

## **El rol del docente en la enseñanza de la visión en educación secundaria. Un estudio de caso**

**Bettina M. Bravo, Laura A. Eguren y Adriana L. Rocha**

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. E-mails: [bbravo@fio.unicen.edu.ar](mailto:bbravo@fio.unicen.edu.ar).

**Resumen:** En este trabajo se estudia el accionar de un docente al interactuar con sus alumnos de educación secundaria, al enseñar los modelos que la ciencia propone para explicar el proceso de la visión. En este estudio de caso se identifican y describen las estrategias didácticas que el docente puso en práctica con mayor frecuencia en las instancias didácticas de iniciación, información, aplicación, síntesis y conclusión. Los datos obtenidos permitieron concluir que el docente cumplió el rol de guía en los distintos momentos de enseñanza, intentando ayudar a los alumnos a explicitar sus ideas y a clarificarlas dejando en evidencia sus características más relevantes; a comprender el saber de la ciencia; a aprender a aplicarlo; a reflexionar críticamente sobre qué y cómo aprendió y la importancia de haber aprendido. Esta dinámica resultó motivadora para los estudiantes quienes se mostraron muy participativos, haciendo explícitas sus ideas, discutiendo entre ellos y con el docente, realizando preguntas, elaborando explicaciones, pasando a la pizarra para representar sus respuestas. Por ello se puede concluir que el docente hizo posible que los alumnos fuesen en todo momento los principales protagonistas de la clase al participar activamente en el proceso de aprendizaje del saber de la ciencia.

**Palabras claves:** enseñanza, estrategias didácticas, accionar docente, educación secundaria, ciencia, visión, color.

**Title:** The role of the teacher for the education of the vision in secondary education. The study case.

**Abstract:** In this paper we study the teacher's actions to interact with their students in secondary education, to teach the models proposed by the science to explain the process of vision. This case study identifies and describes teaching strategies that teachers often put into practice during the process of information, application, synthesis and conclusion. The data obtained allowed to conclude that the teacher performed the role of guide in the stages of education, trying to help students enlarge their ideas and leaving evidence of their understanding about the knowledge of science, how to apply it how to think critically about what and how he learned and the importance of having learned. This dynamic interaction was motivating for students who were highly participative, making explicit their ideas, discussing among themselves and with the teacher, asking questions, developing explanations and going to the blackboard to represent their answers. Therefore one can conclude that the teacher allowed the students

to be the main protagonists of the class and to participate actively in the learning process of knowledge of science.

**Keywords:** education, didactic strategies, teacher gesticulates, secondary education, science, vision, color.

### **Introducción**

El estudio de los fenómenos asociados con la percepción visual requiere en el aula de ciencias un abordaje interdisciplinario y un docente capaz de atender a los modelos propuestos por la física (que explica la naturaleza de la luz y su interacción con la materia), la biología (que se ocupa del funcionamiento y fisiología del ojo), la química (que explica la transformación energética que se produce al estimularse las células fotosensibles) y la psicología (que intenta interpretar la percepción del objeto y del color). Claro que es difícil y hasta poco sensato requerir a un docente que sea especialista en tan diversas disciplinas. Pero sí se podría esperar un "recorte" apropiado de este conocimiento tan abstracto, para que sean abordados en educación secundaria algunos de los modelos que las ciencias proponen para explicar la visión directa de un objeto y la percepción de un color.

En coincidencia con Viennot (2002) se considera aquí que los alumnos de Educación Secundaria Básica (14-15 años de edad) pueden construir con la instrucción formal una idea respecto de la visión que implique asumir que: "para ver un objeto la luz debe llegar hasta el objeto e interactuar con él, produciéndose los fenómenos de absorción y reflexión difusa. Luego, la luz reflejada debe incidir en el ojo del observador y estimular las células fotosensibles presentes en la retina, conllevando a la producción de transformaciones químicas que dan como resultado el estímulo nervioso que llega al cerebro donde, a partir de complejos procesos psicológicos, se interpreta lo que se ve".

Al momento de diseñar una propuesta de enseñanza tendiente a propiciar el aprendizaje de este modo de explicar y concebir la visión directa de un objeto, resulta inminente contemplar el hecho de que los alumnos suelen compartir un modo de conocer intuitivo (esencialmente distinto del científico) que los lleva a considerar que vemos porque tenemos ojos y miramos al objeto a ver (tal como lo hallaron, entre otros, Bravo, Pesa y Colombo, 2001; Galili y Hazan, 2000; Salina y Sandoval, 1996; Viennot, 2002).

El modo de conocer intuitivo y el modo de conocer coherente con el científico que se pretende construyan los estudiantes en la educación formal, difieren esencialmente en los principios ontológicos (Chi, 2002), epistemológicos (Vosniadu, Brewer, 1994) y conceptuales (Pozo y Gomez Crespo, 1998) que subyacen a ellos, principios que guían inadvertidamente la manera en que se interpretan y explican los fenómenos.

En la tabla 1 se describen los principios subyacentes y modos de razonar asociados a cada forma de conocer (extraído y adaptado de Pozo y Gómez Crespo, 1998; y Salina y Sandoval, 1996).

SABER INTUITIVO		SABER DE LA CIENCIA
Principio Ontológico	Estado: Interpreta el mundo en estados de la materia desconectados entre sí.	Sistema: Los fenómenos se interpretan en función de relaciones complejas que forman parte de un sistema.
Principio Epistemológico	Realismo ingenuo: Se asume que la realidad es tal como la vemos y lo que no se percibe no se concibe.	Constructivismo: Se concibe a la ciencia conformada por modelos alternativos que permiten interpretar la realidad pero no son la realidad misma.
Principio Conceptual	Hecho o dato: Los fenómenos y hechos se describen en función de propiedades y cambios observables.	Interacción: Las propiedades de los cuerpos y los fenómenos se interpretan como un sistema de relaciones de interacción.
Modos de razonar	Monoconceptual: se supone a priori que los fenómenos dependen de una sola variable.	Pluriconceptual
	No sistémico: no se consideran efectos mutuos entre los elementos involucrados.	Sistémico
	Reduccionista: se atiende más a las propiedades que a las funciones de los elementos involucrados en el fenómeno.	No reduccionista

Tabla 1.- Características del saber intuitivo y el saber de la ciencia. Principios ontológicos, epistemológicos y conceptuales subyacentes y modos de razonar subyacentes.

El aprendizaje del saber de las ciencias, entonces, no se basaría tanto en la sustitución de una concepción por otra, ni sólo en la multiplicación de las representaciones que el sujeto dispone para un dominio dado, sino en un cambio referente a esos principios epistemológicos, ontológicos y conceptuales que subyacen en la construcción del pensamiento cotidiano.

