

# La enseñanza de la luz en tiempos de pandemia: una experiencia de trabajo colaborativo

Teaching about light on pandemic times: an experience of collaborative work

Facundo Dyszel<sup>1\*</sup>, Patricia Luppi<sup>1</sup> y Cecilia Acevedo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto CeFIEC, Argentina.

\*E-mail: [facundody@gmail.com](mailto:facundody@gmail.com)

Recibido el 15 de junio de 2021 | Aceptado el 1 de septiembre de 2021

## Resumen

Se indagaron las condiciones para lograr y sostener el involucramiento de los estudiantes de nivel primario de un programa socioeducativo de la Ciudad de Buenos Aires en una propuesta de enseñanza sobre óptica vía *WhatsApp*, durante la pandemia 2020. La propuesta fue elaborada por un grupo de investigadores y docentes que incluye a los autores. La investigación es de tipo descriptivo-interpretativa y se enmarca en la ingeniería cooperativa de diseño. La modalidad a distancia desdibujó la delimitación espacial y temporal del dispositivo escolar, lo que afectó el trabajo de clase. Los intercambios entre alumnos y docentes se dieron mediante un *chat* grupal, en el momento o diferidos, a veces en privado al docente; y, en general, no se leían entre pares. Se analizaron las modificaciones que hubo que aplicar a la enseñanza y los obstáculos para fomentar el debate entre las interpretaciones de los alumnos y lo que se proponía como explicación. Se evidenció que los estudiantes fueron interesándose e interrogándose sobre los distintos fenómenos, relacionándolos entre sí y con sus experiencias de vida. A modo de conclusión, las reflexiones de los niños invitan a replantear la problematización de los fenómenos naturales en el aula y los alcances de las conceptualizaciones posibles en este contexto.

**Palabras clave:** Enseñanza de la Física; Nivel Primario; Trabajo Colaborativo; Pandemia.

## Abstract

The conditions to achieve and sustain the involvement of primary-level students of a socio-educational program of the City of Buenos Aires in a teaching proposal on optics via *WhatsApp*, during the 2020 pandemic were investigated. The proposal was prepared by a group of researchers and teachers that includes the authors. The research is descriptive-interpretive and framed in cooperative design engineering. The distance modality blurred the spatial and temporal delimitation of the school device, which affected class work. The exchanges between students and teachers took place through a group chat, at the time or delayed, sometimes privately to the teacher; and, in general, they were not read between pairs. The modifications that had to be applied to teaching and the obstacles to encouraging debate between students' interpretations and what was proposed as an explanation were analyzed. It was evidenced that the students were becoming interested and questioning themselves about the different phenomena, relating them to each other and to their life experiences. By way of conclusion, the children's reflections invite us to rethink the problematization of natural phenomena in the classroom and the scope of possible conceptualizations in present context.

**Keywords:** Physics Education; Elementary School; Collaborative Work; Pandemic.

## I. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta comunicación es analizar la participación de los estudiantes en una propuesta de enseñanza sobre óptica desarrollada en *WhatsApp*, los avances en las interpretaciones que desplegaron en clase y las modificaciones

[www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF](http://www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF)

REVISTA DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, Vol. 33, no. 2 (2021)

219

*La evaluación del presente artículo estuvo a cargo de la organización de la XIV Conferencia Interamericana de Educación en Física*

que fue necesario introducir con la intención de lograr y sostener el vínculo con el estudio y la escuela durante la pandemia. Nos preguntamos, ¿bajo qué condiciones fue posible y cuál fue el alcance del involucramiento de los alumnos del nivel primario en una propuesta de enseñanza sobre la luz realizada a distancia vía *chat* durante la pandemia?

Las reflexiones que presentamos forman parte de una investigación que estudia el funcionamiento de grupos de trabajo colaborativo integrados por docentes e investigadores y su potencia para producir conocimiento sobre la enseñanza de ciencias naturales. La modalidad de trabajo de estos grupos incluye una serie de instancias: los integrantes acordamos la selección de los contenidos a enseñar, los estudiamos, los revisamos críticamente, planificamos la secuencia de enseñanza, se desarrolla esta en aula y analizamos cómo funcionó, a partir de la lectura de los registros de las clases, los comentarios de los docentes que la implementaron y las producciones de los alumnos.

