

Experimentos en clases de ciencias: transacciones de significado en un grupo de trabajo colaborativo

Experiments in Science Classes: Transactions of Meaning in a Collaborative Work Group

Facundo Dyszel

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES,

ARGENTINA

facundody@gmail.com

ORCID: 0000-0001-9955-3411

Ana María Espinoza

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES,

ARGENTINA

anitaesp48@gmail.com

ORCID: 0000-0002-3395-229X

Cecilia Acevedo

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES, ARGENTINA

lceciliaacevedo@gmail.com

ORCID: 0000-0002-4973-0202

RESUMEN

En este artículo estudiamos cómo se movilizó el sentido para proponer un experimento que dio inicio a una secuencia didáctica sobre la luz. Ésta fue elaborada en un grupo de trabajo donde colaboraron docentes con investigadoras y fue implementada en diferentes aulas de primaria de un programa socioeducativo de Buenos Aires. Interesa explorar la potencialidad de esta modalidad colaborativa para propiciar la construcción de conocimiento didáctico. Se trata de un estudio de caso donde analizamos las interacciones entre las diferentes posturas de los integrantes cuando codiseñaron, implementaron y analizaron la secuencia. Identificamos que, al inicio, las discusiones del grupo estuvieron enfocadas en aspectos materiales de la planificación, pero, luego, la reflexión compartida sobre las escenas de aula posibilitó repensar las intervenciones docentes, las ideas de los alumnos y la evaluación de alternativas sobre cómo convocarlos, lo que motivó modificaciones en nuevas implementaciones y redefiniciones sobre los sentidos para proponer el experimento. Por último, pudimos comprender algunas razones que obstaculizan la aproximación de los docentes a las producciones de la investigación académica.

ABSTRACT

In this paper, we study how the intentionality to propose an experimental situation in a science lesson was mobilized. This situation initiated a didactic sequence about light that was implemented in different elementary classrooms (belonging to a socio-educational program from the City of Buenos Aires) and was conceived in a working group where teachers and researchers collaborate. We aim to explore the potentiality of this collaborative modality to promote the construction of ideas on teaching and learning science. We present a case study and we focus on the interactions between the different positions of the collaborative group members as they were involved in the co-design, implementation, and analysis of the sequence. We identified that, initially, the group discussions were centered on the material aspects of the lesson design; but, after the first implementations, the shared reflection about the classroom scenes made it possible to problematize the teachers' interventions, the interpretation of the students' ideas and the assessment of alternatives on how to promote student engagement. This motivated modifications in further implementations and redefinitions of the purpose to present the experiment in class. Finally, we were able to understand some reasons that obstruct teachers' engagement with academic research proposals.

Palabras clave: relación investigación-docencia, trabajo colaborativo, educación primaria, enseñanza de las ciencias, experimentación

Keywords: teacher researcher relationship, collaborative work, primary education, science education, science experiments

INTRODUCCIÓN¹

En este artículo damos a conocer cómo se fue movilizando el sentido con el que se propuso un experimento a partir de los análisis realizados sobre diferentes puestas en aula de una secuencia didáctica sobre la luz, elaborada en un grupo de trabajo integrado por docentes e investigadoras.² Nos interesa explorar la potencialidad que tiene una modalidad concebida desde la colaboración entre sus integrantes para propiciar la construcción de ideas sobre las situaciones de enseñanza propias del área de las Ciencias Naturales.

Desde 2013, en línea con aportes realizados por investigadores de otras didácticas específicas a nivel nacional e internacional (Bednarz *et al.*, 2020; Desgagné *et al.*, 2001; Roditi, 2010; Sadovsky *et al.*, 2015; Sensevy, 2011; Sensevy *et al.*, 2013), nuestro equipo de investigación comenzó a incluir como problema comprender las razones que intervienen en las decisiones de los docentes al seleccionar y gestionar las situaciones de enseñanza, y la importancia de contar con sus interpretaciones en la construcción y análisis de los datos de los trabajos de campo (Espinoza *et al.*, 2020). Encontrábamos limitaciones para entender las singularidades de un contexto didáctico, pedagógico y escolar, imposible de conocer sin incluir en los análisis la perspectiva de quienes enseñan en cada institución (Espinoza *et al.*, 2021).

Esta caracterización del problema llevó a revisar la participación que investigadoras y docentes teníamos en la producción de conocimiento didáctico, y a repensar el lugar que desde la investigación se venía otorgando a las maestras. Como resultado, se decidió conformar *grupos de trabajo colaborativo* integrados por investigadoras

¹ Este texto es producto del Proyecto UBACyT20020190200312BA: “El trabajo colaborativo entre docentes e investigadoras: una producción de conocimiento didáctico sobre lectura, escritura y representación no textual para aprender Ciencias Naturales”. Instituto de Investigaciones CeFIEC, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEN), Universidad de Buenos Aires (UBA). Programación 2020-2021.

² A partir de ahora, utilizaremos las siglas GTC para referirnos al grupo de trabajo colaborativo estudiado en este artículo. Además, para facilitar la lectura, hemos adoptado la forma en femenino cuando nos referimos a las y los integrantes de este grupo en particular, considerando que en su amplia mayoría somos mujeres. Mientras que utilizaremos la forma en masculino de modo genérico en otros casos, por ejemplo, cuando hacemos referencia a las y los estudiantes.

—entre los que estamos quienes elaboramos este artículo— con formaciones disciplinares y pertenencias institucionales heterogéneas y docentes que se desempeñan en diferentes grados y escuelas del nivel primario.

Las modalidades colaborativas fueron asumidas de distintas maneras en las investigaciones didácticas y con diferencias en los modos de participación tanto de los docentes como de los investigadores. En nuestro caso, en los grupos colaborativos, se estudian los contenidos de enseñanza, se diseñan secuencias didácticas, se implementan y se analizan esas implementaciones. Las secuencias didácticas son concebidas como hipótesis de trabajo que admiten e incluyen variantes. Las clases se registran y, junto con las producciones de los alumnos, se analizan en el espacio de reuniones del grupo.

En diferentes abordajes de la didáctica de las Ciencias Naturales, desde distintas perspectivas teóricas y metodológicas, la motivación para proponer la colaboración entre investigadores y docentes parte del reconocimiento de una “brecha” o un “desajuste” entre investigación y enseñanza o entre los saberes académicos y la realidad del aula (Dumrauf y Cordero, 2020; Gil *et al.*, 1999; Martínez Chico *et al.*, 2013).

En revisiones de la literatura (Romera Iruela, 2014; Roth, 2007) se remarcan las contribuciones al conocimiento sobre la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales que aporta la colaboración entre docentes e investigadores y se subraya que estas iniciativas en este campo se encuentran en una etapa incipiente a la que caracterizan como “infancia”. En este punto, se enfatiza que hay pocas investigaciones que analizan la incidencia de las modalidades colaborativas en las prácticas reales de aula en Ciencias Naturales, por lo que se insiste en la necesidad de seguir indagando esta cuestión que en el presente artículo nos convoca.