Intentando propiciar un aprendizaje como el descrito, se diseñó una propuesta de enseñanza que se caracterizó por:

a) Abordar de forma interdisciplinaria y paulatina un modelo coherente con el de la ciencia como el propuesto con antelación.

b) Para ayudar a los estudiantes a superar la "brecha" ontológica, epistemológica y conceptual que separa a su saber inicial del que se pretende aprendan, el abordaje del modelo de la ciencia se realizó de forma paulatina. El estudio de la visión se comenzó con el análisis de situaciones sencillas y cotidianas que permitieran a los alumnos reconocer explícitamente la importancia de la luz, los objetos y los ojos en el acto de ver. Luego se les propuso el estudio de las interacciones "duales" que se

establecen entre ellas (luz – objeto primero y luz – sistema visual en segundo término) para finalmente llegar a abordarlas de modo integrado y en el modelo de la ciencia escolar.

c) Presentar inicialmente actividades que permiten abordar la enseñanza y el aprendizaje con fenómenos cotidianos y sencillos, factibles de ser explicados a partir de las ideas de los alumnos. El objetivo es asegurar una instancia donde los estudiantes puedan hacer explícitas sus concepciones y reconocer sus características y naturaleza, ya que éstas constituyen el punto de partida de la construcción de nuevas ideas.

d) Incorporar paulatinamente el estudio de fenómenos de complejidad creciente, que permitan a los alumnos reconocer la existencia de múltiples variables de las cuales depende el proceso de visión (luz; objeto; sistema visual) y estudiar los procesos de interacción que se producen entre ellas (luz – objeto: absorción, reflexión difusa, transmisión; luz reflejada – sistema visual: activación selectiva de células fotosensibles, percepción).

e) Incorporar hacia el final de la instrucción el abordaje de situaciones problemáticas que conlleven a atender a todas las variables e interacciones que la ciencia propone para explicar los fenómenos analizados. Esta instancia tuvo como objetivo ayudar a los estudiantes a integrar las distintas variables y procesos estudiados en un único y sistémico modelo: el de la ciencia escolar.

f) Proponer un abordaje interrelacionado y recurrente de los contenidos que permita a los estudiantes interpretar el fenómeno de la visión en contextos de situaciones cotidianas haciendo uso de modelos, modos de hacer y actuar cada vez más coherentes con lo propuesto por las ciencias.

Aprender ciencias implica no sólo comprender el modelo explicativo que ella propone, sino también que los estudiantes:

a) Reconozcan al conocimiento científico como un modo de conocer alternativo al suyo, potencialmente útil para explicar diversas situaciones y aprendan a aplicarlo con consistencia y coherencia argumentativa. La importancia de esta instancia radica en que se asume que el aprendizaje no implica sustitución de concepciones, y por tanto que coexistirán en la mente del estudiante sus ideas iniciales y las construidas con la instrucción. La propuesta de enseñanza debe entonces ayudar al alumno a aprender a gestionar concientemente y con criterio, el modo de conocer a utilizar en función del contexto y la demanda del problema al que se enfrente.

b) Sean concientes y reflexionen críticamente respecto del proceso de aprendizaje experimentado a lo largo de toda la enseñanza y de lo que implica aprender ciencias. Resulta importante que con la instrucción se propicie que el alumno desarrolle una actitud crítica sobre el propio proceso de aprendizaje, reconociendo qué aprendió y cómo, a fin de clarificar aquellas herramientas que podrá continuar usando para seguir aprendiendo.

La propuesta diseñada involucra diversas actividades que comprometen a los estudiantes en el diseño y realización de pequeñas experiencias, la resolución de problemas de lápiz y papel, las búsquedas de bibliografía, la construcción de modelos... Respecto del docente las actividades propuestas implican su exposición ante el gran grupo para ayudar a los alumnos a

clarificar su modo de conocer, presentar el modo de conocer de la ciencia, enseñar procedimientos relacionados con la elaboración de explicaciones y la aplicación de los modelos de la ciencia, guiar a los estudiantes en el análisis crítico y reflexivo respecto de qué y cómo han aprendido, entre otros objetivos.

Dichas actividades fueron organizadas en cinco etapas didácticas cuyos objetivos se presentan y describen en la tabla 2.

<b>Etapa</b>	<b>Objetivos didácticos</b>
Iniciación	Motivar al alumno para explicitar sus propias ideas - Motivar (interesar) al alumno por el contenido a abordar a partir de la presentación de distintos problemas - Clarificar e intercambiar ideas previas, señalando sus límites de validez y limitaciones.
Información	Explicitar las variables, relaciones e interacciones entre conceptos al presentar el modelo de visión relacionada e integrada al modelo propuesto desde la ciencia escolar - Analizar la potencialidad de las ideas de la ciencia para resolver y dar respuesta a los problemas planteados - Estimular en los estudiantes la participación activa y el planteo permanente de sus dificultades y dudas - Estimular la elaboración de explicaciones para resolver diversas situaciones, haciendo uso de las ideas construidas - Desarrollar explícitamente procedimientos característicos del quehacer científico - Hacer alusión explícita a la naturaleza y construcción del conocimiento científico
Aplicación	Orientar a los alumnos a utilizar las nuevas ideas en diferentes situaciones y contextos - Animar a los alumnos a evaluar sus ideas, desarrollarlas y aplicarlas para explicar los fenómenos en estudio.
Evaluación	Proponer distintas situaciones problemáticas (conocidas y "novedosas") a fin de que los alumnos elaboren explicaciones en función de las ideas construidas. Presentar a los estudiantes respuestas dadas por ellos antes de la instrucción a fin de que evalúen (al comparar aquellas respuestas con las que son capaces de elaborar en la instancia final) qué aprendieron. Proponerles a los alumnos emitir opinión crítica sobre la importancia de haber aprendido y sobre las estrategias de enseñanza que los ayudaron con mayor eficacia a aprender.
Síntesis y Conclusión	Sintetizar y evaluar el cambio en las ideas - Evaluar la potencialidad de las nuevas ideas - Generar espacios de toma de conciencia y reflexión crítica respecto del proceso de aprendizaje experimentado a lo largo de toda la instrucción y de lo que implica entonces aprender ciencias - Plantear nuevas preguntas abiertas que motiven a los estudiantes a seguir aprendiendo.

Tabla 2.- Etapas de la secuencia de enseñanza y objetivos didácticos.

La dinámica propuesta para la resolución de las actividades planteadas, implica una primera instancia de trabajo individual de los estudiantes quienes, haciendo uso de sus ideas (iniciales o construidas a lo largo del proceso de aprendizaje escolar) deben realizar y/o evaluar previsiones, elaborar explicaciones, realizar actividades experimentales, realizar búsquedas bibliográficas, elaborar modelos... El objetivo principal de esta instancia es que los estudiantes expliciten y se hagan conscientes de sus propias concepciones. En una segunda instancia se les solicita que compartan sus ideas con sus pares, trabajando en pequeños grupos. La intención de esta segunda fase es propiciar la socialización del conocimiento entre los estudiantes, brindando la oportunidad de compartir ideas, de respetar opiniones, de aprender a negociar, de admitir los propios errores y de "defender" sus ideas argumentando y justificando su parecer. Una vez culminada esta instancia se propone una fase de socialización entre grupos, donde es el docente el encargado de guiar la discusión, ayudando a los estudiantes (según la instancia de enseñanza en que se hallen) a explicitar sus ideas y clarificarlas dejando en evidencia sus características más relevantes; a comprender el saber de la ciencia; a aprender a aplicarlo; a reflexionar críticamente sobre qué y cómo aprendieron.

La propuesta de enseñanza diseñada fue implementada con un grupo de alumnos de Educación Secundaria, de edades comprendidas entre los 13 y 14 años. A fin de evaluar su potencialidad para favorecer el aprendizaje deseado, se estudió el modo de conocer compartido por un grupo de estudiantes antes, durante y después de su implementación. Los resultados obtenidos permitieron concluir que la metodología de enseñanza diseñada influyó significativa y positivamente sobre el saber de los alumnos que, al finalizar la instrucción (y a diferencia de la instancia inicial cuando compartían un saber intuitivo) usaron modelos coherentes con los de la ciencia para explicar la visión directa de un objeto (Bravo, 2008).

Pero en aquel momento no se analizó cómo implementó el docente la propuesta especialmente diseñada en esta investigación, cómo desarrolló en el aula en conocimiento científico, cómo influyó su accionar docente en el cambio de modo de conocer experimentado por los alumnos, cuáles fueron las estrategias didácticas que utilizó con mayor frecuencia y que habrían ayudado a los alumnos a aprender...