El grupo al que haremos referencia se conformó en 2018 y se integra por investigadores con formaciones y pertenencias institucionales heterogéneas -entre los que nos incluimos los autores de este trabajo- y docentes que forman parte de un programa socioeducativo que funciona en distintas escuelas públicas de la Ciudad de Buenos Aires. El programa se propone reorganizar las trayectorias escolares de los alumnos con sobreedad que se agrupan en grados donde se abordan contenidos de dos cursos en un mismo año (por ej., 4.º/5.º y 6.º/7.º grados).

En un principio, los integrantes seleccionamos *la luz* como tema de enseñanza y diseñamos una secuencia sobre su trayectoria rectilínea y su interacción con distintos materiales, que fue llevada al aula por docentes del programa en 2019. En 2020, con la pandemia y las medidas de aislamiento social adoptadas, irrumpió un escenario inédito donde, sin poder anticiparlo, alumnos y docentes debieron trasladar las actividades escolares a la modalidad a distancia, lo que afectó el trabajo en la clase.

La educación en pandemia ha trastocado la ubicación en un espacio específico y la delimitación del tiempo, dos de las características principales del dispositivo escolar. Las fronteras entre los hogares y la escuela se han visto notablemente modificadas. En este contexto altamente complejo se han expuesto las profundas desigualdades de nuestras sociedades y la escolaridad estuvo condicionada por la posibilidad de acceder a ciertas herramientas tecnológicas y a la conectividad a las que no todos efectivamente acceden (Terigi, 2020).

En general, los estudiantes del programa tenían un solo dispositivo móvil que era de uso compartido con toda la familia; no había posibilidad de tener clases por videollamada; se conectaban con sus maestros a través de un *chat* grupal en *WhatsApp* a veces en el momento, a veces en tiempos diferidos, a veces por fuera del grupo se dirigían en privado al docente; y, en general, no se leían entre pares. Los maestros intentaban instalar una “sincronicidad” en una franja horaria determinada en la que comunicarse por medio de esta misma aplicación para el trabajo con las distintas asignaturas.

Este escenario conllevó una alteración de las condiciones en las que propiciar que los estudiantes desplegaran sus ideas e interactuaran entre ellos, lo que concebimos como un pujante motor de los procesos cognoscitivos (Espinoza *et al.*, 2012). En 2020 decidimos repensar la propuesta de enseñanza sobre *la luz* con la que veníamos trabajando. Codiseñamos una nueva propuesta que fue implementada en dos cursos de 5.º y 6.º grado considerando la reflexión de la luz como contenido. Nos preguntamos acerca de cómo promover en los alumnos perplejidad, sorpresa y curiosidad ante fenómenos cotidianos que habitualmente no son tomados como objeto de análisis y cuya problematización lleva a encontrar explicaciones desde una perspectiva distante al “pensamiento común”.

A continuación, se presenta nuestro enfoque teórico-metodológico; nos centramos en las condiciones en las que se planteó a los estudiantes el trabajo con “lo empírico” y en las interpretaciones que fuimos realizando en el grupo colaborativo sobre las ideas que ellos iban compartiendo en el *chat* de las clases, tratando de caracterizar el proceso de problematización de los fenómenos naturales en un contexto de interacción tan fragmentado. Nuestros análisis motivaron un redireccionamiento de la propuesta hacia el trabajo con otras situaciones, como la formación del arcoíris y el color con el que vemos los materiales, que evaluamos potentes para sostener el vínculo pedagógico y con el área.

## II. ABORDAJE METODOLÓGICO

En lo que sigue distinguimos la modalidad de trabajo asumida por el grupo colaborativo de la metodología adoptada por los investigadores.

En relación con la modalidad adoptada por el grupo, esta guarda semejanza con la ingeniería cooperativa (Sensevy *et al.*, 2013), con la investigación colaborativa (Bednarz *et al.*, 2020) y con los abordajes de P. Sadovsky y su equipo (Sadovsky *et al.*, 2019). En líneas generales, Sensevy y Bloor (2020) conciben a la ingeniería cooperativa como un tipo de investigación basada en el diseño (Cobb *et al.*, 2003) en el que un colectivo 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 evaluación de la anterior, por lo que un aspecto crucial de esta metodología reside en su estructura iterativa. Se propone acercar el contexto de la investigación y de la docencia; se presupone la identificación de un objeto común a abordar, pertinente tanto desde el punto de vista de

los investigadores como de los docentes. Se basa en las contribuciones específicas de ambos grupos, donde los docentes no participan como coinvestigadores, sino como coconstructores de conocimiento (Zajc y Bednarz, 2007).