El caso presentado aquí se enfoca en el funcionamiento de un grupo de trabajo colaborativo en relación con la planificación, implementaciones y reelaboraciones de una situación experimental propuesta en una secuencia didáctica sobre la luz que tuvo lugar entre el 2018 y el 2019. Para ello, iniciamos el artículo con una revisión —de manera esquemática y sin pretensión de exhaustividad— de algunos de los sentidos más divulgados que asumen las situaciones

experimentales en la enseñanza de las Ciencias Naturales, para luego exponer cómo las concebimos desde nuestro enfoque didáctico. Después, caracterizamos la modalidad de trabajo de este GTC, analizando en específico en qué términos y bajo qué regulaciones se fueron dando las discusiones, cómo se fue tematizando el sentido con el que proponer el experimento en cuestión –en tanto situación propia del área de las Ciencias Naturales– y qué repercusiones tuvieron estas reflexiones en las implementaciones de las docentes que integran el grupo.

EL EXPERIMENTO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

De manera reiterada, se ha destacado el rol clave de la experimentación en las clases de Ciencias Naturales y su constitución como una de las líneas clásicas de investigación más importantes en la didáctica específica desde hace ya mucho tiempo (Carrascosa *et al.*, 2006).

Estas investigaciones han llamado la atención sobre el hecho de que en la escuela coexisten posturas, concepciones y supuestos heterogéneos acerca del sentido y la función epistémica otorgados al experimento en las situaciones de enseñanza. El abanico de motivos que se sostienen para la inclusión en las clases de este tipo de situaciones es sumamente diverso y amplio (Hodson, 1994).

Entendemos que esto se relaciona con que los modos en que los docentes asumen, piensan y viven la enseñanza son múltiples, producto de un proceso de construcción histórica y social, de sedimentaciones en el tiempo de diversos elementos que se rearticulan en el presente (Rockwell, 1989; Vassiliades, 2012). Además, no existe una traducción lineal entre aquello que se sugiere (o incluso se prescribe) desde los ámbitos académicos acerca de qué y cómo debiera enseñarse y lo que en efecto sucede en las aulas. La práctica de enseñanza nunca es un espacio de aplicación de los conocimientos externos, sino que siempre se da un proceso que Tardif (2004) caracteriza como de “filtración” en el que los conocimientos académicos a la práctica se “diluyen” y se transforman en función de las exigencias del trabajo docente y los contextos concretos de enseñanza.

De manera general, Candela (1997) define la actividad experimental como un conjunto de acciones materiales o exteriorizadas de

uno o varios sujetos que manipulan un objeto o un fenómeno con la intención de conocer sus propiedades. Esta actividad involucra, en alguna medida, el control o el manejo de variables (Leite y Dourado, 2013). Como dijimos, las intencionalidades didácticas para proponer este tipo de situaciones son diversas y –en un esfuerzo de síntesis– en lo que sigue presentamos aquellos sentidos más divulgados que conviven en la cotidianidad escolar.

Muy frecuentemente, la presentación de un experimento tiene la intención de demostrar, confirmar, revalidar o verificar información previamente ofrecida por el libro de texto o por el maestro (Candela, 1997). Esta concepción deviene de las corrientes positivistas que atravesaron la educación en ciencias durante el siglo XX y de las que aún se encuentran vestigios en la actualidad (Cornejo, 2006).

Colindante con esta orientación, desde un empirismo extremo se sostiene que a partir de la experimentación se pueden “extraer” de la realidad los conceptos que se desea enseñar (Mengascini y Morduglia, 2014). Esta orientación ha tenido una fuerte recepción en pedagogías centradas en el descubrimiento que, en discusión con enfoques de enseñanza de corte enciclopedista, han prestigiado la participación de los alumnos en sus propios procesos de aprendizaje. Diferentes autores (Carrascosa *et al.*, 2006; Espinoza, 2010) han discutido este supuesto en el que la manipulación directa de los objetos y la observación de los fenómenos alcanzaría para que los alumnos puedan concebir explicaciones más o menos cercanas a las elaboradas por la ciencia.

Algunos investigadores han cuestionado también la idea del experimento como “espectáculo” (Leite y Dourado, 2013), cuando se lo incluye con la mera intención de motivar (Hodson, 1994) a los alumnos, de convocarlos desde lo sorprendente, lo llamativo, lo que puede percibirse incluso como mágico. Aquí, la explicación del fenómeno queda sólo a cargo del docente como una yuxtaposición de un discurso teórico externo (Espinoza, 2010) que presenta débiles articulaciones con el registro de lo empírico.

Desde nuestro enfoque, concebimos al experimento principalmente como un artefacto didáctico, donde se ponen en juego algunas variables y se dejan fuera otras de manera deliberada, selección que obedece a un objeto de enseñanza. Sostenemos que la aproximación a dicho objeto se prolonga más allá de la experimentación; se

aborda de manera recursiva en el contexto de una secuencia didáctica, en el que lo observado, lo registrado y lo pensado se retoma en diferentes situaciones de enseñanza –de representación, de escritura, de discusión, de lectura– que se hallan imbricadas unas con otras.

Tendemos a presentar el experimento como una situación abierta, para pensar, reflexionar, imaginar y problematizar, donde los estudiantes puedan aproximarse a las explicaciones del fenómeno que observan, sin que se les haya dado previamente la respuesta acerca de lo que deben encontrar. Nos distanciamos de concebirlo con el fin de motivar, remediar o mostrar cómo se produce conocimiento en el ámbito científico. Si bien reconocemos que el experimento puede contribuir a descartar ciertas ideas o a confirmar otras, prestigiamos su inclusión dentro de una propuesta como una herramienta interpretativa para favorecer la transición entre describir y explicar, y así ayudar a comprender las relaciones que se establecen entre lo observable y lo conceptual, cuestiones que muchas veces pueden aparecer como aspectos totalmente estancos, o bien, solapados, como si fueran lo mismo (Dyszel *et al.*, 2021).

ENFOQUE TEÓRICO-METODOLÓGICO

Quienes elaboramos el presente artículo integramos un grupo de trabajo (GTC) cuyo funcionamiento nos proponemos comprender, lo que requirió de un esfuerzo de distanciamiento que nos permitiera estudiar un colectivo del que, a la vez, formamos parte. Se trata de una investigación de carácter descriptivo e interpretativo, donde se procede al estudio de un caso único (Stake, 1999), con la pretensión de abordarlo en profundidad, de manera holística y contextual. Este abordaje, que venimos desarrollando desde 2013, es compatible con la ingeniería cooperativa concebida por Sensevy *et al.* (2013), con la investigación colaborativa (Savoie-Zajc y Descamps-Bednarz, 2007) y con los abordajes en Argentina de Sadovsky y su equipo (Sadovsky *et al.*, 2015, 2016, 2019). En líneas generales, la ingeniería cooperativa se caracteriza como un tipo de investigación en el que un grupo de profesores e investigadores se involucra en una acción conjunta para codiseñar, implementar y reimplementar una secuencia de enseñanza sobre un tema concreto.

Cada etapa del proceso se basa en el análisis y la reelaboración de la anterior, por lo que un aspecto crucial es su estructura iterativa (Sensevy y Bloor, 2020).

