojo*” (línea 18) parecería ser aplicada al diseño experimental como un todo asumiendo, en este caso, que la “falta de precisión” en la medida de una variable se extiende a otras propiedades. Supone considerar al todo por las partes. La afirmación siguiente (“*Siempre voy a ir agregando un poquito más en cada tubo*”, línea 18) enfatiza, por un lado, en la falta de precisión para medir la masa de sal y, por otro, en la cantidad creciente de sal en cada tubo. La diferencia en la precisión al medir las cantidades de sal y de agua y el control de variables que impone el protocolo, son dos aspectos de la actividad experimental que el practicante no habilita, desde el control que ejerce durante los intercambios discursivos.

Las medidas “aproximadas” para las cantidades de soluto, y con ello el menor nivel de exigencia en su medida se relacionan con la finalidad del práctico experimental. La medida de la cantidad de sólido utilizando la “cucharada” como unidad de medida, es funcional según los propósitos de la actividad experimental. El nivel de precisión en esta medida debe permitir diferenciar soluciones en términos de los estados saturado/insaturado. La unidad de medida propuesta en el protocolo permite esta diferenciación. Desde esta perspectiva, la actividad experimental no supone que el “[...] *práctico es un poco a ojo* [...]” (línea 40). Posiblemente esta última consideración del practicante pueda descansar en el intento de homologar la actividad experimental escolar con la actividad experimental científica y, con ello, extrapolar demandas propias de este último contexto, al experimental-escolar.

Estas últimas observaciones sobre la actividad experimental, podrían ser recuperadas desde un análisis que considere aspectos del diseño experimental. El practicante, durante este episodio, centra su atención en la realización de la actividad experimental y no habilita, desde sus intervenciones discursivas, referencias al análisis del diseño de la actividad. Estas consideraciones ubicarían a las interacciones en un nivel de metaanálisis de la actividad experimental. Tal decisión tiene consecuencias en la delimitación del contenido escolar.

En su intervención durante estos intercambios discursivos, el practicante guía la observación del grupo de alumnos hacia el color de la solución resultante (“[...] Fíjense el primero, el color ¿sí? [...]”; línea 36). Tal solicitud centra la atención en una propiedad observable de la solución sin justificar el propósito de la acción. El color de las soluciones preparadas en cada uno de los tubos de ensayo será un criterio de comparación entre las mismas. Este criterio, en esta instancia, no es explicitado por el practicante. La intervención de una alumna, elaborando una predicción del color en la solución que prepara el practicante (“Se supone que va a ser más oscuro el color”; línea 43), tampoco es utilizada por éste para explicitar la relevancia de la observación, limitándose a una respuesta personalizada (“Se supone. Eso se supone”; línea 44). Esta intervención es desestimada por el practicante si consideramos que, luego de su respuesta, se dirige al grupo de estudiantes omitiendo el aporte anterior:

44.- P: Se supone. Eso se supone [...] Bien. Fíjense.

45.- A: Hacen espuma.....

46.-P: Bien. Fíjense cómo... ¿qué va a pasando con el color de a poquito? Por ahí, muy tenuemente está oscureciendo ¿sí? De a poquito.

En estos intercambios discursivos el practicante guía la observación en un doble sentido: con el propósito de desestimar la observación de una alumna (“Hacen espuma.....”; línea

45) y, nuevamente, guía la observación al color de la solución preparada. Sin embargo, la pregunta que formula al grupo no refiere a la comparación entre el color la solución preparada con los colores de las restantes mezclas, sino a inferir desde la observación que la solución se “oscurece” (“[...] *¿qué va a pasando con el color de a poquito? Por ahí, muy tenuemente está oscureciendo ¿sí? De a poquito [...]*”; línea 46). El practicante comparte con el grupo de alumnos una comparación que ha sido definida explícitamente por él. Puede suponerse, incluso, que da por implícita la comparación, si consideramos una intervención posterior a la preparación de la siguiente solución (tubo 5): “*Vamos a seguir comparando los colores. ¿Sí? Fíjense. ¿Qué va pasando en el fondo? [...] O sea, trato de seguir mezclándolo. Voy a pasarlo para que vean*” (línea 48). La comparación no fue explicitada, sin embargo, se “siguen comparando los colores”.