Con respecto a la metodología de investigación, se llevó adelante un estudio cualitativo, que se propone con una aproximación de tipo descriptiva e interpretativa y un abordaje teórico-metodológico que es compatible con el estudio de casos (Stake, 1999; 2010). Este último tiene como característica distintiva la pretensión de abordar los fenómenos sociales en profundidad, de manera holística y contextual; en otras palabras, se orienta a captar las especificidades, complejidades y significados del fenómeno estudiado con la mayor riqueza posible. Tomamos como unidad de análisis tanto lo acontecido en las implementaciones de la secuencia, como el trabajo realizado en el grupo colaborativo. Las fuentes de datos que utilizamos son, por un lado, los registros de los *chats* de dos grupos de clase donde se desarrolló la secuencia y, por otro, las transcripciones de las reuniones del grupo colaborativo en las que se analizó lo acontecido que fueron grabadas en video.

### III. EL TRABAJO EN EL GRUPO COLABORATIVO

El grupo de trabajo colaborativo, como mencionamos, se conformó en 2018 y, aún en el contexto de pandemia, nos seguimos reuniendo. En una primera instancia, definimos el tema de *la luz* como contenido de enseñanza, lo estudiamos en profundidad y precisamos un recorte conceptual. Para este cometido, en las reuniones se dieron discusiones en torno a la literatura científica, los textos escolares y la propia experiencia de los docentes y de los investigadores ligada a la temática en cuestión.

En ese momento, seleccionamos las siguientes ideas/contenidos conceptuales: *La trayectoria rectilínea de la luz*, donde abordamos la variación del tamaño y la conservación de la forma de las sombras de determinados objetos cuando se varía la distancia de estos objetos con respecto a una fuente de luz que incide perpendicularmente; *la interacción de la luz con distintos materiales* (opacos, traslúcidos y transparentes), haciendo foco en la reflexión.

Con este recorte diseñamos una secuencia didáctica anticipando los posibles caminos que podría adoptar su implementación en cuanto a las articulaciones entre las diferentes situaciones de enseñanza consideradas, las intervenciones docentes y las ideas que los estudiantes podrían desplegar en la clase. La estructura general de esta propuesta -con las distintas adecuaciones que le imprimieron las docentes en las diferentes puestas en aula- consistía en dos situaciones experimentales, la escritura de un cuadro donde se registró lo acontecido en las experimentaciones, la elaboración de representaciones modélicas, una situación de lectura de un texto expositivo y una nueva situación de escritura a modo de cierre y sistematización de lo realizado.

En 2020, nos disponíamos a seguir analizando el funcionamiento de las implementaciones de 2019, pero la irrupción de la pandemia nos llevó a reorientar el foco del trabajo colaborativo y pensar en conjunto cómo proponer una secuencia de ciencias naturales en este escenario. Los maestros advertían algunas cuestiones que era importante considerar a la hora de diseñar la propuesta: las dificultades para convocar e interesar a los alumnos en estas condiciones; la escasa participación y la intermitencia de las intervenciones; las ausencias reiteradas en los momentos que se proponía trabajo sincrónico; la diversidad de situaciones en relación con el grado de alfabetización en la que se encontraban los alumnos; y las dificultades para gestionar las ideas que se manifestaban a través de audios, fotos, escrituras o emoticones. Se acordó entonces retomar el contenido de la reflexión de la luz que había sido abordado el año anterior, proponiendo nuevas situaciones y teniendo en cuenta que algunos de los niños ya habían participado de la secuencia realizada en el año 2019. El diseño de una nueva secuencia sobre el tema *luz* estuvo orientado por el interrogante acerca de cómo convocar a estos alumnos a estudiar un tema de Física, involucrándolos en una propuesta de enseñanza en la que se busca problematizar lo que parece obvio, considerando las contingencias del contexto relativas al acceso a la escolaridad a distancia y a su vínculo con la escuela y con el área. A modo de “esqueleto”, se listan las primeras situaciones consideradas en la propuesta de enseñanza vía *Whatsapp* (ver tabla I):