Concebimos los dos contextos (escuela y GTC) como dos sistemas de actividad que, junto con el contexto académico –donde nos encontramos las investigadoras–, se imbrican mutuamente en una suerte de constelación de sistemas de actividad interrelacionados (Engeström y Zunino, 2020; Espinoza *et al.*, 2021), lo que constituye nuestra unidad de análisis.

En esta oportunidad, nos proponemos analizar tanto lo acontecido en las implementaciones de la secuencia como el trabajo didáctico realizado en el grupo colaborativo. Las fuentes de datos que utilizamos fueron, por un lado, los registros de tres clases donde se implementó la secuencia en 2019 (grabaciones en audio, transcripciones, videos y fotografías) y, por otro, los registros de las reuniones del GTC en el periodo 2018-2019 (grabaciones en audio, transcripciones y síntesis escritas por integrantes investigadoras). De esta manera, el caso seleccionado se analiza en un corte diacrónico en el periodo mencionado, incluyendo cada una de las etapas que conforman la ingeniería y su iteración: planificación, implementaciones, análisis, reformulaciones y reimplementaciones.

El trabajo realizado con estas fuentes involucró un abordaje inicial de tipo documental, de recopilación y organización del *corpus* empírico. Las síntesis mencionadas refieren a registros escritos elaborados luego de cada una de las reuniones del GTC para recuperar los puntos nodales de las discusiones. Estos escritos funcionaron como memoria de lo acontecido y, a la vez, como sistematización de las cuestiones que se acordó retomar o revisar en reuniones subsiguientes; incluían las diferentes posturas, los interrogantes y los tópicos que se fueron abordando en cada encuentro.

Con estos datos, pretendimos reconstruir y organizar las discusiones, los acuerdos y las argumentaciones sostenidas, a efectos de conceptualizar las movilizaciones de ideas a lo largo del periodo considerado.

EL GTC Y LA ENSEÑANZA DEL TEMA LUZ

El GTC estudiado está integrado por investigadoras y por docentes de un programa socioeducativo de la Ciudad de Buenos Aires que se propone reorganizar las trayectorias escolares de los estudiantes con sobredad en el nivel primario. También participan asistentes técnicos que acompañan a las docentes del programa en sus escuelas y que cumplen tareas de apoyo y formación. El programa funciona en escuelas públicas donde los alumnos se agrupan en cursos en los cuales se abordan contenidos de dos grados en el mismo año (por ejemplo: 4º y 5º o 6º y 7º).

El GTC se conformó en 2018. Actualmente, sigue en funcionamiento y nos reunimos con una periodicidad mensual. En un comienzo, las integrantes del grupo definimos como tema de enseñanza la luz, lo estudiamos en profundidad y precisamos un recorte de los contenidos: la trayectoria rectilínea, la interacción de la luz con distintos materiales y la reflexión. Para ello, llevamos a cabo discusiones en torno a la literatura científica, textos escolares y la propia experiencia docente ligada a la temática en cuestión.

Las docentes manifestaron en varias oportunidades que, en el programa, el área de las Ciencias Naturales tiene un peso curricular mucho menor que Prácticas del Lenguaje y Matemática, y señalaron su “poca historia” con la enseñanza de esta área, lo que les generaba cierta inseguridad en el desarrollo de las clases.

Nos dispusimos a planificar un “esqueleto” de la secuencia que funcionaría como base para que cada docente la modificara y adecuara en función de las particularidades de la escuela y de los alumnos (cuadro 1).

Aunque en mayor medida las situaciones de enseñanza que se incluyeron en el esqueleto fueron propuestas inicialmente por las integrantes investigadoras, la secuencia se sometió al debate y ajuste de todo el grupo; anticipamos posibles caminos que podría adoptar su implementación en cuanto a las articulaciones entre las diferentes situaciones de enseñanza y las intervenciones docentes, considerando las ideas que los estudiantes podrían desplegar en la clase.

■ Cuadro 1. Esqueleto de la secuencia sobre la luz elaborada por el GTC

Situaciones de enseñanza	Propósitos
Experimento con luz y sombras: frente a una pantalla, se interponen objetos de diferentes materiales ante una luz que incide perpendicularmente.	Se pretende explorar y problematizar ideas acerca de la dirección rectilínea de la luz, cómo se comporta la luz con distintos tipos de materiales (transparentes, translúcidos y opacos) y qué sucede con el tamaño y la forma de la sombra cuando el objeto se acerca o aleja de la fuente de luz.
Co-construcción de un cuadro de doble entrada.	Se registra la experiencia en un cuadro donde las categorías a incluir son elaboradas con los alumnos.
Representación gráfica y análisis.	Se plantea para volver a problematizar y profundizar la relación entre el desplazamiento de la luz y la conservación de la forma de la sombra de un objeto al variar su posición con respecto a la fuente de luz.
Experiencia con luz y tiza.	Se propone para observar, recolectar nuevos datos y seguir pensando en la propagación rectilínea de la luz.
Lectura de un texto expositivo.	Se pretende acercar a los chicos ideas que aporta la ciencia sobre el tema. La lectura es compartida en el grupo clase con intervenciones docentes para expandir el texto. Los chicos toman notas al margen.
Situación experimental con espejos para pensar en la reflexión de la luz.	Se propone con la idea de expandir lo que el texto aporta sobre reflexión.
Edición de un segundo texto expositivo agregando imágenes o epígrafes.	Se pretende que los chicos busquen imágenes que completen el texto y escriban sus epígrafes.

Fuente: elaboración propia.

La propuesta planificada fue implementada en cinco cursos del programa (algunas docentes la implementaron en pareja pedagógica) y las clases fueron grabadas por las maestras en audio, quienes también tomaron algunas fotografías del trabajo en clase y de las producciones de los alumnos. En simultáneo, el grupo se siguió reuniendo mensualmente y, en estos encuentros, las docentes aportaron sus interpretaciones sobre lo que sucedió en sus escuelas y en conjunto trabajamos en el análisis, revisión y reformulación de la propuesta a partir estos relatos y de la lectura de la transcripción de las grabaciones de sus clases. Las docentes eligieron el momento del año que consideraron pertinente para implementarla, lo que implicó un “decalaje” entre algunas puestas en aula que se desarrollaron luego de que el grupo hubiera analizado las primeras clases.

De esta manera, las discusiones sobre los sucesos de aula nutrieron las subsiguientes implementaciones y aportaron a las conceptualizaciones del grupo, llevándose en simultáneo dos planos que históricamente han quedado disociados: el de las prácticas de la enseñanza (la puesta en aula, la gestión de la clase, las decisiones *in situ*) y el de la conceptualización didáctica de las situaciones de enseñanza (su propósito, la función epistémica que cumplen, su contextualización).