El objetivo de este trabajo es detectar, describir y caracterizar las estrategias que pone en práctica con mayor frecuencia el docente encargado de llevar al aula la propuesta de enseñanza. La delimitación de estas estrategias proveerá datos concretos sobre los cuales comenzar a concluir acerca de cómo las diferentes estrategias didácticas influyen sobre el aprendizaje de los alumnos.

### **Metodología**

Este es un estudio de caso donde se analizan cuatro clases de 40 minutos que realiza el docente ante el gran grupo de alumnos y con activa participación de los mismos. Se trabaja en la observación directa y registro en audio y video. Las clases fueron elegidas de manera tal que permitieran observar el accionar docente al interactuar con el gran grupo de alumnos, en cada una de las diferentes etapas de enseñanza antes descritas. Así, las

clases seleccionadas pertenecen a las etapas: iniciación – información, información, aplicación - síntesis y síntesis - conclusión. En todas ellas el docente guía la discusión entre los estudiantes, una vez que éstos resolvieron en forma individual primero y grupal luego, distintas actividades tendientes a (según la instancia de enseñanza en que se hallen) explicitar sus ideas; comprender el saber de la ciencia; aplicar el conocimiento construido; reflexionar críticamente sobre su aprendizaje.

La propuesta didáctica diseñada, se implementó en el Colegio Monseñor César Cánova de la ciudad de Olavarría (Argentina) en el Área de Ciencias Naturales, en cuyo marco deberían desarrollarse de manera interdisciplinaria contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales relativos al campo de estudio de la Física, Química, Biología, Geología y Astronomía. Dicho espacio curricular tiene formalmente asignado una carga horaria semanal de ocho horas y la implementación de la propuesta implicó un tiempo total de aproximadamente 80 hs.

El grupo de alumnos al que fue dirigida la propuesta didáctica, pertenece a 2° Año de Educación Secundaria del Colegio mencionado y estuvo conformado por 32 estudiantes. Las observaciones realizadas antes y durante la implementación de la propuesta diseñada, permite describirlo como un grupo muy participativo y entusiasta. En general (salvo lógicas y esperadas excepciones) los estudiantes trabajaron comprometidamente en el desarrollo de las actividades propuestas por el docente, tanto en las realizadas en clase como las que se indicaban realizar en horario extra clases. Si bien eran bulliciosos, no presentaban inconvenientes para trabajar en pequeños grupos, discutiendo y realizando las distintas tareas indicadas. Los pequeños grupos siempre fueron integrados espontáneamente por ellos mismos, en función de sus afinidades, bajo la única consigna de no estar constituidos por más de cinco integrantes.

Sobre el soporte de video se realizó un registro de observaciones donde se describe lo que ocurre en las clases analizadas (accionar de docentes y alumnos) y, cuando la intervención del docente resulta relevante a efectos del objetivo planteado en esta investigación, se realiza un registro textual de su intervención. Sobre este registro se analizaron cada una de las intervenciones que el docente realizó ante los alumnos buscando conocer si se cumplieron, y en qué medida, los objetivos didácticos propuestos para cada instancia educativa (ver tabla 2) e identificar las estrategias asociadas usadas por el docente durante el desarrollo de las clases.

El docente con el que se trabajó es un profesor de Física y Química (graduado universitario), que desde un primer momento se mostró interesado en participar. Se concretaron instancias de trabajo conjunto antes de la implementación de la propuesta, durante las cuales se discutieron las bases científico – didácticas que subyacen a la propuesta diseñada y se guió al docente a reflexionar críticamente sobre sus propias concepciones. Durante la implementación de la propuesta se realizaron encuentros periódicos en los cuales se discutieron y analizaron no sólo las ideas que iban utilizando los alumnos, sino también el propio accionar docente, dejando en evidencia aquellos aspectos que habrían ayudado positivamente a los estudiantes en el aprendizaje y también los que deberían retomarse, profundizarse y/o rectificarse. A su vez en dichos

encuentros se reflexionó sobre la importancia de su rol como guía del proceso de aprendizaje de los alumnos. Comportamiento que implica no sólo que se ocupe de la enseñanza de las ideas de la ciencia escolar, sino también de despertar el interés y la curiosidad de los alumnos, atendiendo siempre a sus concepciones a fin de ayudarlos a construir otras nuevas, a aprender a aplicarlas en distintos contextos y a ser conscientes de cómo van cambiando y por ende del aprendizaje que van experimentando.

En el anexo se presentan las actividades (realizadas por los alumnos y el docente) pertenecientes a cada una de las clases analizadas (clase 1: etapa de iniciación – información; clase 2: etapa de iniciación – información; clase 3: etapa de aplicación-síntesis; clase 4: etapa de síntesis y conclusión).

## **Resultados**

A continuación se describe el accionar docente al interactuar con el gran grupo de alumno durante las clases analizadas en este trabajo. Para cada instancia estudiada se dejan en evidencia las estrategias que el profesor implementa (las cuales son identificadas con códigos numéricos).

A modo de ejemplo se presentan fragmentos de las clases estudiadas que permiten vislumbrar algunas de las estrategias puestas en juego por el docente

### *Clase 1. Etapa de iniciación - información*

En esta clase el docente interactúa con el gran grupo de alumnos con el fin de analizar qué elementos son necesarios para ver un objeto, qué función cumple cada uno y qué interacciones se establecen entre ellas (lo que en esta instancia inicial implica reconocer que la luz debe iluminar el objeto y los objetos deben reflejar la luz y que al ojo debe incidirle luz para que se ponga en funcionamiento. Para ello el docente presenta modelos alternativos que los alumnos propusieron para explicar la visión al responder, en forma individual, una actividad previa donde se les cuestionaba sobre los elementos que intervienen en el proceso de ver y la función de cada uno de ellos (ver actividad n°1 del anexo). El docente guía la discusión a fin de analizar qué elementos involucran dichos modelos, qué interacciones reconocen, qué tipo de situaciones pueden explicar, cuál es su naturaleza (intuitiva o coherente con la científica; concreta o abstracta)... El mismo análisis se realiza luego sobre modelos pre-científicos que fueron construyéndose a lo largo del tiempo en el seno de la comunicación científica (como los propuestos por Pitágoras, Demócrito, Empédocles y Aristóteles).

Tal como puede observarse en el fragmento de clase que se transcribe a continuación, el docente interactúa con los alumnos principalmente a través del planteo de interrogantes, intentando que los alumnos expongan sus ideas, las justifiquen y las confronten con las de sus pares.

Sobre el primer modelo analizado, de los propuestos por los estudiantes, docente y alumnos hacen un reconocimiento de las variables involucradas. Analizando un diagrama análogo al que aparece en la figura 1, concluyen que dicho modelo sólo involucra a los ojos y el objeto a ver (II.5.a).

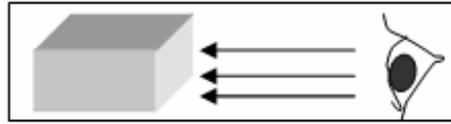


Figura 1.- Modelo propuesto por los alumnos y analizado por el docente en la instancia de iniciación – información.

El docente cuestiona a los estudiantes si con sólo éstos elementos será posible la visión (II.5.d). Los alumnos reconocen de inmediato que no está la fuente de luz, por lo que será imposible el fenómeno de la visión. El profesor aprueba esta observación y repite ante el gran grupo la idea concensuada: “si no hay luz no se puede ver”. Luego el docente cuestiona a los alumnos sobre el significado de las flechas representadas en el dibujo (II.5.g).