**TABLA I.** Situaciones de enseñanza incluidas en la primera parte de la propuesta de enseñanza.

- |   |
|---|
| <p>1. Se presentaron fotografías y videos donde se mostraba una persona apuntando una linterna hacia afuera del campo de la imagen y cuyo reflejo se veía en una pared enfrentada (ver figura I). Se les propuso a los chicos descifrar cómo se lograron esas imágenes. Se pretendía trabajar sobre la reflexión de la luz. La idea era que discutieran a partir de un “desafío” que admitía diferentes interpretaciones y explicaciones, y se preguntaran si los objetos opacos reflejan la luz.</p> |
| <p>2. Se presentó una ilustración donde se mostraba a dos niños discutiendo sobre lo visto la clase anterior y se planteó la pregunta de si la luz “rebota” o se refleja en una pared. Además, se propuso la lectura de un texto que abordaba la reflexión de la luz a partir de la pregunta “¿por qué vemos?”.</p>   |

Decidimos comenzar la propuesta de enseñanza con un desafío, negociando entre lo que consideramos un problema de orden intelectual, en su acepción de provocar las ideas de los alumnos sobre el fenómeno en estudio, y lo que se considera como un “reto” en las redes sociales, en su acepción de “adivinar” o “resolver” -por ejemplo, descifrar qué es lo que se ve en una imagen que presenta un juego óptico entre una figura y su fondo- que sabemos consiguen atraer la atención de un variado público. Acordamos que ambas acepciones debían estar presentes en la situación inicial con la que proponer el trabajo con *la luz*. Esta debía ser “liviana”, “corta”, “atractiva” para conseguir que los estudiantes se entusiasmaran con un problema de Física e intentaran encontrar explicaciones.

#### IV. EL TRABAJO CON “LO EMPÍRICO” EN LA PROPUESTA A DISTANCIA

Como ya se mencionó, la secuencia elaborada en 2018 comenzaba con una situación experimental. El sentido de esta inclusión residía en ofrecer un escenario para que los alumnos pudieran comenzar a interrogarse por una idea más que reiterada en los libros de textos escolares, que por tan mencionada suele asumirse como obvia: que la luz viaja en línea recta. Concepto, sin embargo, difícil de asir debido a la imposibilidad de observar su desplazamiento.

En nuestra tradición de investigación sostenemos que la selección y el trabajo con un experimento se realiza con la intención de convocar intelectualmente a los alumnos, al ser presentado en un contexto de enseñanza en el que se busca problematizar lo que parece obvio (Espinoza, 2010). Prestigiamos el sentido del experimento como problema (no como demostración) y solemos proponer a los estudiantes una descripción de lo que pueden observar -cuestión que requiere de un trabajo de transacciones en clase acerca de qué es aquello que se ve- y que puede constituirse en dato relevante en relación con el objeto de enseñanza.

Con la enseñanza virtual restringida al uso de *WhatsApp* resultaba exigente proponer una experimentación sin renunciar a la intencionalidad didáctica recién descrita. Presentamos una fotografía y un video donde se observaba la mano de una persona que sostenía una linterna y apuntaba hacia un espejo, que no se veía en el campo de la imagen, cuyo reflejo aparecía en la pared opuesta.



FIGURA I. Imagen del “desafío del espejo” con el que se propone iniciar la secuencia.

Quisimos que los estudiantes movilizaran ideas que permitieran ir construyendo explicaciones sobre el fenómeno. En palabras de una de las investigadoras que participa del grupo: “*La experiencia muestra cosas, pero no explica. La experiencia [o un video o una imagen de una experiencia] siempre es un recorte para pensar, no dice cómo son las cosas*” (Reunión Nro. 7 del grupo, 2020).

Con la puesta en aula del “desafío del espejo”, las docentes plantearon que la situación “pareció” sencilla para resolver y no generó mayores inquietudes, aunque sí destacaron que participaron la mayoría de los estudiantes, cuestión no menor en este escenario. Interpretamos que proponer el trabajo con una imagen logró convocarlos -en la acepción de “lo atractivo”-, pero no necesariamente involucrarlos intelectualmente en un problema que ameritara realizar un esfuerzo por comprender, movilizándolo sus conocimientos sobre el tema. Las intervenciones que los alumnos realizaron en el *chat* sobre cómo se logró la imagen que se presentó en esta primera clase remitían a que la luz de la linterna solamente podía “rebotar” o “reflejar” en un espejo o en superficies “brillosas” como en azulejos, cerámicas, metales o vidrios, como puede verse en la siguiente tabla.