Suscribimos a los planteos de Savoie-Zajc y Descamps-Bednarz (2007) acerca de la investigación colaborativa y el proceso que se fue originando se sostuvo desde esta perspectiva. Las autoras dicen que este tipo de investigación –que involucra el trabajo colaborativo entre investigadores y docentes– se propone acercar la academia y la docencia, y mediar entre estas dos comunidades de práctica, lo que presupone la identificación de un objeto común a abordar, pertinente desde el punto de vista de todos los integrantes. Se basa en las contribuciones específicas de ambos grupos, donde los docentes no participan como coinvestigadores, sino como co-constructores de conocimiento. Diferentes autores (Morales *et al.*, 2017; Espinoza, 2021) destacan la necesidad de entablar relaciones simétricas, de reconocimiento recíproco y confianza mutua entre los participantes, como condición para la producción de conocimiento en colaboración, pero sin desconocer las particularidades, diferencias y saberes de cada uno. Al respecto, Joffredo-Le Brun y sus colaboradores (2018, p. 191) [traducción propia], sostienen: “La ingeniería cooperativa requiere que cada agente juegue ‘su juego’; es decir, que cada uno proponga al colectivo su punto de vista de primera mano, lo que ‘ve’ y lo que ‘sabe’ desde su posición, un punto de vista que es irreducible de cualquier”.

Hablar del dispositivo, hablar del sentido del experimento

El diseño de la secuencia estuvo permeado por una serie de consideraciones acerca de la inclusión de situaciones de enseñanza que, interpretamos, presentan distintos sentidos en relación con los intereses y las preocupaciones de las *comunidades de práctica* (Lave y Wenger, 1991) que conforman el GTC. Las históricas divisiones sociales del

trabajo entre estas dos comunidades se reflejan, entre otros aspectos, en los modos de enfocar los problemas, en los puntos de apoyo para las conclusiones a las que se arriba, en los tiempos disponibles para los análisis, en las responsabilidades que se asumen, en las referencias a los grupos profesionales de pertenencia y a los grupos sociales que ejercen control sobre el trabajo (Sadovsky *et al.*, 2019).

En las reuniones del grupo, se establecía desde el inicio una suerte de conversación “pendular” entre, por un lado, cómo presentar el experimento en clase, qué mostrar y qué preguntarles a los alumnos, y, por otro, qué ideas es posible trabajar con los estudiantes acerca del objeto de enseñanza.

Todas hablábamos y reflexionábamos sobre el experimento, pero al hacerlo, rellenábamos dichos intercambios con diferentes representaciones acerca de su inclusión. Interpretamos esta diversidad desde lo que Wertsch (1988) concibe como diferentes *definiciones de la situación*. Al participar de una actividad se comparte temporalmente una realidad social, pero a su vez se la representa de diferente manera y, con frecuencia, cambia su representación a medida que la actividad se desarrolla. Ello supone que, aunque los integrantes formen parte de una misma situación en la que algunos aspectos de los objetos y eventos son perceptivamente accesibles para todos, no se trataría, de hecho, de la misma situación, en la medida en que estos objetos y eventos son representados de manera diferente (Acevedo y Gomel, 2020).

En el inicio, una parte de los intercambios estuvo signada por el tipo de figuras que se interpondrían entre la fuente de luz y la pantalla y en cómo presentar el experimento: si hacerlo a partir de una escena literaria (con figuras que remitieran a personajes de cuentos u obras de teatro ya trabajadas en clase) o presentando figuras geométricas. Una docente insistía con la primera opción argumentando que, de esta manera, el trabajo con las figuras sería más significativo para los estudiantes, mientras que otra docente sostenía que de esa manera se corría el riesgo de no propiciar el estudio del fenómeno de la luz:

Zulema³ (maestra): ¿Les presentamos directamente que vamos a trabajar con la luz? ¿O podría tratarse de una situación con el teatro

³Para preservar el anonimato y al mismo tiempo facilitar la lectura, se han reemplazado

de sombras representando una escena de un cuento o algo así? O quizás con figuras: nosotros estamos con ese contenido en Matemática y Geometría.

Ariana (asistente técnica): Me pregunto qué tanto los distrae el tema de la escena [con personajes de cuentos]. Me parece que los saca del contenido. Se van a concentrar en la escena, van a probar cómo alejar la imagen, pero no pensando en la luz, sino en la escena ¿Me entendés? (Reunión 6 del GTC, 2018).

Las docentes se interrogaban acerca de cómo hacer el experimento en el aula, cómo contextualizarlo, qué materiales disponer y en qué espacio físico realizarlo. Las integrantes investigadoras impulsaban la discusión hacia la intencionalidad con la que proponer la situación experimental:

Azucena (investigadora): Me parece que lo primero que tendríamos que pensar es cuál es la intención, cuál es el sentido de esta propuesta. Eso es lo que nos puede guiar: ¿qué queremos nosotros? ¿Para qué proponemos esto? ¿Qué esperamos que pase en esa situación? Ése es mi “caballito de batalla” para pensar las situaciones: ¿Para dónde vamos? ¿Qué queremos? ¿Cuál es la intención? (Reunión 6 del GTC, 2018).

La proyección de figuras con diferente grado de opacidad, su acercamiento y alejamiento de la fuente de luz ofrece oportunidad de problematizar la formación de las sombras, en algunos casos con contornos más nítidos, en otros con diferente tamaño al de la figura original, pero en todos conservando la forma de la figura proyectada. La reflexión sobre esta conservación permite instalar el problema acerca de cómo es que ocurre, lo que supone iniciar un camino de argumentaciones y posibles explicaciones acerca de lo que no se ve: el desplazamiento de la luz. La propuesta generó cierta perplejidad debida probablemente a la naturalización que en general se realiza del fenómeno. Desde nuestra perspectiva, esta posibilidad de

problematizar aquello que no se interroga habitualmente constituye un objetivo en la enseñanza del área.

El experimento constituía para las investigadoras la construcción de un *milieu* (Brousseau, 1990, 2007) con el que propiciar la movilización de ideas que permitieran resolver, explicar, comprender un problema. Para las maestras, la preocupación estaba centrada en la preparación de la “escena” de clase, sobre todo en las figuras a incluir en el dispositivo diseñado, lo que remite a los aspectos materiales⁴ de la configuración de ese *milieu*.

Tras la primera puesta en aula, estas diferentes definiciones de las situaciones seguían poniéndose en juego:

Sofía (maestra): En el teatro de sombras, la primera clase, yo hubiese necesitado que esté un poco más detallada, incluso porque, por ejemplo, me decía: “¿projeto un personaje de un cuento o rectángulos?” Bueno, llevo una cartulina, un folio y una lamparita... No tenía muy organizada esa parte, y, por ejemplo, me quedó afuera la parte de los materiales translúcidos... No sabía mucho de dónde agarrarme sinceramente.

Azucena (investigadora): ¿Qué hubieras necesitado para sentirte más segura?

Sofía: Digamos, marcar más qué materiales llevar, como: “esto es un ejemplo de un material opaco y seguramente va a tener una sombra nítida...”.

Azucena: Desde el punto de vista de los contenidos, el tema de la clasificación de los materiales en opacos, transparentes y translúcidos a mí, personalmente, no me parece tan relevante. Sí me parece importante, entendí que por ese lado hay más aproximación, que para que se forme una sombra, yo necesito un material opaco que refleje la luz (Reunión 7 del GTC, 2019).