Durante estos intercambios, la comparación se instala a partir de indicios proporcionados por el practicante y desde la participación de una alumna. En su conjunto, estas intervenciones construyen la atención en la comparación que, finalmente, es explicitada por el practicante (“*Vamos a seguir comparando los colores. ¿Sí?*”; línea 48). Sin embargo, en esta última instancia, no propone detenerse en los resultados de la comparación. No habilita una instancia de reflexión respecto del cambio en la intensidad del color entre las soluciones preparadas. En cambio, propone al grupo de estudiantes, prestar atención a otra característica del sistema como es la formación de sistemas heterogéneos.

La comparación entre los colores de las soluciones se establece con un propósito que aún no ha sido explicitado por el practicante ni indagado por los estudiantes. La comparación no tiene un propósito adicional.

El practicante enfatiza en un segundo aspecto de los sistemas materiales en cada tubo de ensayo. Este aspecto es, también, definido desde la observación y comienza a presentarse en el sistema preparado en el tubo de ensayo 5 (“*Fíjense. ¿Qué va pasando en el fondo?*”).

[...] *O sea, trato de seguir mezclándolo [...]*"; línea 48). Esta última expresión, posiblemente destinada a hacer evidente que la mezcla no permite que se disuelva la totalidad del sólido, presenta de manera implícita un indicio para que los alumnos reconozcan en ella la intención mencionada. La pregunta "*¿Qué va pasando en el fondo?*" junto a la afirmación "*O sea, trato de seguir mezclándolo*" serían utilizados por el practicante para ofrecer indicios a efectos del reconocimiento de dos eventos: la existencia de sal no disuelta en el fondo del tubo de ensayo y que esa sal no se disuelve. A continuación propone al grupo de estudiantes una comparación a partir de la observación del contenido entre este último tubo y uno anterior:

50.- P: Voy a agarrar el segundo y voy a agarrar éste, es el quinto. Están... veamos la diferencia. Fíjense abajo ¿qué aparece? ¿Qué empieza a aparecer abajo? ¿Ven que está más azul abajo? Son cristales que están depositados. Fíjense todos. ¿Lo ven abajo? [pasa por los grupos] ¿Ven abajo? ¿Qué se observa? ¿Cuántas fases observan acá? ¿Lo ven abajo ustedes acá? [...] Fíjense. Comparen la diferencia con éste. El tubo 2 ¿Ven abajo? ¿Qué se forma? [...] ¿Lo ven ahí abajo? ¿Acá, chicos, [refiriéndose a otro grupo], lo vieron todo? ¿El precipitado abajo? ¿Vieron que cambia el color? Hay azul acá, y acá la solución.

El practicante ofrece la guía de la observación y, también, las respuestas a las cuestiones que plantea. Mantiene un diálogo consigo mismo. Con la pregunta "*[...] Fíjense abajo ¿qué aparece? ¿Qué empieza a aparecer abajo?*" (línea 50) no habilita la intervención de los alumnos sugiriendo una respuesta a la última pregunta a través de un indicio observacional a partir de una nueva pregunta ("*¿Ven que está más azul abajo? Son cristales que están depositados*"; línea 50). Refiriéndose a un grupo de alumnos, centra la atención en la cantidad de fases del tubo 5 a través de una nueva pregunta que, rápidamente, resulta desestimada cuando propone centrar la atención en lo que aparece "abajo" ("*[...] ¿Qué se observa? ¿Cuántas fases observan acá? ¿Lo ven abajo ustedes acá? [...]*"; línea 50). Con otro grupo, y desde la interacción discursiva, retoma el cambio en la

intensidad del color e introduce el término “precipitado” (“¿Acá, chicos, [refiriéndose a otro grupo], lo vieron todo? ¿El precipitado abajo? ¿Vieron que cambia el color? Hay azul acá, y acá la solución”; línea 50).