TABLA II. Ideas de los alumnos sobre la reflexión de la luz en la primera clase.

<i>[La persona de la imagen] estaba alumbrando un espejo y [la luz] rebotaba atrás</i>
<i>Es una linterna alumbrando una cerámica y la luz rebota hacia atrás. (...) La luz rebota porque la cerámica es como un vidrio</i>
<i>Sí la pared es de azulejos o tiene algo para reflejar sí rebota, como en la alacena de mi cocina que es de vidrio.</i>

Contar con los registros de las clases para analizarlos en el grupo conllevó la posibilidad de pensar, diseñar y reformular la secuencia de manera conjunta (Sensevy y Bloor, 2020). Así, en la reunión del grupo colaborativo se compararon los registros del primer encuentro. Evaluamos que la situación “se enredó” debido a que el contexto restringía las interacciones, la posibilidad de mantener el hilo de las argumentaciones y de proponer contraargumentaciones. En una situación de clase presencial donde las interacciones se producen de manera sincrónica, un docente podría llamar la atención acerca de cómo es posible que la luz se refleje en un vidrio, si ocurrirá lo mismo cuando se mira la puerta de vidrio de la alacena que cuando se mira por la ventana. En cambio, en este contexto, donde las intervenciones en el grupo se realizaban en tiempos diferidos resultaba exigente retomar lo dicho por los estudiantes para “traccionar” sus ideas en el sentido de promover que sean desplegadas, ampliadas y discutidas.

La mayor dificultad conceptual radicaba en la comprensión de que los materiales opacos suelen reflejar la luz y no solamente los materiales “brillosos” o las superficies pulidas. En otros términos, la posibilidad de una *devolución* (Sadovsky, 2005)<sup>1</sup> del problema se encontraba constreñida por el contexto en el que se desarrollaba la interacción. La sola presentación de la experiencia no conduce a una revisión de las concepciones que traen los alumnos, sino que es necesario trabajar para que se construya un significado de “la evidencia” que permita articular la interpretación que pueden hacer desde sus concepciones, con las ideas que propone la ciencia (Candela, 2006). Nos preguntábamos cómo hacer para movilizar las concepciones de los chicos hacia las explicaciones que propone la ciencia, cómo tejer un puente entre sus interpretaciones y el concepto de la reflexión de la luz, y qué situaciones proponer para que estas concepciones pudieran avanzar. Se acordó plantear un segundo encuentro sincrónico donde se seguiría abordando esta idea, ahora centrándose en la pregunta “¿Por qué vemos?”.

Una de las cuestiones que nos habíamos propuesto en la selección de los materiales era introducir algún interrogante sobre el fenómeno que se estaba enseñando, pero sin proporcionar las explicaciones científicas desde el comienzo, sino que habilitara el despliegue de las interpretaciones de los estudiantes. Siguiendo a Sensevy (2015), desde una mirada topogenética de la transacción didáctica, los alumnos deberían tener la *responsabilidad epistémica* en la resolución del problema. También nos ocupaba que este interrogante fuera, a la vez, lo suficientemente difícil, pero lo suficientemente accesible desde el punto de vista conceptual.

En la siguiente tabla se presenta la diversidad de interpretaciones que desplegaron los estudiantes en las situaciones de enseñanza presentadas en la segunda clase. Observamos que algunos empezaron a expresar la posibilidad de que la luz se reflejara en una superficie opaca, como una pared, al mismo tiempo que persistían concepciones similares a las que desplegaron en la primera clase. Creemos que este cambio fue favorecido por la lectura de un texto expositivo producido para esta secuencia didáctica por Ana María Espinoza, investigadora del grupo y autora de diferentes manuales escolares, del cual, a continuación, citamos un fragmento:

*Cuando la luz llega a la superficie de un objeto puede ocurrir que no lo atraviese y entonces rebota como si fuera una pelota que choca contra una pared. Al chocar, los rayos de luz cambian la dirección de su camino. Ese comportamiento de la luz se conoce con el nombre de reflexión (...) La luz rebota en los espejos, los metales, la madera, las piedras, los papeles, las paredes... porque todos tienen la misma propiedad.*