⁴Brousseau acuñó el concepto de *milieu* o “medio” para referir a la situación material que se presenta a los alumnos, así como a los procesos que se originan en la interacción en ese contexto. Vimos que principalmente las maestras se centraban en los aspectos materiales de la construcción del dispositivo: la organización y disposición de los recursos en la clase, de los objetos que se utilizarían en el experimento, del espacio donde se desarrollaría.

Esta maestra manifestó algunas inseguridades y dificultades que aparecieron durante el desarrollo del experimento en clase, sobre todo en lo que respecta a la gestión de las ideas de los alumnos. En una suerte de “pedido de ayuda” hacia el GTC, explicitó su necesidad de precisar más la propuesta. Vimos que este pedido estuvo encuadrado –nuevamente– en cómo presentar la situación y qué materiales mostrar para que se aproximaran a la clasificación de opacos, transparentes y translúcidos. Esta clasificación no había sido un foco central de discusión en las reuniones, sino que se introdujo para analizar la reflexión de la luz y reapareció luego como necesidad de las docentes. Azucena (investigadora) aprovechó este pedido para repensar grupalmente el sentido de proponer el experimento, buscaba centrarse en la explicación del fenómeno de la reflexión, y no en la nominación de los materiales y su clasificación. Sin embargo, sería recién a partir de nuevas puestas en aula que las fronteras entre hablar del dispositivo y hablar del sentido del experimento comenzarían a permearse.

Redefiniciones acerca del sentido de la situación experimental

El pedido de la maestra de precisar la propuesta a la que hicimos referencia en el apartado anterior (y en miras a las nuevas implementaciones a cargo de otras docentes) suscitaron una serie de discusiones que continuaron en las siguientes reuniones del GTC, donde se revisitaron los aspectos conceptuales del fenómeno a la vez que se tematizó la gestión de la clase, pero desde un encuadre diferente al que venimos señalando. Fue migrando la discusión desde los aspectos materiales del dispositivo hacia la intencionalidad de las intervenciones docentes:

Ernesta (investigadora): Uno puede decir: “Hoy vamos a ver que la luz se proyecta en línea recta, entonces se producen sombras, acá lo demostramos, ¿ven?” Eso sería presentarlo declarativamente y de forma más simple, porque no hay nada que los pibes puedan interrogarse sobre esa situación, porque lo cerrás en la propia presentación. En cambio, yo puedo proponer: “vamos a pensar cómo se explica que yo tengo un foco de luz, pongo un cuadrado y en

la pared veo un cuadrado ¿Por qué pasa eso?" Estoy presentando algo que es parte de nuestra experiencia cotidiana y, sin embargo, le pongo la pregunta ¿por qué pasará esto?

Azucena: Digamos que, de entrada, le doy a los pibes trabajo porque tienen que interactuar con los objetos, y después digo: "¿por qué acá pasa esto y por qué acá pasa lo otro?" [en alusión a la nitidez de las sombras que varía en función de los materiales de las figuras interpuestas ante el foco de luz] (Reunión 8 del GTC, 2019).

Identificamos que se produjo un movimiento en las clases en la manera en que las docentes gestionaron la situación del experimento en las siguientes implementaciones. Sobre todo, analizamos que los intercambios, las preguntas y las repreguntas que proponían las maestras iban en la dirección de orientar a los alumnos a desplegar ideas acerca de cómo es posible que ocurra el fenómeno observado. El siguiente fragmento de la clase corresponde a una nueva puesta en aula llevada adelante por dos docentes que trabajaron en pareja pedagógica:

Zulema (maestra): ¿Por qué piensan ustedes que este cuadrado [de cartulina], la sombra de este cuadrado, se puede ver en la pantalla?

Andrés (alumno): Porque tapa la energía y ahí ese cuadrado tapa su luz, como la Luna al Sol.

Zulema: ¿La luz no llega a la pantalla? ¿Por qué no llega?

Andrés: Porque está atravesándose enfrente de la luz.

Andrea (alumna): Está entrando en su entorno. O sea, el Sol, cuando pasa un eclipse, la Luna se atraviesa en el camino del Sol.

Zulema: Sí, pero volvamos al ejemplo del cuadrado de cartón. El cartón es como que estuviera en el camino, ¿no?

Andrés: En su ruta, direccional.

(Clase 1 de las maestras Zulema y Maite, 2019).

La pregunta de la docente propuso tomar la observación de que la sombra del cuadrado se proyectaba en la pantalla para que los estudiantes explicaran por qué sucedía eso. Los alumnos comenzaron a desplegar una serie de interpretaciones (la figura de cartulina “tapa la energía”, “la Luna tapa al Sol”), lo que consideramos como un indicio de que estaban comenzando a reflexionar sobre algo que no es posible observar.

Interpretamos que el corrimiento de encuadre de las discusiones en el GTC y la posibilidad de pensar, interpretar y matizar las intervenciones concretas en los análisis conjuntos motivó modificaciones en el sentido con el que se puso “en acto” la situación experimental en las subsiguientes implementaciones, desplazándose desde una orientación más centrada en la descripción hacia un plano más explicativo del fenómeno estudiado.

En esta línea, en la siguiente reunión del GTC, la investigadora Azucena propone reflexionar sobre una intervención docente efectuada en la misma clase que el fragmento anterior; prestigia una de las preguntas que realizó la docente que condujo la atención de los estudiantes a que distinguieran la cara iluminada de la cara oscura de un material opaco que se colocó frente a la lámpara:

Azucena: Había una pregunta que me encantó: cuando ustedes llaman la atención acerca de la cara del material que está iluminado.

Maite (maestra): Sí: “¿Cuál es la cara iluminada? ¿Qué parte del objeto quedaba iluminado?”.

Azucena: Llamar la atención sobre qué es lo que está iluminado y qué es lo que no está iluminado es lo que otorga posibilidades de ayudar a pensar a los pibes a partir de esa observación. Hasta al momento estábamos en todo lo observable: lo acerco, lo alejo, lo veo más grande, etc. Esto es una descripción. Ahora, uno intentaría llevarlos hacia la explicación de algo que no se sabe cómo es porque no lo veo (Reunión 10 del GTC, 2019).

Entendemos que, en este diálogo, la intervención de la docente funcionó como un significante y la investigadora aporta un significado que va para el lado de reconstruir la intencionalidad de esa

intervención, valorizando el efecto que produjo la pregunta en las respuestas de los alumnos. Este movimiento de explicitación, valorización y reflexión sobre determinadas intervenciones coadyuvó a que se fuera construyendo una cierta orientación compartida de la propuesta experimental.