Son dos los criterios propuestos por el practicante para la comparación de las mezclas. Por un lado, el tipo de sistema material presente en cada mezcla; por otro, el color de la solución en cada sistema. Cada uno de estos criterios es trabajado independientemente durante los intercambios discursivos. En primer término, el énfasis es colocado en la formación de una segunda fase; luego, en la comparación del color de las soluciones entre las mezclas. Esta secuencia es manejada por el practicante que, selectivamente, induce al grupo de alumnos en qué propiedad del sistema fijar la observación.

La comparación entre los colores de las soluciones es instalada a partir de la intervención de una alumna:

66.- P: 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.

67.- A: Igual éste no es del mismo color que el quinto.

68.- P: Claro, no. ¿Cuál es más oscuro?

69.- A: El quinto.

La alumna, en su intervención, propone un cambio en la observación del sistema. El intercambio discursivo, hasta esta intervención, estaba centrado en la formación de una segunda fase del sistema. La alumna propone fijar la atención en el color de la solución. Esta intervención es atendida por el practicante quien continúa el intercambio a través de una pregunta (línea 68) respondida por la alumna y que no recibe refuerzo por el practicante. Éste, en cambio, reubica la continuidad de los intercambios discursivos

transitando del nivel observable a una demanda de conceptualización a través de una nueva pregunta realizada al grupo de alumnos (“[...] *¿cómo tendrían que ser si están los dos saturados?*”; línea 70). La pregunta anticipa la condición de saturación en ambos sistemas, posiblemente en la intención de colocar el énfasis en la comparación entre los colores de ambas soluciones y coloca, de parte del practicante, la atención en el nivel modélico-teórico. Al explicitar la condición de saturación el practicante ofrece al grupo de alumnos un indicio para la respuesta. También, este salto hacia la noción de saturación supone despegar la atención del análisis hasta ahora centrado en el nivel observable, a una anticipación que requiere del modelo escolar trabajado en esta misma unidad. Esta anticipación demanda prescindir de lo que se está observando y justificar lo que debería observarse a partir de una predicción teórica. Tal demanda que el practicante propone al grupo de alumnos, se sigue de una predicción que él plantea para sí (“[...] *Se supone que los dos colores [...]*”; línea 70) en un diálogo que puede pensarse, mantiene consigo, luego de agitar el contenido de ambos tubos de ensayo:

70.- P: Lo que pasa que yo voy a agitar los dos y vamos a comparar los colores a ver qué pasa. Se supone que los dos colores [...] *¿cómo tendrían que ser si están los dos saturados? Vamos a dejar que...*

En la continuidad de los intercambios discursivos el practicante desestima la predicción y no enfatiza en su demanda. Por ejemplo, la respuesta de uno de los alumnos a la predicción solicitada (“*Una está más saturada que el otro*”; línea 71), no es considerada por el practicante para el análisis, como tampoco el control de variables que supone la experiencia, a partir de la respuesta de otro estudiante (“*Pero una tiene más [...] o capaz que el cuarto tiene más agua que el quinto*”; línea 74). Por otra parte, tampoco resulta claro qué variable está comparando entre las mezclas (“*¿Qué estás viendo? ¿El color del agua o el color del coso?*”; línea 75); la respuesta del practicante, indica, una vez más, un cambio en la variable analizada (“*Quiero ver si lo que está precipitado acá se me puede*

seguir disolviendo"; línea 76). Las diferencias de color entre las soluciones y en la presencia de sólido no disuelto, en las mezclas de los tubos 4 y 5 no son claras al practicante (*"Quiero ver si lo que está precipitado acá se me puede seguir disolviendo"*; línea 76). Esta incertidumbre guía estas últimas intervenciones discursivas y se traduce en el manejo simultáneo de ambas variables, sin hacerlas explícito, y en la formulación de preguntas que, teniendo un carácter más bien personal, son dirigidas al grupo de estudiantes. Posiblemente esto también dificultó que pudiese atender a las intervenciones de algunos alumnos y que ofrecían la posibilidad de analizarse desde el modelo escolar que se estaba trabajando en la unidad didáctica.