Algunos alumnos responden que esas flechas significan: “el hecho de que el ojo mira al objeto”. El docente entonces re-pregunta “¿sale algo del ojo al ver?” (II.5.g), uno de los estudiantes responde que lo que sale es “luz” y otro propone que “las flechas representan el lugar hacia donde se está fijando la vista”. El docente entonces hace alusión a los rayos que salen de los ojos en los dibujos animados y en programas de televisión, y pregunta a los alumnos si será eso lo que ocurre cuando vemos (II.4). Los alumnos parecen descartar esta idea coincidiendo que de sus ojos no salen rayos.

Una vez analizado los distintos modelos el docente hace explícito el objetivo que tuvo la clase, puntualmente el reconocimiento y análisis crítico de las distintas maneras de explicar el fenómeno (muchas de ellas surgidas en el aula). Remarca así la importancia de ser consciente de qué conoce y cómo explica cada uno el fenómeno en cuestión, de cuáles son las limitaciones de esos modos de conocer y, relacionado con ello, la importancia y necesidad de seguir profundizando y estudiando la temática planteada. Hacia el final de la clase, y tal como se puede observar en el siguiente fragmento, vuelve a plantear interrogantes, esta vez con el fin de motivar a los alumnos a seguir aprendiendo.

El docente les plantea a los estudiantes nuevas preguntas abiertas como: ¿cómo funciona nuestro ojo? ¿necesita de luz para poder ver?... ¿qué luz: la luz proveniente del objeto o de la fuente?...

Deja así abierto un nuevo interrogante que los alumnos analizarán al realizar una próxima actividad.

Las estrategias que el docente puso en juego con mayor frecuencia durante la clase analizada se listan a modo de resumen, a continuación. Entre paréntesis se indica el código alfanumérico que se usó al presentar los extractos de clases y para ejemplificar y evidenciar las distintas estrategias.

- 1) Indaga ideas de los alumnos (I).
  - a) Solicita ejemplos cotidianos sobre el tema planteado (I.1).
  - b) Aborda el tema con preguntas de índole cotidiano (I.2).
  - c) Solicita explicaciones sobre dichos o hechos conocidos (I.3).
- 2) Clarifica y describe ideas de los alumnos (II).

- a) Realiza preguntas sobre las respuestas dadas por los estudiantes a fin de que sean aclaradas, fundamentadas y/o ampliadas (II.1)
  - b) Comunica ante el gran grupo la respuesta dada por algún alumno, a fin de ponerla a discusión (II.2).
  - c) Aclara – explica ante el gran grupo la respuesta dada por algún alumno (II.3).
  - d) Compara ideas propuestas por los alumnos (II.4).
  - e) Presenta modelos alternativos y evalúa características (naturaleza, rango de validez, poder explicativo; variables e interacciones involucradas) (II.5).
  - f) Guía el reconocimiento de elementos involucrados (II.5.a).
  - g) Guía el reconocimiento de la función de dichos elementos (II.5.b).
  - h) Guía el reconocimiento de interacción entre dichos elementos (II.5.c).
  - i) Guía la interpretación del esquema representativo utilizado (II.5.d).
  - j) Compara el poder explicativo de los modelos (II.5.e).
  - k) Caracteriza y compara los modelos en función de su naturaleza (abstracta – concreta y cotidiana) (II.5.f).
  - l) Realiza preguntas orientadoras para interpretar modelos (II.e.g).
  - ll) Presenta problemas cotidianos para ser explicado con los distintos modelos (II.5.h).
- 3) Sintetiza ideas (III).
- a) Aclara conceptos previamente analizados (III.a).
  - b) Acuerda con los alumnos las variables de las que depende el fenómeno (III.2).
  - c) Explica la naturaleza de la construcción del saber de la ciencia (III.3).
  - d) Explica el objetivo e importancia de la estrategia de enseñanza (III.4).

### *Clase 2. Etapa de información*

Esta clase se realiza una vez que los alumnos investigaron bibliográficamente el funcionamiento del ojo humano y realizaron modelos tridimensionales donde representaron cada uno de los elementos que constituyen dicho órgano (ver actividad nº2 del anexo). El objetivo principal de la clase es llegar a un consenso sobre la ubicación y funciones que tienen la pupila, córnea, cristalino y retina y sobre la importancia de que la luz ingrese al sistema visual para que se produzca la visión. Sobre un diagrama del ojo humano que el docente confecciona en la pizarra, realiza preguntas a los estudiantes a fin de llegar al mencionado consenso. Dado que el objetivo central de esta etapa es compartir el saber de la ciencia, en caso de que las respuestas dadas por los alumnos resulten incompletas, el docente propone explícitamente cuáles son las características y funciones de la variable en estudio y/o interacciones y procesos que ocurren entre ellas. En el siguiente extracto de la clase puede apreciarse cómo el docente

cuestiona a los alumnos y orienta la discusión a fin de llegar al consenso deseado

El docente pregunta a los alumnos dónde se ubica la retina y ante la respuesta de los alumnos indica su posición en el diagrama (I.2 y II.2). Al mismo tiempo les explica que "es como una pantalla" (II.2) y repite lo que los alumnos dicen "donde se estaría enfocando la luz" Luego pregunta a los alumnos por la composición de la retina (II.1b) y los estudiantes comentan que allí hay "bastones y conos". Entonces el docente les pregunta "¿qué son los bastones?" (II.1.a.). Los estudiantes dan como respuesta que son "células fotosensibles" y entonces el docente re-pregunta "¿qué son las células fotosensibles?" (II.1.a). Al no dar los alumnos respuestas, el docente les explica que "tienen sustancias químicas que cuando le llega luz, esas sustancias se transforman en otras"(II.2)[...].

Una vez estudiados todos los elementos que componen el ojo humano, el docente retoma las ideas manifestadas en la clase y realiza una síntesis de lo analizado. Tal como puede observarse en el siguiente fragmento el docente interacciona con los estudiantes principalmente a partir de preguntas, re-preguntas, aclaraciones... estimulando así a los alumnos a que participen activamente de la clase, se planteen permanentemente sus dificultades y dudas, elaboren explicaciones haciendo uso de las ideas construidas.

El docente plantea a los alumnos que durante el proceso de la visión, entra luz a través de la pupila (II.1.d) y en base a ello les pregunta ¿por qué es importante que deje pasar la luz?" "¿qué ocurriría si la luz no llega a la retina?" (II.1.a y II.4). Surge como respuesta por parte de los estudiantes que "no se activaría el ojo". Entonces el profesor re- pregunta "¿por qué no se activaría el ojo?" (II.1d) y los alumnos responden: "porque necesita luz para que se produzca la transformación química". El docente repite esta respuesta y a la vez agrega a modo de síntesis, que si no llega luz a la retina, no se producen las transformaciones químicas, que permiten traducir luz en pulsos eléctricos para que el cerebro pueda identificar lo que vemos (II.2, III.2).

Las estrategias que el docente puso en juego con mayor frecuencia durante las clases de información analizada son las siguientes.

- 1) Presenta la clase y situación problemática o fenómeno a analizar (I)
  - a) Hace explícito el objetivo de la actividad a realizarse (I.1).
  - b) Representa con un esquema la/s variable/s comprometidas con el fenómeno en estudio y/o la situación problemática a analizar (I.2).
- 2) Incentiva la participación activa de los alumnos en la explicitación de sus ideas y elaboración de explicaciones (II).

