

## **Análisis de estrategias didácticas implementadas a fin de favorecer el aprendizaje de fenómenos ópticos**

### ***Analysis of teaching strategies implemented to encourage the learning of optical phenomena***

**Ana Mabel Juárez**

*Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.*

**Bettina Bravo**

*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.*

#### **Resumen**

El propósito de este artículo es identificar y analizar las estrategias de enseñanza que implementa con mayor frecuencia un docente encargado de llevar al aula una propuesta especialmente diseñada para favorecer el aprendizaje de fenómenos ópticos. Los resultados de esta investigación cualitativa, descriptiva y exploratoria, muestran que en las etapas de desarrollo y aplicación, el docente se desempeñó como verdadero guía y facilitador del aprendizaje de sus alumnos, no así en otras instancias de la secuencia didáctica. Este hecho habría influenciado en el tipo de aprendizaje experimentado por los alumnos.

**Palabras clave:** Estrategias didácticas | aprendizaje | enseñanza.

#### **Abstract**

*The purpose of this article is to identify and analyze teaching strategies that a teacher frequently develops when he is in charge of taking to the classroom a proposal specifically designed to encourage the learning of optical phenomena. The results of this qualitative, descriptive and exploratory research show that in the stages of development and implementation, the teacher acted as a real guide and facilitator of student learning, but not in other instances of the teaching sequence. This fact would have influenced the type of learning experienced by the students.*

**Keywords:** *Teaching strategies | learning | teaching.*

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo forma parte de una investigación longitudinal que tiene como objetivo conocer qué, cómo y ante qué estrategias de enseñanza aprenden el saber de la ciencia (en relación a fenómenos ópticos vinculados con la visión) alumnos de educación secundaria.

La perspectiva teórica que adoptamos en dicha investigación implica concebir al saber de la ciencia y el saber de los alumnos como dos modos de conocer, dos maneras distintas de “ver” e interpretar el mundo, que presentan características diferentes. Estas diferencias estarían relacionadas no sólo con el modelo explicativo, la idea, la concepción usada, sino también con su naturaleza representacional (Karmiloff – Smith, 1992; Pozo, 2001). Así, mientras las representaciones que conforman el saber de la ciencia, presentan naturaleza explícitas, simbólica y abstracta, están relacionadas entre sí por criterios semánticos o de significado y son transferibles a diversas situaciones y contextos; las representaciones mentales que conforman el saber intuitivo presentan naturaleza implícita y están fuertemente ligadas al contexto en que se construyeron por lo que su transferencia a nuevas situaciones y problemas resulta dificultoso. Estas concepciones representan una teoría explicativa (llamado frecuentemente conocimiento intuitivo) que puede ser utilizada para proporcionar explicaciones y predicciones sobre los fenómenos del mundo (Vosniadou, 2012). A este conocimiento (y a su construcción) subyacen supuestos ontológicos, epistemológicos y conceptuales que suelen diferir de los que subyacen al saber científico (Chi, 2008; Pozo y Gómez Crespo, 1998; Pozo, 2001; Vosniadou, 2012). En este sentido, y atendiendo a lo propuesto por Pozo y Gómez Crespo (1998), al saber intuitivo se lo puede caracterizar en término de los principios conceptual de dato (ya que los fenómenos y hechos se describen en función de propiedades y cambios observables) ontológico de estado (en tanto se interpreta el mundo en función de estados de la materia, desconectados entre sí) y epistemológico de realismo ingenuo (dado que se concibe que la realidad es como la vemos, y por ende no se concibe lo que no se percibe). Al conocimiento científico, en tanto, se lo puede describir en término de los principios conceptual de interacción (dado que las propiedades de los cuerpos y los fenómenos se interpretan como un sistema de relaciones de interacción) ontológico de sistema (ya que los fenómenos se interpretan a partir del conjunto de relaciones complejas que forman parte de un sistema) y epistemológico de constructivismo (ya que se concibe que el conocimiento es una construcción que nos proporciona modelos para interpretar la realidad pero que no son la realidad misma). Así, el aprendizaje del saber de las ciencias

no se basaría 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 los principios epistemológicos, ontológicos y conceptuales que subyacen en la construcción del pensamiento cotidiano (Pozo, 2001). Pero dicho aprendizaje no implica el abandono de las ideas intuitivas ni su sustitución por otras más complejas y cercanas a los propuestos por las de las ciencias, sino la coexistencia de diversas representaciones en la mente de quien aprende, por lo que aprender ciencias implicará también, adquirir la habilidad cognitiva para discriminar entre distintas representaciones a utilizar en función de la demanda del problema y el contexto implicado; y aprender a hacer uso consciente, consistente y coherente de las mismas Karmiloff – Smith (1992).

Con el objetivo de favorecer un aprendizaje como el descrito, en el contexto de la investigación mencionada se han diseñado e implementado diversas propuestas de enseñanza y se ha evaluado qué y cómo aprendieron los alumnos ante dicha implementación (Bravo, Pesa y Rocha, 2013; Bravo, Pesa y Pozo, 2009).

En el presente trabajo se analizan las estrategias de enseñanza que implementó con mayor frecuencia un docente que llevó al aula una de las propuestas diseñadas, intentando clarificar su accionar y en qué medida el mismo propiciaría el aprendizaje deseado.