Seguidamente, el practicante procura organizar el desarrollo de la experiencia (*"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? 4 cucharaditas, comparado con el quinto que me pedía..."*; línea 78). Durante la preparación de la última solución (líneas 78 a 86, inclusive) se suceden anticipaciones de algunos alumnos, con relación a la comparación de las mezclas (*"Van a quedar iguales"*; línea 81) y a los colores de las soluciones (*"Está más clarito el 6"*, línea 85; *"No. Están iguales"*; línea 86). Tal como sucediera más arriba, estas anticipaciones referidas a aspectos diferentes de las mezclas, no son consideradas como objeto de discusión por el practicante que, una vez preparada la última solución, realiza una síntesis comparativa entre las mezclas:

87.- P: Vamos a esperar que se estabilice un poquito la solución y a comparar los colores ¿sí?, así va precipitando todo lo que no puede ser disuelto ¿sí?. Bien. Primero vamos a comparar los primeros ¿sí? El 1, el 2 y el 3 habíamos dicho que eran soluciones ¿saturadas o insaturadas?

La comparación es pautaada y guiada por el practicante. En una primera instancia, esta comparación, considera a las mezclas en términos del par saturada/insaturada (líneas 87 a

108, inclusive). Este criterio es propuesto por el practicante y no sugerido, en tanto posible pauta comparativa, por los estudiantes. En este sentido, la guía del practicante es doble: indica al grupo de alumnos el orden en que deben ser observados los tubos y propone los criterios para la comparación. Los intercambios discursivos se estructuran según secuencias triádicas (iniciación, respuesta, refuerzo o feedback) con refuerzo del practicante sugiriendo, también desde las afirmaciones, el cambio en el número de fases en el sistema (“Es decir recién en el tubo 5 empiezo a ver ¿Cuántas fases?”; línea 93). Las preguntas están centradas en el reconocimiento del número de fases y en la caracterización de la solución como saturada/insaturada (“*Bien. Hay dos fases. Es decir ¿la solución es saturada o insaturada?*”; línea 103).

Los términos “cristales” y “precipitado” son utilizados por el practicante durante los intercambios sin una aclaración respecto del contexto semántico de su empleo. Los alumnos acceden a estos términos a través de ejemplificaciones que proporciona el practicante a través de su discurso. Estas ejemplificaciones no son explícitas; sin embargo, modelan el contexto semántico para su uso. Ambos conceptos son incorporados a los intercambios discursivos sin estar mediados de una referencia explícita a las formas correctas de su empleo, por lo que los estudiantes deben inferir las relaciones semánticas correctas para su utilización del contexto discursivo, a partir de las pistas proporcionadas por el practicante

Algunos alumnos utilizan el término “cristales” correctamente; no sucede lo mismo con el término “precipitado” que no es incorporado por los estudiantes en sus respuestas al practicante. Esto último debe ser analizado en el contexto de intercambios en los cuales el practicante condiciona la respuesta de los alumnos:

103.- P: Bien. Hay dos fases. Es decir ¿la solución es saturada o insaturada?

104.- G: Saturada

105.- P: Fíjense abajo que ambos tienen [...] ¿qué tienen abajo?

106.- G: Cristales.

107.- P: Cristales ¿Y a qué corresponden? ¿De qué son? ¿De soluto? ¿De solvente?

108.- G: De soluto.