Pregunta para orientar a los alumnos en el reconocimiento de (II.1):

  - a) Las características, componentes y funciones, de los elementos que constituyen al fenómeno en estudio (II.1.a).
  - b) Los elementos que intervienen en la situación analizada(II.1.b).
  - c) Las interacciones que se establecen entre dichos elementos(II.1.c).

d) Los procesos que se llevan a cabo como resultado de las interacciones entre los elementos involucrados(II.1.d).

e) Elaboren una explicación sobre el fenómeno estudiado. (II.1.e)

f) En caso de que las explicaciones de los alumnos resulten incompletas, es él quien propone explícitamente cuáles son las características, funciones, componentes, de la variable en estudio, interacciones y procesos que ocurren entre ellas (II.1.f).

g) Representa respuestas de los alumnos en la pizarra a fin de clarificar las explicaciones elaboradas por ellos (II.1.g).

h) Propone el análisis de situaciones cotidianas, elementos tecnológicos conocidos y/o realiza actividades experimentales sencillas a fin de propiciar una mejor comprensión de los elementos, funciones e interacciones que se están estudiando (II.1.h).

i) Elabora explicaciones alternativas (de naturaleza intuitiva o cotidiana) sobre el fenómeno en estudio para que los alumnos las evalúen críticamente y modifiquen en función de lo propuesto por la ciencia (II.5).

j) Propone a los alumnos rever las explicaciones que elaboraron en relación al fenómeno estudiado antes de la instrucción y evaluarlas críticamente a la luz de lo aprendido hasta el momento, a la vez que reflexionen sobre qué han aprendido (II.6).

k) Enseña cómo se deberían elaborar explicaciones coherentes con las de la ciencia, lo que implica atender a múltiples variables conformando un complejo sistema de interacciones. A su vez, hace explícitas las diferencias con las explicaciones que se suelen dar cotidianamente cuyo fin suele ser describir más que explicar el fenómeno analizado (II.7).

l) Usa el modelo de la ciencia para ir explicando las distintas situaciones problemáticas (II.8).

3) Clarifica ideas a partir de lo analizado (III).

a) Sintetiza - informa, las funciones y características de los elementos estudiados en la clase (III.1).

b) Sintetiza – informa, las interacciones que se producen entre distintos elementos (III.2).

c) Presenta de forma integrada el modelo propuesto por la ciencia (III.3).

### *Clase 3. Etapa de aplicación - síntesis*

Con el objetivo de enseñar a utilizar las ideas construidas para elaborar explicaciones y realizar una síntesis del modelo de visión analizado hasta el momento, el docente solicita a los alumnos que socialicen con el resto del grupo las respuestas dadas a una actividad realizada con anterioridad de forma (ver actividad n°3 del anexo).

En el siguiente fragmento de la clase se puede observar cómo el docente incentiva a los alumnos para que participen activamente en la explicación de las problemáticas planteadas, representen a partir de esquemas la situación analizada, elaboren respuestas a preguntas realizadas y emitan

opiniones. Puede observarse también que es a partir de las propias respuestas de los alumnos que el docente sintetiza el modelo de la ciencia.

Ante el pedido del docente, un alumno dibuja en la pizarra la fuente de luz, la hoja, delante de ésta el cartón y luego el ojo e indica las correspondientes interacciones entre la fuente de luz y la hoja, la hoja y el cartón. Con dicho esquema, análogo al representado en la figura 2, el alumno intenta explicar por qué no se ve detrás de cuerpos opacos.

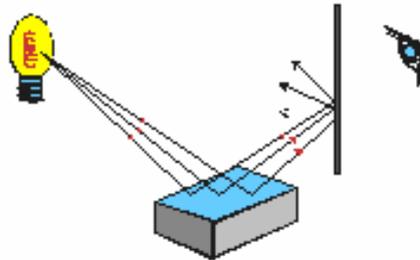


Figura 2.- Modelo propuesto por un alumno para explicar por qué no se ve detrás de cuerpos opacos.

Con el objetivo de que el alumno explique lo que representó, el docente le pide que explicité qué procesos están ocurriendo y por qué no se logra la visión de la hoja en estas condiciones (II.1.d). El estudiante entonces da su explicación: "no se puede ver porque la fuente de luz se refleja en la hoja y cuando quiere reflejar al ojo está el cartón que es un cuerpo opaco, no deja pasar la luz sino que la absorbe. Cuando el alumno finaliza con su explicación, el profesor realiza una interpretación de la misma: entonces al ojo no le estaría llegando esa luz reflejada y de esa manera no podés ver. Luego pregunta al gran grupo si están de acuerdo con la explicación de su compañero o si tienen algo que modificar o agregar, los alumnos muestran acuerdo con la explicación dada. A fin de culminar con este análisis el profesor utiliza el modelo de la ciencia escolar para volver a explicar la situación analizada: la fuente de luz ilumina al objeto, el objeto absorbe parte y la otra la refleja, la parte que se refleja es absorbida y a la vez reflejada por un cuerpo que está entre medio del objeto que se quiere ver y el ojo. Para poder ver algo la luz reflejada por el objeto nos tiene que llegar al ojo, en este caso no estaría llegando y entonces no vemos (III.1, III.3, IV.1).

Las estrategias que el docente va poniendo en práctica para llevar adelante este clase de información son las siguientes:

1) Presenta la clase y situación problemática o fenómeno (I).

a) Hace explícito el objetivo de la actividad a realizarse en forma conjunta (I.1).

b) Solicita a los alumnos que pasen al pizarrón a representar con un esquema las respuestas que elaboraron en una instancia previa, trabajando individualmente o en pequeños grupos (I.2).

2) Indaga las ideas de los alumnos - Incentiva su participación activa en la explicación de problemáticas, representación a partir de esquemas de la

situación analizada, elaboración de respuestas a preguntas realizadas, emisión de opiniones (II).

- a) Pregunta para orientar a los alumnos en el reconocimiento de (II.1):
- b) Las variables que constituyen al fenómeno en estudio (II.1.a).
- c) Las características de la/s variable/s que está/n siendo analizada/s y de su función en el contexto del fenómenos estudiado (II.1.b).
- d) Las interacciones que se producen entre distintas variables (II.1.c).
- e) Los procesos que se llevan a cabo como resultado de las interacciones entre las variables (II.1.d).

3) En caso de que las explicaciones de los alumnos resulten incompletas, es él quien recuerda explícitamente cuáles son las variables que intervienen en el fenómeno y/o las interacciones que se producen entre ellas (II.2).

4) Propone el análisis de distintas situaciones cotidianas vinculadas con el fenómeno (II.3).

a) Guía a los alumnos en el uso del modelo de la ciencia para explicar las distintas situaciones cotidianas propuestas (II.3.a).

b) Guía a los alumnos para reconocer qué variables e interacciones están involucradas y permiten explicar las situaciones propuestas (II.3.b).

5) Clarifica ideas a partir de las respuestas dadas por los alumnos (III).

a) Explica las situaciones (relacionadas al fenómeno en estudio) que se plantean en las actividades realizadas por los alumnos con anterioridad, mencionando cuáles de las variables del fenómeno en estudio están presentes y entre qué variables hay interacciones (III.1).

b) Plantea nuevas situaciones cotidianas que permiten concluir sobre las características de cada variable estudiada (III.2).

c) Informa sobre la función y características de la/s variable/s involucrada/s en el fenómeno en estudio (III.3).

IV.- Sintetiza el modelo de la ciencia usado y el tipo de explicaciones elaboradas al usarlo para interpretar diversas situaciones (IV).

IV.1- Realiza una síntesis del modelo usado (IV.1).