**TABLA III.** Ideas de los alumnos sobre la reflexión de la luz en la segunda clase.

<i>La luz atraviesa [una pared], por ejemplo, si hay algún agujerito</i>
<i>La luz solo puede rebotar en el espejo o algo metálico</i>
<i>En una pared la luz choca, pero no refleja</i>
<i>En la pared no puede rebotar, se queda ahí</i>
<i>La luz se desvía en la pared</i>
<i>En una madera [la luz] refleja porque es una superficie opaca</i>
<i>Yo tengo una remera que tiene brillo y cuando le apunta la luz, el color de mi remera apunta a la pared</i>
<i>La luz no la puede atravesar porque es opaco, pero si es una lata o un espejo, la luz rebota</i>

A partir de las reuniones subsiguientes del grupo de trabajo colaborativo intensificamos los intercambios entre los miembros. Las docentes manifestaron algunas preocupaciones. A veces no se entendían los audios que enviaban los alumnos, mandaban sus opiniones a destiempo y las maestras tenían que hacer un gran esfuerzo para sostener el hilo de la conversación. Les preocupaba que perdieran la atención y abandonaran el *chat*. También les resultaba difícil gestionar la diversidad de interpretaciones que iban surgiendo; una maestra decía que la situación resultaba muy compleja porque los chicos expresaban ideas que “no se sabe bien de dónde vienen, en qué situación se originaron” y ella decía que, por momentos, dejaba de insistir con repreguntas para evitar que abandonen la propuesta (Reunión

<sup>1</sup> Concepto acuñado por Brousseau con la intención de concebir una enseñanza en la que los alumnos se involucren en los problemas a resolver, asumiéndolos como propios y no como un mero pedido del docente.

N.º 8 del grupo, 2020). Nuevamente, estas condiciones dificultaban que se produjera una situación de “devolución” del problema.

Evaluamos que no podíamos seguir profundizando en este aspecto conceptual de la reflexión de la luz, lo que nos llevó a modificar la propuesta de enseñanza.

## V. EL RECORTE DE CONTENIDOS Y EL VÍNCULO PEDAGÓGICO

En el grupo de trabajo colaborativo hubo un debate en torno a cómo continuaríamos con la secuencia. La disyuntiva versaba sobre si profundizar en el aspecto conceptual problemático o extender la secuencia a otros aspectos de la luz. Por un lado, considerábamos que al profundizar, corríamos el riesgo de que decayera el vínculo pedagógico porque entendíamos que faltaba sostén para hacer avanzar las ideas, lo que hubiera sido más factible en las interacciones del aula “presencial”. Por otro lado, la extensión hacia otro recorte de contenidos tenía el riesgo de abordar los conceptos de manera superficial o periférica sin llegar a los aspectos centrales del fenómeno.

Adoptamos la segunda opción: comenzaríamos a trabajar sobre los colores con los que vemos los materiales, la descomposición y la absorción de la luz. En lo que sigue, se incluyen las situaciones que se planificaron a partir de un segundo recorte de contenidos (en continuación con la tabla I):

**TABLA IV.** Situaciones de enseñanza incluidas en la segunda parte de la propuesta de enseñanza.

3. Se presentó la primera parte de un video (EDIBA, 2018) donde se mostraba una experiencia hecha con globos de distintos colores y donde se veía que, según el color, algunos globos reventaban más rápido que otros al exponerlos a la luz del sol a través de una lupa. Se esperaba trabajar sobre la reflexión y la absorción de la luz, y sobre los colores.
4. Se presentaron imágenes donde se veía la descomposición de la luz con la utilización de un cairel o similar. Se propuso analizar la segunda parte del video (EDIBA, 2018) donde se daba una explicación a la experiencia del encuentro anterior. Se pretendía seguir trabajando sobre los colores y sobre la descomposición de la luz blanca.
5. Se les brindó a los alumnos un instructivo y los materiales para que construyeran un Disco de Newton. Se pretendía seguir trabajando con la descomposición de la luz.
6. Se retomó lo trabajado en las clases anteriores y se propuso la lectura de un texto con información sobre los contenidos vistos a lo largo de los encuentros anteriores en relación con las ideas que propone la Física.