Los contextos en los que el practicante empleó ambos términos -“cristales” y “precipitado”- hacen posible que la respuesta pueda ser formulada en cualquiera de ellos. Sin embargo, el grupo de alumnos selecciona una de ellas -“cristales”- como respuesta a la pregunta “¿qué tienen abajo?” (línea 105). Ambos términos fueron utilizados por el practicante en contextos semánticos comparables. Considerando los intercambios discursivos hasta la formulación de la pregunta anterior (línea 105), los pasajes en los que utiliza el término “cristales” son los siguientes:

18.- P: Bien. En cada tubo de ensayo fui llenando con 10 ml de agua, fui midiendo en la probeta. Me quedó otra vez acá este último tubo. Nuevamente medí 10 ml. Fíjense que está dividido: 10, 20, 30 y voy a llenar el último ¿sí? Bien. De esta manera tengo los 6 tubos de ensayo llenos con 10 ml de agua. ¿Está bien? Bien. Bueno, el procedimiento dice que hay que colocar tres cucharaditas de sulfato de cobre en el mortero y proceder a pulverizarlo. Yo ya lo estuve haciendo. Lo pulverizamos para que cuando se haga la solución sea mucho más fácil y no me queden cristales sin disolver.

19.- A: ¿Cómo es?

20.- P: Viene igualmente en polvo pero la idea es tratar de pulverizarlos bien para que sea más fácil disolverlos porque muchas veces si son cristales grandes cuesta disolverlos, ¿sí?

Por otra parte, los siguientes pasajes muestran los contextos en los que el practicante recurre al término “precipitado”:

61.- P: “[...] ¿Lo ven ahí abajo el precipitado? Bien.

76.- P: “Quiero ver si lo que está precipitado acá se me puede seguir disolviendo.

91.- P: [...] Recién en el tubo 5, acá sí se empieza a observar precipitado y por eso es que hay diferencia de color [...].

95.- P: “No. Porque recién seguí batiendo pero me sigue precipitando. Recién lo volví a agitar y siguió precipitando. Es decir, ¿qué cantidad de fases se forman nuevamente en el tubo 5?”

Ambos términos son utilizados para referir al sólido no disuelto en el sistema. El practicante utiliza indistintamente uno u otro concepto en diferentes contextos, tal como puede seguirse del siguiente pasaje en el que, durante el mismo, utiliza uno u otro término indistintamente:

50.- P: “Voy a agarrar el segundo y voy a agarrar éste, es el quinto. Están... veamos la diferencia. Fíjense abajo ¿qué aparece? ¿Qué empieza a aparecer abajo? ¿Ven que está más azul abajo? Son cristales que están depositados. Fíjense todos. ¿Lo ven abajo? [pasa por los grupos] ¿Ven abajo? ¿Qué se observa? ¿Cuántas fases observan acá? ¿Lo ven abajo ustedes acá? [...] Fíjense [...].

Esta sinonimia, sin embargo, no es explicitada a los alumnos que, al momento de responder, utilizan, selectivamente, uno de ellos. Esta elección no podría justificarse desde la frecuencia con la que el practicante presentó –hasta ese momento- un concepto u otro; tampoco con la preferencia a emplear “cristales” o “precipitado” en un contexto u otro ni con una referencia explícita a su empleo según el contexto semántico. Los alumnos, entonces, seleccionan uno de ellos, posiblemente, a partir de cierta familiaridad con el referente empírico del término “cristales” desestimando, por el motivo contrario, el término “precipitado”.

El practicante refuerza, en el contexto de una secuencia triádica, la respuesta del grupo y, en la misma intervención, avanza en la observación simultánea del color de las soluciones y de la existencia/ausencia de sólido no disuelto:

107.- P: Cristales ¿Y a qué corresponden? ¿De qué son? ¿De soluto? ¿De solvente?

108.- G: De soluto.

109.- P: Bien. Fíjense todos. Fíjense que ambos tienen cristales abajo [...]. 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?