IV.2- Hace explícito a los alumnos cuáles son las características de una explicación coherente con la de la ciencia (lo que implica atender a múltiples variables conformando un complejo sistema de interacciones) y la diferencia con las explicaciones que se suelen dar cotidianamente (cuyo fin suele ser describir más que explicar el fenómeno analizado) (IV.2).

#### *Clase 4. Etapa de síntesis y conclusión*

Durante esta clase el docente les presenta a los alumnos los distintos modelos explicativos que ellos manifestaron a lo largo del proceso de enseñanza, con el fin de ayudarlos a ser concientes de la evolución de su propio modo de conocer. Así el docente guía el análisis acerca de qué variables están involucradas en los distintos modelos, entre cuáles se reconocen interacciones y cuál es el resultado de dichas interacciones. En base a ello analiza la potencialidad de las distintas ideas para elaborar

explicaciones. En el siguiente fragmento de la clase se puede observar cómo el docente interacciona con los alumnos al analizar uno de los modelos propuestos por los alumnos a lo largo de la instrucción (el tercero de cinco).

El docente realiza en la pizarra uno de los modelos propuestos por los alumnos a lo largo de la instrucción (el tercero de cuatro), el cual resulta análogo al representado en la siguiente figura 3:

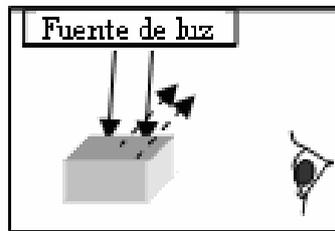


Figura 3.- Modelo propuesto por los alumnos y analizado por el docente en la instancia de síntesis y conclusión.

Una vez realizado el esquema el docente explica que en este modelo se considera que para ver, la luz debe iluminar el objeto y este reflejar parte de dicha luz (I.3). Les pregunta entonces a los alumnos si dicho modelo resulta útil para explicar cómo vemos el objeto (I.5.1) Los alumnos responden que no y el profesor agrega que no porque no se indica ninguna interacción que involucre al ojo. Les pregunta cómo debe modificar este modelo para poder explicar la visión a partir de él (I.5.1). No surgen respuestas por parte de los alumnos y entonces propone que se debe indicar que parte de la luz reflejada por el objeto debe llegar al ojo. [...] Luego pregunta a los estudiantes qué fenómeno permite explicar este modelo (I.5.4), y los alumnos responden: "que los objetos reflejan la luz". El profesor repite la respuesta y a la vez agrega que este modelo no permite explicar por qué vemos un objeto o por qué no se ve a través de los cuerpos opacos y sí a través de cuerpos transparentes porque no se tiene en cuenta que la luz del objeto tiene que llegar a los ojos (I.4).

Concluido el análisis de los distintos modelos el docente reflexiona junto a los alumnos sobre el hecho de que conforme fueron aprendiendo la mayoría pasó de explicar la visión en términos de los primeros modelos analizados a explicarlo en función del modelo propuesto por la ciencia, lo que significa que han aprendido y que el aprendizaje ha sido muy bueno (II.1y II.2). El objetivo de esta discusión fue que los alumnos sean conscientes y reflexionen críticamente acerca del proceso de aprendizaje experimentado, de lo que implica aprender ciencias y de cuáles son las estrategias que les resultaron más útiles para aprender (y que podrían usar para seguir aprendiendo). En esta oportunidad es la exposición la principal estrategia implementada por el docente.

Las estrategias didácticas que el docente implementa con mayor frecuencia en la clase de conclusión – evaluación fueron las siguientes:

1) Guía a los alumnos en la identificación, clarificación y evaluación de las distintas ideas compartidas a lo largo del proceso de enseñanza y aprendizaje (I).

- a) Da a conocer las explicaciones dadas por los estudiantes (I.1).
  - b) Representa con esquemas en la pizarra los modelos propuestos por los alumnos (I.2).
  - c) Explica lo que se representa en cada uno de los modelos propuestos por los alumnos (I.3).
- 2) Analiza la validez de los modelos propuestos por los alumnos a lo largo de la instrucción, para elaborar explicaciones (I.4).
- a) Realiza comparaciones entre los distintos modelos analizando cuales de las variables que constituyen al fenómeno en estudio están presentes, entre que variables hay interacciones y cuál es el resultado de dichas interacciones (I.4.1).
  - b) Realiza preguntas para que los alumnos indiquen y justifiquen con qué aspectos de los modelos que fueron proponiendo no están de acuerdo en la etapa final (I.4.2).
  - c) Caracteriza a los modelos propuestos por los alumnos, en función de su naturaleza (intuitivo – coherente con el de las ciencias; concreto – abstracto; descriptivo - explicativo) (I.4.3).
- 3) Ayuda a los alumnos a clarificar las ideas propuestas por ellos a lo largo del proceso de enseñanza (I.5):
- a) Realiza preguntas para analizar, en los distintos modelos presentados por los alumnos, la función de las variables involucradas en el fenómeno analizado y las interacciones que entre ellas se producen (I.5.1)
  - b) Explicita que variables son consideradas en los modelos propuestos por los alumnos y entre cuales se reconocen interacciones (I.5.2).
  - c) Realiza preguntas para poner en evidencia que en algunos de los modelos propuestos por los alumnos no se reconocen las interacciones que propone el modelo de la ciencia (I.5.3).
  - d) Realiza preguntas para analizar el poder explicativo de los distintos modelos propuestos por los alumnos (I.5.4).
- 4) Analiza el aprendizaje experimentado (II)
- a) Hace explícito a los alumnos el cambio producido en la manera en que se fue explicando el proceso de visión conforme avanzó la enseñanza (II.1).
  - b) Hace reflexionar sobre las características del proceso de aprendizaje experimentado (II.2).
- 5) Plantea situaciones cotidianas a fin de sintetizar y aplicar el modelo de la ciencia escolar y “evaluar” su potencialidad para elaborar explicaciones (III).
- a) Representa gráficamente el modelo de la ciencia escolar que se intentó construir con la instrucción (indicando variables e interacciones) (III.1).
  - b) Hace explícito diversas situaciones que dicho modelo permite explicar (situaciones que fueron estudiándose durante la enseñanza) (III.2).
  - c) Propone el análisis de diversas situaciones cotidianas donde se puede aplicar el modelo de la ciencia escolar para explicarlas (III.3).

d) Solicita a los alumnos que expliquen las distintas situaciones cotidianas planteadas (III.4).

e) Imita experimentalmente las situaciones a analizar a fin de ayudar a los alumnos a elaborar sus explicaciones (III.5).

III.6.- Realiza preguntas orientadoras para analizar las interacciones que se establecen entre las variables involucradas en las situaciones analizadas (III.6).

### **Estrategias generales**

Al analizar las distintas clases se pudieron detectar una serie de estrategias que el docente puso en juego independientemente de la instancia didáctica en la que se encontraba participando. Dichas estrategias, de índole más general, fueron las siguientes:

1) Interacciona con los alumnos a través de preguntas (G1):

Pregunta para (G.1.1):

a) que los alumnos amplíen sus respuestas (G.1.1.1).

b) que los alumnos justifiquen sus respuestas.(G.1.1.2.).

c) que los alumnos comenten lo que observaron en una experiencia realizada (G.1.1.3.).

d) que los alumnos justifiquen lo que representa en un esquema (G.1.1.4.).

e) que los alumnos manifiesten conformidad o disconformidad con las explicaciones y representaciones realizadas (por él o por sus pares). (G.1.1.5.)