Identificamos esta orientación compartida como puesta en acto durante la gestión de las clases, no así como discurso explícito por parte de las docentes en las reuniones. Sostenemos la hipótesis de que fue esta puesta en acto la que abrió las posibilidades de conceptualizar el sentido del experimento. Con anterioridad a la implementación en las aulas, todavía la diferencia entre describir y explicar no había sido tomada como problema. Para las investigadoras es un ejercicio de su actividad profesional conceptualizar las situaciones de enseñanza, su función epistémica, las condiciones en las que proponerlas para propiciar la movilidad de ideas por partes de los alumnos. Para las docentes, en general el ejercicio profesional se centra en proponer las situaciones de enseñanza y propiciar los aprendizajes. Para ambas comunidades hay un interés compartido en la enseñanza y el aprendizaje, pero el objeto de la actividad y las reglas de funcionamiento –las de la academia y las de la escuela– son bien diferentes en cada caso (Espinoza *et al.*, 2021). Con base en las descripciones que presentamos y en la historia de este colectivo docente con la enseñanza del área, la puesta en aula se constituyó en el terreno fértil desde el que problematizar el sentido de las situaciones de enseñanza en juego, cuestión que no pudo llegar a instalarse al momento de diseño de la secuencia.

Como mencionamos antes, gran parte de las discusiones iniciales estuvo enfocada en cómo presentar la situación experimental, en los aspectos materiales de la construcción del dispositivo. Vimos que hubo dos posturas acerca de si el contexto de la experiencia debía ser de corte lúdico o marcadamente de estudio. La maestra Carla, que implementó última en 2019, se decidió por utilizar figuras como el *drakar*⁵ de cartulina o un papel celofán simulando el mar y no figuras de Geometría como hicieron otras docentes:

⁵Embarcación que utilizaban los vikingos. La maestra había trabajado sobre esta temática en el área de Prácticas del Lenguaje.

Carla: La escena [de los vikingos] es una excusa. En ella se mueven las figuras, se acercan, se alejan de la luz, se agrandan y, entonces, una vez terminada la escena, se trabaja sobre los efectos, sobre cómo se lograron esos efectos (Reunión 6 del GTC, 2018).

Propuso que los alumnos fueran tomando decisiones para representar la escena del drakar y el mar de distintas maneras, jugando con las sombras, y a partir de ahí pensar sobre la conservación de la forma de la sombra y sobre la formación de sombras con diferente grado de nitidez de acuerdo con el material utilizado. En los análisis posteriores a las clases, las participantes del GTC evaluamos que, en efecto, se constituyó un diálogo donde los estudiantes estaban convocados e involucrados con la experiencia:

Azucena: [Presentar así la situación] tuvo un *plus*... Para mí tiene un *plus* porque es como que de entrada vos presentás un problema, ¿no? Porque en el contexto de esa obra o de ese cuento o de esa historia...

Carla: Claro. Lo que me pasaba es que a mí no me cerraba, digo: “¿cómo presento la situación con un rectángulo?”

Azucena: Me parece interesante pensar que, de entrada, la propuesta experimental está en el contexto de una pregunta: “bueno, si yo quiero hacer un teatro de luz y sombra para cualquier situación, entonces, ¿con qué materiales trabajo? ¿Qué figuras incluyo?” O sea, de entrada, se está planteando un problema (Reunión 12 del GTC, 2019).

Las discusiones iniciales acerca de si incluir figuras de una escena literaria o geométricas fue retomada y permeada por la discusión acerca del sentido con el que proponer la experiencia y las condiciones para que los alumnos se apropiaran de la situación problemática, discusión que las investigadoras no pudieron instalar en el momento de diseño de la secuencia, cuando la preocupación estaba centrada en qué hacer en concreto con dichas figuras en el momento de la clase.

Presentar una escena de corte lúdico y “jugar” a que los alumnos desplieguen interpretaciones requiere por parte del docente de un

dominio conceptual suficiente que permita orientar y enmarcar las discusiones hacia los aspectos del fenómeno que se procura trabajar y dejar de lado algunos otros. Este experimento “abierto” que se propuso para imaginar, pensar, discutir tuvo como correlato que los estudiantes desplegaran toda clase de ideas –muchas difíciles de anticipar– que, en ocasiones, se volvieron difíciles de gestionar, más aún, considerando que era la primera vez que implementaban la secuencia (Hanuscic *et al.*, 2018).

Esta maestra había vivido la clase como “caótica” ya que, justamente, le había resultado difícil decidir cómo intervenir ante algunas ideas de los estudiantes. Pensaba que debía haber adelantado contenido ante ciertas interpretaciones de los chicos más alejadas de la explicación científica. Por ejemplo, un alumno en su clase planteó:

Alumno: La luz va, choca con la pared y se abre así, en cosos. Se parte en dos y después se vuelve a unir en la parte de atrás... Es como si fuera que la luz va por los lados [del objeto], por arriba, por abajo y por los costados. Y va y, cuando pasa del otro lado, se regenera y sigue (Clase 1 de la docente Carla, 2019).

Ante esto, la maestra señaló con cierta preocupación en la reunión del GTC:

Carla: Yo no le dije: “¿pero la sombra se forma? ¿Entonces, la sombra no se forma?” O sea, no seguí con eso. Se quedó con esa idea, que la luz se regenera. (Reunión 11 del GTC, 2019).

En ese momento –nuevamente– el GTC funcionó como un espacio para tematizar estas intervenciones, prestigiando que ese tipo de interpretaciones de los alumnos hubieran aparecido, aunque no fueran “acordes” con las explicaciones que propone la ciencia. Lo que compartió la maestra Carla fue valorado en el grupo porque se les había dado a los chicos un lugar para pensar. Esto supuso a la vez asumir un posicionamiento reflexivo acerca de sus propias intervenciones.

Evaluar cuándo es necesario intervenir y cuándo es necesario mantenerse en silencio es un problema fundamental de la didáctica. Es algo que los docentes van decidiendo constantemente en sus

clases. Sensevy (2015) lo nombra la *dialéctica reticencia/expresión*. Si bien no fue abordado en estos términos, sí la preocupación de la docente habilitó la posibilidad de discutir, volver sobre la escena de clase y repensar las decisiones, lo que también colaboró en rondar conceptualmente cuál es la función epistémica que el experimento cumple en la secuencia didáctica.

Consideramos que los encuadres puestos en juego inicialmente –hablar del dispositivo, hablar del sentido de la experiencia– se enraizarían en una cuestión que enuncian Morales *et al.* (2017): tradicionalmente se ha asignado a los docentes el lugar de “prácticos”, en contraposición con los “teóricos” de la educación; los maestros serían los encargados del diseño de los medios, mientras que los académicos se encargarían de concebir los fines de la empresa educativa. De esta manera, es posible que en esa etapa incipiente de las discusiones y de la constitución del grupo, la tendencia de las docentes a ocuparse más en el dispositivo que en su propósito tenga su génesis en esta dicotomía histórica instalada

En el equipo de investigación consideramos que una de las condiciones que posibilitan la producción de conocimiento conjunta y colaborativa es la problematización de esta dicotomía y la conmoción de dichas posiciones. El establecimiento de relaciones simétricas (Sensevy y Bloor, 2020) de reconocimiento recíproco entre los participantes se vuelve necesario para que el grupo se constituya como un espacio donde las confianzas mutuas habiliten la expresión de todas las perspectivas en juego. Por ello, existe una decisión deliberada por parte del grupo de las investigadoras de asumir una posición de paridad en la conversación, sin imponer los turnos de habla, el tema de discusión ni moderar los debates que se dan en el GTC. Sobre todo, entendemos que esto es nodal en los primeros momentos de trabajo, cuando el grupo se está constituyendo y las participantes se están conociendo. Buscamos atenuar la reedición de la tradicional división de trabajo en la producción de conocimiento didáctico.