En esta intervención (línea 109) se inicia una nueva secuencia de intercambios centrada en preguntas destinadas a controlar el conocimiento de conceptos analizados y validados en clases anteriores, a partir de su aplicación a la lectura de la experiencia realizada en este episodio. El control se establece a partir de la aplicación de conceptos trabajados con anterioridad. Las preguntas del practicante habilitan respuestas cerradas de los alumnos las que, seguidamente, reciben un refuerzo sin ampliación al contenido de la respuesta. Su intervención, en este último caso (línea 109), supone indicios provenientes de la observación de las mezclas dirigidos a comparar dos de las mezclas haciendo evidente la presencia de cristales y la intensidad en el color de la solución –criterios para la comparación-. Estos indicios anticipan la formulación de una pregunta: “[...] *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?*” (línea 109). En todo caso, a través de los indicios, el practicante legitima una interpretación de lo observado –en este caso, el color de las soluciones-, al grupo de alumnos (“[...] *Fíjense que en los dos hay dos fases y el color es muy similar, es decir, el color de la solución casi no cambia [...]*”; línea 109). Con ello, también, impone una lectura aporofemática de la experiencia y que, en la situación presente, le posibilita construir un antecedente legitimado -a modo de condición inicial-

para la pregunta indicada. Esta pregunta (“[...] *¿Va a cambiar el color de la solución?*”; línea 109) ya no está centrada en la comparación de las intensidades de los colores de las soluciones sino en la correspondiente al color de una de las mezclas ante el agregado de más cantidad de sal. No es claro el propósito en el pasaje de la primera a la segunda comparación; alternativamente, podría haberse obviado la primera a efecto de presentar la segunda. La continuidad de los intercambios sigue centrando la atención en una de las soluciones:

109.- P: [...] *¿Va a cambiar el color de la solución?*

110.- G: No

111.- P: *¿Por qué no va a cambiar?*

112.- G: Porque está saturada

113.- P: Bien. Llegamos a una solución saturada. Es decir, por más que yo siga agregando, *¿Qué va a pasar con esa cantidad de soluto que yo siga agregando?*

114.- A: Se va a depositar.

115.- P: [Sin escuchar la respuesta] Vamos a agregar más en el tubo 5 para ver que la solución ya no va a cambiar.

Esta última secuencia concreta un recorrido que finaliza en la comprobación experimental de una predicción solicitada más arriba (línea 109). El practicante utiliza una estrategia discursiva en la cual el recurso a la experiencia cumple el propósito de corroborar la enunciación formulada en términos de una predicción. Ésta perdió el carácter hipotético al recibir un refuerzo del practicante durante los intercambios centrados en la estructura triádica, por un lado y, por otro cuando, desde su intervención discursiva, es explícito al indicar que se observará lo predicho (línea 115). En este sentido, la predicción pierde su potencial carácter hipotético y deviene en la comprobación de una afirmación asumida como válida (línea 117).

117.- P: Bien. Fíjense. Yo ahora le agregué dos cucharadas más y fíjense qué pasó en el tubo número 5. ¿Sí? El color es el mismo ¿sí? Solamente que ahora me aumentó la cantidad de.....

118.- G: De abajo

119.- P: De soluto que hay en el fondo ¿sí? ¿Por qué? Porque yo....aunque yo siga agregando ¿qué va a pasar con esta cantidad que queda en el fondo? Si sigo agregando....

120.- A: Se sigue depositando.

121.- P: Se sigue depositando, a medida que yo sigo agregando ¿sí? ¿y el color va a cambiar?