2) Ante las respuestas o preguntas elaboradas por los alumnos (G2):

a) No siempre da una respuesta directa ante la pregunta de un alumno, sino que le realiza preguntas a éste para orientarlo a la respuesta que quiere llegar (G.2.1.).

b) Comunica la respuesta que dan varios alumnos individualmente al resto del grupo, cuando todos dan sus respuestas al mismo tiempo (G.2.2)

c) Considera las respuestas de los alumnos repitiéndolas y sobre las mismas agrega información, realiza alguna aclaración y/o las pone en consideración del gran grupo (G.2.3.).

d) Interviene al dar los alumnos diversas respuestas sobre una situación analizada, a fin de llegar a un acuerdo (G.2.4.).

3) Respecto de la elaboración de explicaciones (G.3.).

a) Explica un concepto mencionado por él o por los alumnos (G.3.1.).

b) Explica los esquemas representados en la pizarra (G.3.2.).

c) De ser necesario aclara las explicaciones dadas por los alumnos al intervenir en la clase (G.3.3.).

d) Interviene sobre la explicación de un alumno realizando una aclaración (G.3.4.).

4) Ante la resolución de actividades (G.4.).

a) Hace explícito el objetivo de la actividad que se la está realizando (G.4.1.).

b) Guía a los alumnos respecto a cómo deben de realizar una actividad experimental (G.4.2.)

c) Guía a los alumnos en la interpretación de las actividades que deben ir realizando durante la clase y en el procedimiento a emplear para resolverlas. (G.4.3.)

### **Análisis de resultados y conclusiones**

A la luz de los resultados a los que se arribó, se puede concluir que el docente intentó en todo momento cumplir con el objetivo didáctico propuesto para las distintas etapas educativas (detallados en la tabla 2). Así, en los distintos momentos de enseñanza, se comportó como un guía, intentando ayudar a los alumnos a explicitar sus ideas y a clarificarlas dejando en evidencia sus características más relevantes; a comprender el saber de la ciencia; a aprender a aplicarlo; a reflexionar críticamente sobre qué y cómo aprendieron y la importancia de haber aprendido.

Respecto de las estrategias implementadas pudimos observar que en las distintas instancias el docente interactuó con los estudiantes principalmente a partir de diversas preguntas. Algunas de ellas fueron abiertas y se utilizaron principalmente para iniciar el tema y animar a los alumnos a explicitar y/o aplicar sus ideas para explicar cuestiones cotidianas. Otras preguntas fueron construidas en base a las propias respuestas de los estudiantes, y fueron planteadas con el fin de ayudarlos a aclarar sus concepciones, a ampliarlas, reformularlas, justificarlas. Preguntas de índole más orientativa fueron realizadas al presentar y analizar distintos modelos explicativos (intuitivos, pre-científicos, de la ciencia escolar) a fin de ayudar a los estudiantes a centrar la atención en el análisis del número y tipo de variables y procesos que eran atendido en los distintos casos analizados, como así también la naturaleza de los modelos estudiados. De las respuestas dadas por los alumnos en los distintos momentos de la discusión, la mayoría de las veces el docente no confirmó ni desechó ninguna, sino que las expuso ante el gran grupo incitando a los estudiantes a analizar críticamente la validez de las mismas, la capacidad para explicar los fenómenos analizados o predecir el resultado de las experiencias realizadas, e incitando a quien las propuso a defenderlas, ampliarlas, justificarlas o desecharlas. En otras ocasiones consideró las respuestas dadas por los alumnos repitiéndolas y agregando información, realizó alguna aclaración y/o las puso en consideración del gran grupo. Si bien solió insistir con una misma pregunta cuando quería lograr una respuesta específica por parte de los alumnos, si ellos no elaboraban una fue él quien la daba, poniéndola por lo general a consideración del grupo (solicitando acuerdos o desacuerdos). Ante las preguntas de los alumnos, por lo general no dio una respuesta directa e inmediata sino que realizó preguntas nuevas para orientarlos en la elaboración de una respuesta. Por lo general representó sus explicaciones con diagramas que confeccionó en la pizarra, y de igual modo les solicitó a los estudiantes que representasen sus respuestas.

La dinámica descrita resultó motivadora para los estudiantes a punto tal que se mostraron en todo momento muy participativos, haciendo explícitas sus ideas, discutiendo entre ellos y con el docente, realizando preguntas, elaborando explicaciones, pasando a la pizarra y representando mediante esquemas sus respuestas. Por ello se puede concluir que el docente hizo posible que los alumnos fuesen en todo momento los principales protagonistas de la clase al participar activamente en el proceso de explicitación y clarificación de sus concepciones.

Como reflexión final vale compartir algunas de las opiniones emitidas por los alumnos cuando, al finalizar el proceso de enseñanza, se les preguntó sobre los aspectos que más los ayudaron a aprender. Al respecto, los estudiantes destacaron la importancia de que el docente representara sus respuestas, y las de la ciencia, en un dibujo y que explicara reiteradamente los modelos propuestos por ella y atendiendo a todas las preguntas que le iban planteando. Así también, destacan la importancia de haber trabajado en grupo, discutiendo y enfrentando sus respuestas, tal como el docente los incitaba a trabajar, como así también haber expuesto sus ideas oralmente ante el gran grupo, porque eso les permitía clarificar sus concepciones. Otra instancia que rescatan es la de síntesis y conclusión, cuando el docente los hace reflexionar sobre las ideas iniciales y finales, y con ello, sobre su aprendizaje. Todo lo señalado, según expresan los alumnos, los habría ayudado a aprender:

“La manera que más me ayudó a aprender fue la explicación de la profesora con dibujos en el pizarrón, ya que no solo escuchaba lo que decía sino que también podía interpretarlo a través de un dibujo” (A16).

“Los temas se desarrollaron de manera muy completa. Me ayuda cuando la profesora explica las cosas muchas veces y hace los dibujos en el pizarrón porque creo que así lo comprendemos todos” (A21).

“Lo que me ayudó mas a comprender fueron las actividades orales y los dibujos con que complementamos las respuestas” (A11).

“Lo que mas me ayudó fue trabajar oralmente y en grupo porque todos podíamos discutir nuestras ideas y conclusiones” (A8).

“Me ayudó mucho poder comparar las respuestas que daba antes con las que doy ahora.” (A15).

### **Referencias bibliográficas**

Bravo, B. (2008). La enseñanza y aprendizaje de la visión y el color en educación secundaria obligatoria. *Tesis Doctoral no publicada*. Departamento de Psicología Básica, Universidad Autónoma de Madrid.

Bravo, S.; Pesa, M. y E. Colombo (2001). Formación y actualización de maestros: una experiencia referida a la conceptualización de los fenómenos de la visión del color. *Revista de Enseñanza de la Física*, 14, 1, 5-17.

Chi, M.T.H. (2002). Conceptual Change within and across Ontological Categories: Examples from Learning and Discovery in Science En: M. Limón y L. Mason (Ed.) *Reconsidering Conceptual Change: Issues in Theory and Practice* (pp 3-29). Londres: Kluwer.

Galili I. y A. Hazan (2000). Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education*, 22, 1, 57-88.

Pozo J.I. y M. Gómez Crespo (1998). *Aprender y enseñar ciencias. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.

Salinas de Sandoval, J. y J. Sandoval (1996). Explicación de colores resultantes: modos de razonar subyacentes. *Revista Enseñanza de Física*, 10, 2, 32-34.

Viennot, L. (2002). *Razonar en física. La contribución del sentido común*. Madrid: A. Machado.