Los “pedidos de ayuda” de las docentes y sus vivencias durante el desarrollo del experimento en clase avivaron consideraciones discutidas y no necesariamente resueltas del momento del diseño de la secuencia. La irrupción de los sucesos de clase concretos y la

reflexión compartida acerca de cómo volver a las escenas de aula –al ser tomadas como objeto de análisis– comenzaron a movilizar los encuadres identificados.

CONCLUSIONES: RECONOCER LAS NECESIDADES DEL ESTAR EN CLASE, CONCEPTUALIZAR EL EXPERIMENTO

En la historia escolar, una idea muy compleja, como la propagación rectilínea de la luz, es habitualmente asumida de manera declarativa y se enuncia en la mayoría de los manuales escolares como introducción al tema. Se trata de una idea que, usualmente, no es objeto de enseñanza. La posibilidad de concebir el experimento como una oportunidad de pasaje entre un plano más descriptivo a uno más explicativo del fenómeno estudiado estuvo condicionada, por un lado, por esta historia escolar sesgada por enfoques que abordan la enseñanza de las ciencias a partir de informaciones que se presentan como dadas, sin posibilidad de ser interrogadas; y, por otro –como intentamos dar cuenta en este trabajo–, condicionada por la historia de conformación del GTC y las reglas que regulan el diseño de una secuencia en cada una de las comunidades de práctica.

Un suceso de clase, una intervención docente o una idea de un alumno, algo que aconteció, a veces de improviso y fue vivido con desconcierto, cuando fue recogido y revisitado en los análisis conjuntos posteriores, tuvo el potencial de resultar en un trasfondo compartido (Joffredo-Le Brun *et al.*, 2018) a partir del cual problematizar la gestión de la clase y reflexionar sobre el sentido de la situación experimental.

Como nos propusimos mostrar más arriba, inicialmente una parte de las discusiones se centró en la organización y la preparación de los aspectos materiales del *milieu*. La actividad reflexiva que tuvo lugar en el grupo posibilitó la tematización de algunas intervenciones docentes durante el experimento, focalizándose en buscar que los estudiantes pudieran imaginar cómo estaría viajando la luz para que se produjera una sombra de determinada manera. Esta progresión en las conversaciones en el tiempo de trabajo del GTC nos lleva a sostener como hipótesis que la discusión acerca del sentido con el

que proponer el experimento no puede anticiparse cuando el grupo se encuentra en una etapa de conformación y aún no ha atravesado un ciclo completo de las fases de diseño, implementación y análisis de los sucesos del aula. De lo contrario, corre el riesgo de resultar en un mero discurso declarativo que formulan unos, sin posibilidad de ser problematizado por todos. La discusión acerca del sentido de una situación experimental deviene de “necesidades” que surgen de las primeras puestas en aula en relación con la presentación del experimento en la clase y repercute en las subsiguientes implementaciones.

Esta situación puede explicar, además, por qué en las fases de diseño de la secuencia prevalecieron las propuestas de algunas de las investigadoras que –ciertamente– se discutieron en el grupo, pero que no provinieron de las docentes. Sensevy y Bloor (2020) prestigian la etapa previa al diseño de la secuencia, que es el momento de estudio del contenido donde los participantes van construyendo una relación de *connoisseur* (conocedores, expertos) con la pieza de conocimiento estudiada. Sostenemos entonces, que, en este caso, dada la trayectoria particular con la enseñanza de las Ciencias Naturales de las docentes y la complejidad del contenido, la construcción de este tipo de relación con la pieza de conocimiento se prolonga en el tiempo y abarca también los momentos de los análisis de las implementaciones.

Además, mientras el grupo se seguía apropiando del contenido disciplinar, la reflexión sobre lo acontecido en cada aula habilitó discusiones en las que se pudo interpretar las ideas que desplegaron los alumnos y repensar la propuesta a partir de ellas, evaluar alternativas acerca de cómo convocar e involucrar a los estudiantes en el estudio del tema, indagar cómo intervenir en una situación que se presentaba con modalidad “abierta”, considerando las ayudas necesarias a los alumnos que no obturaran las posibilidades de construcción autónoma, problemas nódales de la didáctica del área.

El proceso de movilización de posturas e interpretaciones sobre las razones de orden práctico y conceptual, o sobre el sentido epistemológico, es una construcción que demanda condiciones inabarcables en una simple comunicación.

Finalmente, en este artículo intentamos mostrar las costuras de una modalidad de producción de conocimiento que pretende forjar

un espacio que incluya las perspectivas de unos y otros para desandar ciertas tradiciones, repensar las propuestas y articular reflexiones. Es un camino que no está exento de resistencias y vicisitudes, que se topa con obstáculos en lugares que previamente no conocíamos, pero nos lleva a comprender mejor las dificultades que las propuestas didácticas tienen cuando se corporizan en la complejidad del aula, a reconocer con mayor claridad las posibilidades y dificultades que ofrecen, a alcanzar mayor conocimiento acerca de las razones que intervienen en las reacciones de muchos docentes para aceptar o valorar propuestas concebidas por especialistas.

REFERENCIAS

- Acevedo, C., y Gomel, A. (2020). Conceptos e intersubjetividad en las clases de ciencias. Una aproximación vigotskiana. *Espacios en blanco. Serie indagaciones*, 30(2), 21-30. <https://doi.org/10.37177/UNICEN/EB30-276>
- Bednarz, N., Bacon, L., Lajoie, C., Maheux, J. F., y Saboya, M. (2020). L'activité réflexive en recherche collaborative: analyse polyphonique d'un projet mené avec des conseillers pédagogiques en mathématiques au primaire. *Revuehybride de l'éducation*, 4(1), 24-45. <https://doi.org/10.1522/rhe.v4i1.551>
- Brousseau, G. (1990). Le contrat didactique: le milieu. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9(9.3), 309-336. (hal-00686012)
- Brousseau, G. (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.
- Candela, A. (1997). Transformaciones del conocimiento científico en el aula. En E. Rockwell (coord.), *La escuela cotidiana* (pp.173-197). México: Fondo de Cultura Económica.
- Carrascosa, J., Gil, D., Vilches, A., y Valdés, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2), 157-181. <https://roderic.uv.es/handle/10550/54191>
- Cornejo, J. N. (2006). La enseñanza de la ciencia y la tecnología en la escuela argentina (1880-2000): un análisis desde los textos. Enseñanza de las Ciencias. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(3), 357-370. <https://doi.org/https://doi.org/10.5565/rev/enscencias.3787>