122.- A: No

Esta comprobación es utilizada por el practicante, además, para dirigir la atención del grupo de alumnos a la cantidad de sólido no disuelto (línea 117). Tal como sucediera con la intensidad del color de la solución, guía la respuesta de los estudiantes a su formulación correcta utilizando una afirmación que es completada por los alumnos (línea 118). Sin embargo, esta intervención de los estudiantes no refiere a una valoración del cambio en la cantidad de sólido no disuelto (aumento/disminución), sino a completar qué es aquello que aumenta. En ambos casos –intensidad del color de la solución y cantidad de sólido no disuelto- la variable es controlada por el practicante lo que le confiere el control de los intercambios discursivos, evitando la posibilidad de una multiplicidad de voces. En esta misma secuencia (líneas 117 a 122, inclusive) las respuestas de los alumnos instalan, durante los intercambios, los términos “de abajo” y “depositando”. El primero no es aceptado por el practicante que, en su intervención, reformula la respuesta del alumno, ajustándola al contenido científico y la utiliza para continuar la secuencia prevista. La reformulación, en este caso, oficia como una corrección. Sin embargo, el empleo del término “depositando” es aceptado por el practicante (líneas 120 y 121) y, en este caso, su utilización es análoga –en términos semánticos- a aquella que, oportunamente, propuso para el término “precipitación”. Durante el desarrollo de las interacciones, el

grupo de alumnos (o su mayoría) sugiere describir este proceso en términos de una “deposición” y no leerlo a través del término “precipitación”. En otras ocasiones, también, el indicio observacional.

Consideraciones finales.

En la tipología propuesta por Castellá (*et. al.*; 2007), las estrategias destinadas a captar y mantener la atención constituyen una entre aquellas utilizadas para la construcción de conocimiento. Debemos distinguir entre el aspecto motivacional asociado a las actividades experimentales para los estudiantes –y, con ello, la posibilidad de concentrar su atención -, del empleo de estrategias discursivas del practicante destinadas a captar y mantener la atención. Son estas últimas, las estrategias analizadas en este trabajo. Durante la clase analizada, el practicante utiliza estrategias discursivas que le permiten delimitar el contenido; guiar la observación, establecer criterios de comparación, centrar la atención del grupo de alumnos en diferentes niveles de interpretación de la materia, desestimar respuestas, proporcionar indicios, introducir conceptos y realizar síntesis conceptuales.

La realización de la actividad experimental demostrativa fue guiada, fuertemente, por el protocolo de la experiencia. Esta guía fue la modalidad impuesta por el practicante al grupo de alumnos y, desde esta imposición, reguló las interacciones discursivas. Esta regulación, además, se extendió al control de las intervenciones de los alumnos, limitadas a través del empleo de estrategias discursivas como la desatención a determinadas respuestas de los estudiantes en el contexto de secuencias tríadicas. Este control se manifiesta, también, en el empleo de conceptos –por ejemplo “solución saturada”- trabajados con anterioridad por el grupo de alumnos, que son utilizados por el practicante en la formulación de las preguntas y luego empleados por los estudiantes en algunas de sus respuestas. La lectura de algunas de las soluciones preparadas en términos de “saturadas”/“insaturadas” no es propuesta por los alumnos sino por el practicante que, entonces y desde sus intervenciones, guía la lectura del experimento. Estas lecturas

privilegian los niveles macroscópico y modélico-simbólico (Johnstone; *ob. cit.*). A partir de ambos niveles, propone la recuperación de conocimientos trabajados durante esta unidad temática.

Además, el ejercicio del control discursivo por el practicante, condiciona el acceso al análisis del diseño experimental. La necesidad de este análisis será dada por los propósitos de la actividad experimental; luego, no se impone como un contenido escolar a ser trabajado. No obstante, y posiblemente, ciertas consideraciones –discutidas en el análisis episódico- podrían ser convenientes para la lectura de la experiencia por el grupo de alumnos. En todo caso, es interesante advertir que en la decisión de habilitar/deshabilitar a través del control de los intercambios discursivos consideraciones sobre el diseño experimental, el practicante decide o no también, abordar contenidos relacionados con la naturaleza del conocimiento científico (Acevedo; 2004).

El análisis de los intercambios discursivos permitió identificar el empleo de indicios durante las intervenciones del practicante. Estos indicios fueron proporcionados en los dos niveles mencionados –macroscópico y modélico-simbólico-, a los que denominamos, respectivamente, “indicios observacionales” e “indicios conceptuales”. A través de los primeros, el practicante fija la observación en una propiedad observable del sistema – presencia de cristales, color de la solución, por ejemplo- que instituye como criterio de comparación. Al enunciar explícitamente este indicio crea las condiciones iniciales para la formulación de una pregunta al grupo de alumnos. El indicio, entonces, reduce las posibilidades de respuestas por los estudiantes al acotarlas desde la formulación de aquellas condiciones. Guía las respuestas posibles prácticamente a una interpretación y, en este sentido, la legitima; reduce las posibilidades de enunciación de otras lecturas.