## **Anexo**

### **Clase 1. Etapa de iniciación - información**

#### **Objetivo y dinámica de la clase**

Uno de los objetivos de la actividad perteneciente a las instancias de iniciación - información, fue que los alumnos clarifiquen sus ideas acerca de qué elementos intervienen en el proceso de visión y qué función cumplen en dicho contexto. El otro de los objetivos fue identificar explícitamente las variables de las que depende el fenómeno de la visión y comenzar a estudiar las interacciones que se establecen entre ellas, lo que implica en principio reconocer que “la luz debe iluminar el objeto” y “los objetos deben reflejar la luz” y que “al ojo debe incidirle luz para que se ponga en funcionamiento”. Para ello el docente recupera las ideas que los alumnos elaboraron en una actividad previa (la actividad n°1 que se describe a continuación) donde se les cuestionaba sobre los elementos que intervienen en el proceso de ver y la función de cada uno de ellos. Posteriormente presenta distintos modelos pre-científicos que fueron construyéndose en el seno de la comunidad científica a lo largo de la historia, y guía el análisis de la potencialidad de cada uno para explicar el fenómeno de la visión de un objeto (evaluando número y tipo de elementos considerados e interacciones reconocidas).

#### **Actividad previamente realizada por los alumnos**

Actividad n°1: Tus ideas, mis ideas, nuestras ideas... acerca del proceso de ver

- 1) ¿Qué debe suceder para que tú veas los objetos que te rodean?
- 2) ¿Qué harías para dejar de ver esta hoja? Propone al menos tres alternativas.
- 3) ¿Qué función cumplen, en el acto de “ver”, cada uno de los elementos que creen que intervienen en el proceso de visión?
- 4) Elijan un objeto cualquiera y representen mediante un dibujo, cómo actúa cada uno de los elementos mencionados (en el inciso anterior) cuando ustedes ven al objeto elegido.
- 5) Confronta tus respuestas con la de tus compañeros y vuelvan a contestar la problemática haciendo uso de las ideas compartidas por el grupo.

### **Clase 2. Etapa de información**

#### **Objetivo y dinámica de la clase**

La clase de información analizada tuvo como objetivo analizar otra de las interacciones involucradas en el proceso de ver, la interacción luz – sistema visual, abordándose la idea de que la luz es el estímulo externo que “ponen en funcionamiento” el sistema visual. Esta clase se realiza luego de que los estudiantes presentaron ante pares y docentes modelos tridimensionales del ojo humano que habían diseñado y construido con el fin de identificar los elementos que constituyen el ojo y estudiar las funciones de cada uno (ver actividad n°2 que se describe a continuación). El docente retoma entonces ante el gran grupo las ideas que ellos manifiestan al respecto. En esta oportunidad analiza también el hecho de la complejidad de los procesos que ocurren en el sistema visual, relativos a los procesos físicos y las transformaciones químicas que se llevan a cabo gracias al estímulo luminoso. A fin de facilitar la comprensión de tan abstractos y complejos procesos, se compara el funcionamiento del sistema visual con un dispositivo tecnológico conocido por los estudiantes como lo es la máquina fotográfica.

#### **Actividad previamente realizada por los alumnos**

Actividad n°2: Nuestro sistema visual

Cuando en un día soleado, luego de permanecer al “aire libre” por un tiempo, entramos a una habitación nos cuesta “ver con claridad” los objetos que hay dentro: ¿por qué?

1) De las siguientes opciones elige la que creas más adecuada para explicar la situación enunciada. Si no estás de acuerdo con ninguna de ellas elabora tu propia explicación.

a) Dado que la intensidad de la luz es diferente si proviene de un foco o del sol, los objetos que se encuentran dentro de la habitación reflejan menos luz que los que están al "aire libre" y por ello no los vemos (dentro de la habitación) con tanta claridad.

b) Por permanecer tanto tiempo al aire libre, estamos encandilados y entonces al entrar a la habitación cuesta mucho distinguir los objetos (hay que esperar que las pupilas se dilaten para poder verlos).

c) Sucede que la luz que ilumina las cosas que hay en la habitación es menos intensa que la luz del sol que ilumina los objetos que hay afuera. Por ello no vemos con tanta "claridad" lo que hay dentro de la habitación, cuando entramos a ella.

d) Al estar en contacto con la luz solar, las pupilas se contrajeron y esto hace que la luz (proveniente de los objetos) que puede ingresar al ojo no sea lo suficiente para estimular el sistema visual y así verlos con claridad.

2) Elige una de las respuestas con las que NO estés de acuerdo y explica por qué no lo estás.

3) Comparte tus ideas con la de tus compañeros y elaboren una respuesta en conjunto. Si no llegan a un consenso describan las discrepancias.

4) Qué respuesta darían a la siguiente pregunta: "¿Qué debe suceder para que el sistema visual se ponga en funcionamiento?"

5) Realicen una búsqueda bibliográfica que les permita construir un modelo tridimensional de nuestro ojo, el cual ayude a reconocer las partes constitutivas y a interpretar como "funciona".

### Clase 3. Etapa de aplicación - síntesis

#### Objetivo y dinámica de la clase

La clase analizada de las etapas de aplicación - síntesis tuvo como objetivo central que los alumnos utilicen las ideas construidas hasta el momento, para elaborar explicaciones. El docente les solicita que socialicen con el resto del grupo las respuestas dadas a una actividad realizada con anterioridad la cual implicó, justamente, explicar distintas situaciones cotidianas (ver actividad n°3 que se describe a continuación). Hacia el final de la clase, y en base a las respuestas y explicaciones dadas por los alumnos, el docente realizó una síntesis del modelo de la ciencia estudiado.

#### Actividad previamente realizada por los alumnos

Actividad n°3: El proceso de ver...

1) Utilizando tu idea acerca de cómo vemos, explica por qué si cubrís esta hoja con un cartón dejas de verla mientras que si utilizas un folio seguís viéndola.

2) Utiliza tu idea acerca de cómo vemos para contestar a las siguientes cuestiones, relacionadas con la situación que aparece en el dibujo. Representa tus respuestas mediante un esquema. Puedes imitar la situación, como ayuda a la hora de elaborar tus explicaciones.



a) ¿Dónde ubicarías una fuente de luz para que el abuelo lea claramente lo que sus nietos le escribieron? ¿Por qué?

b) Con la fuente de luz donde la ubicaste: ¿alguno de los chicos verían también lo escrito? ¿Cuál? ¿Por qué?

c) Con la fuente de luz donde la ubicaste: ¿vería lo escrito el niño más pequeño (n° 3)? ¿Por qué?

d) ¿Qué vería el abuelo si la hoja fuera de nylon? ¿Por qué?

e) El niño que tiene auriculares (n° 4) dice no ver la hoja: ¿cuáles crees que pueden ser las razones para que esto suceda? Da al menos dos razones distintas que te permita justificar el hecho de que este niño no perciba la hoja.

#### **Clase 4. Etapa de síntesis - conclusión**

##### **Objetivo y dinámica de la clase**

Durante la clase de conclusión - síntesis, el docente les presenta a los alumnos las distintas ideas que ellos manifestaron durante todo el proceso de enseñanza, con el fin de ayudarlos a ser concientes de la evolución de su propio modo de conocer. Se reflexionó sobre el bajo poder explicativo y predictivo de las concepciones iniciales (marcándose la imposibilidad de aplicarlos para explicar determinados fenómenos) y la potencialidad del nuevo modelo para explicar múltiples situaciones problemáticas. El objetivo de esta tarea fue que los alumnos sean concientes y reflexionen críticamente acerca del proceso de aprendizaje experimentado, de lo que implica aprender ciencias y de cuáles son las estrategias que les resultaron más útiles para aprender (y que podrían usar para seguir aprendiendo).