- Desgagné, S., Bednarz, N., Lebuis, P., Poirier, L., y Couture, C. (2001). L'approche collaborative de recherche en éducation: un rapport nouveau à établir entre recherche et formation. *Revue des sciences de l'éducation*, 27(1), 33-64. <https://doi.org/10.7202/000305ar>
- Dumrauf, A., y Cordero, S. (2020). Un enfoque participativo para la formación docente continua en la Educación en Ciencias Naturales, Ambiental y en Salud. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(1), 1602. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i1.1602
- Dyszel, F., Luppi, P., y Acevedo, C. (2021). La enseñanza de la luz en tiempos de pandemia: una experiencia de trabajo colaborativo. *Revista De Enseñanza De La Física*, 33(2), 219-226. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/35209>
- Engeström, Y., y Sannino, A. (2020). From mediated actions to heterogeneous coalitions: four generations of activity-theoretical studies of work and learning. *Mind, Culture, and Activity*, 00(00), 1-20. <https://doi.org/10.1080/10749039.2020.1806328>
- Espinoza, A. M. (2010). *Ciências na escola. Novas perspectivas para a formação dos alunos*. Brasil: Ática.
- Espinoza, A. M. (2021). Una reflexión sobre el trabajo colaborativo para la producción de conocimiento didáctico en ciencias naturales. En J. A. Castorina y P. Sadovsky (dir.), *Saberes y conocimientos en los procesos de enseñanza y aprendizaje* (pp. 119-139). Argentina: UNIPE, Editorial Universitaria.
- Espinoza, A. M., Acevedo, C., y Casamajor, A. (2020). La lectura en el primer ciclo de la escuela primaria: el caso de la nutrición humana. Confluencia de Saberes. *Revista de Educación y Psicología*, 2, 100-124. <http://revele.uncoma.edu.ar/htdoc/revele/index.php/confluenciadesaberes/article/view/2795>
- Espinoza, A. M., Casamajor, A., y Acevedo, C. (2021). La Teoría de la Actividad y el Trabajo Colaborativo en la enseñanza virtual. *Revista IRICE*, (40), 79-109. <https://web3.rosario-conicet.gov.ar/ojs/index.php/revistairice/article/view/1418>
- Gil, G., Carrascosa, J., y Martínez, M. (1999). El surgimiento de la didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. *Revista educación y pedagogía*, 11(25), 13-65. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2564228>

- Hanuscin, D. L., Cisterna, D., y Lipsitz, K. (2018). Elementary Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Teaching Structure and Properties of Matter. *Journal of Science Teacher Education*, 29(8), 665-692. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1488486>
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(3), 299-313. <https://doi.org/10.5565/rev/enscencias.4417>
- Joffredo-Le Brun, S., Morellato, M., Sensevy, G., y Quilio, S. (2018). Cooperative engineering as a joint action. *European Educational Research Journal*, 17(1), 187-208. <https://doi.org/10.1177/1474904117690006>
- Lave, J., y Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Leite, L., y Dourado, L. (2013). Laboratory Activities, Science Education and Problem-solving Skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 106, 1677-1686. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.190>
- Martínez Chico, M., López-Gay, R., Jiménez, M. R., y Acher, A. (2013). Demandas de maestros en activo y materiales curriculares para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Investigación en la Escuela*, 80, 35-48. <http://hdl.handle.net/11441/59817>
- Mengascini, A. S., y Mordeglio, C. (2014). Caracterización de prácticas experimentales en la escuela a partir del discurso de docentes de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(2), 71-89. <https://doi.org/https://doi.org/10.5565/rev/enscencias.755>
- Morales, G., Sensevy, G., y Forest, D. (2017). About cooperative engineering: theory and emblematic examples. *Educational Action Research*, 25(1), 128-139. <https://doi.org/10.1080/09650792.2016.1154885>
- Rockwell, E. (1989). De huellas, bardas y veredas: una historia cotidiana de la escuela. En E. Rockwell y R. Mercado, *La escuela, lugar del trabajo docente* (pp. 9-33). México: DIE/Cinvestav/IPN.
- Roditi, E. (2010). Une collaboration entre chercheurs et enseignants dans le contexte français de la didactique des mathématiques. *Education & Formation*, 293, 199-210. (halshs-00609629)
- Romera, M. J. (2014). La investigación-acción en didáctica de las ciencias: perspectiva desde las revistas españolas de educación. *Enseñanza*

- de las ciencias*, 32(1), 0221-239. <https://doi.org/10.5565/rev/enscien-cias.529>
- Roth, K. (2007). Science teachers as researchers. En S. K. Abell y N. G. Lederman (eds.), *Handbook of research on science education* (pp.1205-1259). Barcelona: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sadovsky, P., Itzcovich, H., Quaranta, M. E., Becerril, M. M., y García, P. (2016). Tensiones y desafíos en la construcción de un trabajo colaborativo entre docentes e investigadores en didáctica de la matemática. *Educación Matemática*, 28(3), 1-22. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ed/v28n3/1665-5826-ed-28-03-00009.pdf>
- Sadovsky, P., Itzcovich, H., Becerril, M. M., Quaranta, M. E., y García, P. (2019). Trabajo colaborativo entre docentes e investigadores en Didáctica de la Matemática: de la reflexión sobre las prácticas a la elaboración de ejes de análisis para la enseñanza. *Educación Matemática*, 31(2), 105-131. <https://doi.org/10.24844/EM3102.05>
- Sadovsky, P., Quaranta, M. E., Itzcovich, H., Becerril, M. M., y García, P. (2015). La noción de relaciones entre cálculos y la producción de explicaciones en la clase de matemática como objetos de enseñanza. Su configuración en el marco de un trabajo colaborativo entre investigadores y docentes. *Educación Matemática*, 27(1), 7-36. <http://somi-dem.com.mx/descargas/Vol27-1-1.pdf>
- Savoie-Zajc, L., y Descamps-Bednarz, N. (2007). Action research and collaborative research: Their specific contributions to professional development. *Educational Action Research*, 15(4), 577-596. <https://doi.org/10.1080/09650790701664013>
- Sensevy, G. (2011). *Le sens du savoir. Eléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. Bélgica: De Boeck.
- Sensevy, G. (2015). Analysing Teachers' Pedagogical Content Knowledge from the Perspective of the Joint Action Theory in Didactics. En M. Grangeat (ed.), *Understanding Science Teachers' Professional Knowledge Growth* (pp. 63-85). Rotterdam, Boston: Sense Publishers.
- Sensevy, G., y Bloor, T. (2020). Cooperative Didactic Engineering. En S. Lerman (ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 141-145). Berlín: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_100037

- Sensevy, G., Forest, D., Quilio, S., y Morales, G. (2013). Cooperative engineering as a specific design-based research. *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, 45(7), 1031-1043. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0532-4>
- Stake, R. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.
- Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Madrid: Narcea Ediciones.
- Vassiliades, A. (2012). *Regulaciones del trabajo de enseñar en la provincia de Buenos Aires. Posiciones docentes frente a la desigualdad social y educativa*. (Tesis de doctorado). Universidad de Buenos Aires, Argentina. http://dspace5.filob.uba.ar/bitstream/handle/filodigital/6060/uba_ffyl_t_2012_883568.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Wertsch, J. (1988). *Vygotski y la formación social de la mente*. Barcelona: Paidós.