A continuación, se presenta un fragmento de la tercera clase donde se observó cómo la maestra fue moderando las intervenciones de los estudiantes a partir del video de la experiencia de los globos:

*La maestra envía un video donde se ve que distintos globos de colores y un globo negro explotan al exponerlos a la luz solar a través de una lupa, pero un globo blanco no explota.*

*M (Maestra)- ¿Qué sucedió?*

*A1 (Alumno Nro. 1)- Están explotando los globos, menos el blanco.*

*A2-El globo que explotó más rápido es el negro. Es raro que explotó y el blanco no. Capaz que el negro es más frágil.*

*M-Los globos son todos del mismo material.*

*A3- El rayo UV atrae al globo negro y por eso explotó rápido. El globo blanco no explotó porque no lo atrae el rayo UV.*

*M- ¿Qué es eso que la luz atrae los colores? A ver si lo pueden explicar un poco más.*

*A4- El globo de color claro va a tardar en reventar ya que puede traspasar la luz, pero si es un color muy fuerte no va a poder. Los colores más oscuros atraen más la luz.*

*En este momento la maestra envía otro fragmento del video donde se ve que el globo blanco revienta más rápido cuando se lo pinta con un marcador negro y se lo expone a la luz del Sol a través de una lupa.*

*M- ¿Qué sucedió? ¿Qué cambió?*

*A1- Cambió el color y explotó.*

*A5- Cuando lo pintó de negro ahí la luz en vez de atravesarla se quedó ahí y por eso explotó más rápido. Porque el negro atrae más a la luz. Provoca que ahí en ese lugar se contenga más calor y así explota más rápido. Porque ese lugar está negro y hay más calor ahí.*

*A6-El blanco no explota porque lo atraviesa, el blanco es como un color transparente.*

*A3- El globo blanco es como un vidrio y la luz lo traspasa, por eso no revienta. Estoy entre un espejo y un vidrio. El espejo cuando llega la luz, la desvía y a un vidrio lo atraviesa.*

*M- ¿Vos decís que al color blanco lo atraviesa como a un vidrio o es como un espejo que refleja?*

*A3- Como el espejo que refleja.*

A partir de este intercambio, pudimos observar que los estudiantes llegaron a un concepto más ajustado de la reflexión cuando analizaron la interacción de la luz de acuerdo con el color de las superficies donde incidía. En



particular, cuando vieron que el globo blanco no explotaba al exponerlo a la luz solar. Desde el punto de la vista de la Física hay una conexión conceptual: cuando la luz interactúa con distintos materiales, se produce la reflexión y la absorción en distintas proporciones. El espejo y el globo negro -mate- funcionan como casos límite. Desde el punto de vista de quien aprende, esta relación no es para nada evidente.

La primera situación del espejo (ver figura 1) no permitió -en las condiciones de interacción ya señaladas- avanzar en las explicaciones acerca de qué sucede con diferentes materiales opacos con la reflexión. Sostenemos que la ampliación del nuevo recorte de contenidos intervino en que los estudiantes pudieran pensar el fenómeno de la reflexión y de la absorción, analogando lo que ocurre con la luz cuando interactúa con un espejo o un vidrio. Entendemos que “el desafío del espejo” permitió dejar instalado el interrogante inicial acerca de *cómo se comporta la luz cuando interactúa con materiales opacos de distinto tipo*, aunque no colaboró en ese momento de la secuencia en problematizar lo que parece obvio -que la luz se suele reflejar en los materiales opacos, no solamente en los “brillosos”-. La pregunta quedó instalada en la clase con fuerza, sin ser respondida por parte de las docentes, y sostuvimos la intencionalidad de promover que los estudiantes asumieran la responsabilidad epistémica en hacer avanzar el problema. Los análisis realizados nos permiten afirmar que “el desafío de los globos” funcionó como nuevo escenario para volver a pensar el mismo interrogante y “el desafío del espejo” como una apoyatura para interpretar el comportamiento de la luz al interactuar con globos de distintos colores.