Por otra parte, el indicio observacional guía la observación del grupo de alumnos hacia lo que el practicante considera relevante del sistema. En tal sentido, el indicio permite guiar las respuestas de los alumnos, fijar la atención en una propiedad observable –en el caso

de un indicio observacional- y proporciona –desde esta propiedad- un criterio de comparación. La noción de “saturación” es utilizada como indicio –conceptual, en este caso- para fijar una propiedad durante la lectura del sistema y enfatizar en otra. En tal caso, el indicio en tanto recurso discursivo permite, al practicante, realizar un control de variables durante la lectura de la mezcla. El practicante no explicita el control de variables y, además, los criterios utilizados para las comparaciones no son explicitados al grupo de alumnos. El diseño de la experiencia no es sometido a análisis durante los intercambios y, con ello, no se problematiza el proceder experimental. Las observaciones que pueden generar interpretaciones divergentes son limitadas, por ejemplo, desde el empleo de indicios o desestimando respuestas. A través de estas restricciones, el practicante delimita el contenido escolar trabajado a saberes escolares en ciencias omitiendo, según lo ya indicado, el trabajo con conocimientos sobre la actividad científica.

Bibliografía

Acevedo, J. (2004): "Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1, 3-16.

Candela, A. (2006): "Del conocimiento extraescolar al conocimiento científico escolar: un estudio etnográfico en aulas de la escuela primaria". *Rev. Mexicana de Investigación Educativa*. Julio-Septiembre, año/vol. 11, N° 030. COMIE. Distrito Federal, México. pp. 797-820.

Castellá, J.; Comelles, S.; Cros, A.; Vilá, M. (2007): "Entender(se) en clase. Las estrategias comunicativas de los docentes bien valorados". Barcelona: Ed. Graó.

Cazden, C. (1990), El discurso en el aula, en: M. Wittrock: *La Investigación de la Enseñanza, III*. España: Paidós/MEC. pp. 627-709

Cros, A.(2002): "Convencer en clase. Argumentación y discurso docente". Ed. Ariel. Barcelona. España

Duit, R. (1995): "The constructivist Views. A fashionable and fruitful paradigm for science education. research and practice", en Steffe Leslie y Gale Jerry: *Constructivism in Education*. N. J.: Lawrence Erlbaum Associates Inc. pp. 271-286.

Edwards, D.; Mercer, N. (1988): "El conocimiento compartido: el desarrollo de la comprensión en el aula". Temas de Educación. Barcelona. Paidós. MEC.

Fourez, G. (1994): "Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias". Buenos Aires, Ediciones Colihue.

Hodson, D. (1993): "Re-thinking old ways: towards a more critical approach to practical work in school ". *Studies in Science Education*, Vol 22: 85-142.

Hodson, D. (1994): "Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio". *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 299-313.

Hofstein, A.; Luneta, V: (1982): "The role of the laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research". *Review of Educational Research*, Vol 52, 2: 201-217.

Johnstone, A. H. (1991): "Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem" en: *J. Computer Assisted Learning*, 7, pp 75-83.

Lemke, J. L. (1997): "*Aprender a hablar Ciencia: Lenguaje. Aprendizaje y valores.*" Paidós, Barcelona.

Nott, M. (1996): "When the black box springs open: practical work in schools and the nature of Science". *International Journal of Science Education*, Vol.. 18, 18: 807-818.

Tobin, K.; Tippins, D. y Gallard, A. (1994): "Research on Instructional Strategies for Teaching Science", en Gabel, D (ed): *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. N Y.: NSTA.