## VI. CONCLUSIONES

En este trabajo analizamos la implementación de una propuesta de enseñanza sobre la luz elaborada en un grupo de trabajo colaborativo que fue desarrollada vía *Whatsapp* en el contexto de pandemia. Nos enfocamos en indagar la participación y el avance de las interpretaciones que desplegaron los chicos sobre la reflexión de la luz en los intercambios que se dieron a través de un *chat* grupal. Expusimos, además, los obstáculos que tuvieron que sortear las docentes para moderar estos intercambios en un escenario que imponía restricciones muy complejas y mostramos cómo el trabajo en el grupo colaborativo permitió repensar la propuesta de enseñanza al proponer una reformulación con la intención de sostener la participación de los chicos y la problematización de los fenómenos naturales.

Consideramos que no dar informaciones que no pudieran ser interpretadas, ni adelantar respuestas en una situación de clase muy exigente -tanto para las docentes como para los estudiantes- resultó productivo para instalar un interrogante que sería retomado por los propios alumnos a partir de otras situaciones de enseñanza.

Si bien reconocemos la limitación de este estudio y de este contexto para evaluar con precisión los aprendizajes conceptuales de los estudiantes, rescatamos el incremento de la participación y de la asistencia en las clases, identificamos el surgimiento de ciertas ideas más o menos acordes al conocimiento científico y su evolución y valoramos que manifestaran el deseo de “*seguir aprendiendo*” sobre temas de Física, aun en este escenario tan adverso y con estudiantes que suelen tener dificultades importantes en su trayectoria educativa. Mantener la intención de provocarlos intelectualmente, aun en la extrema complejidad de este contexto de enseñanza, nos llevó a recortar contenidos inicialmente previstos, sacrificando cierta profundidad, pero privilegiando un vínculo con el conocimiento de carácter constructivo, en el que se instalaron nuevos interrogantes, se movilizaron ideas y se elaboran nuevas, para explicar los fenómenos estudiados.

## AGRADECIMIENTOS

Proyecto UBACyT 20020190200312BA: El trabajo colaborativo entre docentes e investigadores: 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, Universidad de Buenos Aires (2020-2021).

## REFERENCIAS

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. *Revue hybride de l'éducation*, 4 (1), 24–45. <https://doi.org/10.1522/rhe.v4i1.551>

Candela, A. (2006). Del conocimiento extraescolar al conocimiento científico escolar: un estudio etnográfico en aulas de la escuela primaria. *Revista mexicana de investigación educativa*, 11(30), 797-820.

Cobb P., Confrey J., diSessa A., Lehrer, R. y Schauble, L. (2003) Design experiments in educational research. *Educ Res* 32(1):9–13. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001009>

EDIBA (2018, 4 de enero). Experimentos - La reflexión de la luz [video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=rJkCDPRFBXI&list=PLjtpL2iWSztVw5Qwp90LRmVCoZxpPWB6&index=1>.

Espinoza, A. (2010). *Ciências na escola. Novas perspectivas para a formação dos alunos*. San Pablo, Brasil: Ática.

Espinoza, A., Casamajor, A., Muzzanti, S., Acevedo, C., y Lifschitz, C. (2012). Cuando los alumnos son convocados a representar sus ideas. *Novedades Educativas*, 256, 36-44.

Sadovsky, P. (2005). La teoría de situaciones didácticas: un marco para pensar y actuar la enseñanza de la matemática. *Reflexiones teóricas para la educación matemática*, 5, 13-66.

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).

Sensevy, G. (2015). Analysing Teachers' Pedagogical Content Knowledge from the Perspective of the Joint Action Theory in Didactics. En *Understanding Science Teachers' Professional Knowledge Growth*, 63-85. Brill Sense.

Sensevy, G. y Bloor, T. (2020). Cooperative didactic engineering. *Encyclopedia of Mathematics Education*, 141-145.

Sensevy, G., Forest, D., Quilio, S. y Morales, G. (2013) Cooperative engineering as a specific design-based research. *ZDM, Int J Math Educ.* 45(7),1031–1043.

Stake, R. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Morata.

Stake, R. (2010). *Qualitative research: Studying how things work*. The Guilford Press.

Terigi, F. (2020). Aprendizaje en el hogar comandado por la escuela: cuestiones de descontextualización y sentido. *Pensar la educación en tiempos de pandemia: entre la emergencia, el compromiso y la espera*, 243–251. UNIPE, Editorial Universitaria.

Zajc, L. S. y Bednarz, N. D. (2007). Action research and collaborative research: Their specific contributions to professional development. *Educational Action Research*, 15(4), 577-596.