## 2. DESCRIPCIÓN BREVE DE LA PROPUESTA

La propuesta de enseñanza seleccionada fue diseñada en el año 2010 e implementada durante el segundo semestre de 2011 con un grupo de estudiantes (15-16 años) pertenecientes a una escuela de educación pública de la ciudad de Olavarría (Buenos Aires, Argentina), mientras cursaban 4º año de Educación Secundaria. Dicha propuesta tiene como eje conceptual transversal la temática “visión de los objetos y formación y visión de imágenes ópticas”.

### 2.1 LA SECUENCIA DE ENSEÑANZA

La propuesta diseñada se estructura alrededor de cuatro instancias o etapas didácticas: iniciación, desarrollo, aplicación y síntesis - conclusión (Bravo, 2008).

La instancia de **iniciación** tiene como objetivo ayudar a los alumnos a reconocer qué piensan y cómo explican el fenómeno de estudio, intentado que lleguen a analizar y reflexionar acerca de cómo conocen y cuáles son las características primordiales de sus modos de conocer.

La instancia de **desarrollo** tiene como objetivo realizar el abordaje formal del saber de la ciencia escolar, el cual se organizó en tres bloques que conllevan distintos niveles de análisis y profundización.

El primer bloque trata el fenómeno de formación de imágenes reales por lentes delgadas, lo que conlleva estudiar los fenómenos de reflexión difusa y refracción. El segundo bloque se ocupa del fenómeno de visión de los objetos, para lo cual se estudia la fisiología y funcionamiento del ojo humano y se aplica el saber construido en el primer bloque para interpretar la formación de la imagen real retiniana. En el tercer bloque se estudia la formación y visión de imágenes virtuales formadas por espejos planos, para lo cual se aborda el fenómeno de reflexión especular y se aplican los modelos analizados con antelación.

100

La instancia de **aplicación** tiene como objetivo desarrollar en los alumnos la habilidad de hacer uso consistente y coherente del conocimiento construido; ayudarlos a que aprendan a elegir entre múltiples representaciones, la más adecuada para resolver un problema, o predecir, o explicar una situación.

La instancia de **síntesis-conclusión** tiene como objetivo que los alumnos reconozcan lo que aprendieron, los cambios en sus puntos de vista y las características del saber construido, como también que reflexionen sobre cómo aprendieron, en un intento de reconocer estrategias útiles para seguir aprendiendo.

## **2.2 LAS ACTIVIDADES**

Las actividades diseñadas conformaron un cuadernillo que se distribuyó a los estudiantes para llevar adelante la propuesta. En Anexo 1 se muestran ejemplos de actividades correspondientes a cada etapa didáctica. En ellas se propone a los alumnos: explicitar individualmente su saber sobre el fenómeno a estudiar; resolver problemas o realizar actividades experimentales; aplicar el nuevo saber en distintos contextos; reflexionar sobre cómo cambian sus ideas desde la instancia inicial.

La dinámica propuesta para la resolución de estas actividades implica, en general, un primer momento de trabajo individual para que los estudiantes, haciendo uso de sus ideas (iniciales o construidas a lo largo del proceso de aprendizaje escolar) expliciten y se concienticen de sus propias concepciones. Un segundo momento para compartir las ideas entre pares, trabajando en pequeños grupos, propiciando socializar el conocimiento, respetando opiniones, defendiendo ideas propias, reconociendo errores. Inmediatamente, una fase de socialización entre grupos, donde el docente debiera ser el encargado de guiar la discusión, ayudando a los estudiantes (según la instancia de enseñanza en que se hallen) a explicitar y clarificar sus ideas; a comprender el saber de la ciencia; a aprender a aplicarlo; a reflexionar críticamente sobre qué y cómo aprendieron. Un tercer momento de reflexión final, para que los alumnos evalúen a la luz del saber presentado, las respuestas elaboradas individual e inicialmente a fin de modificarlas, ampliarlas, elaborar nuevas conclusiones.

### 2.3 EL DOCENTE

Una propuesta didáctica como la descrita, que considera al alumno como el principal actor de su propio proceso de aprendizaje, requiere de un docente cuya función principal sea la de “guía” del proceso de aprendizaje siendo el responsable no sólo de presentar las ideas de la ciencia escolar, enseñar explícitamente procedimientos característicos del quehacer científico, sino también de despertar el interés y la curiosidad de los alumnos, ayudándolos a hacer explícitas sus ideas, propiciando que sean conscientes de lo que piensan; animándolos a probarlas, desarrollarlas y aplicarlas para explicar experiencias cotidianas (Bravo, 2008).

En concordancia con lo expuesto y con resultados obtenidos en indagaciones previas sobre las estrategias puestas en juego por docentes que implementaron propuestas similares (Bravo, Eguren y Rocha, 2010), se esbozan en las tablas I, II, III y IV algunas estrategias de enseñanza que favorecerían el alcance de los objetivos centrales de las distintas instancias didácticas.

TABLA I

**Estrategias didácticas a implementarse en la instancia de iniciación**

ETAPA	OBJETIVO	ACCIONAR DOCENTE ESPERADO
INICIACIÓN	Indagar ideas previas o alternativas de los alumnos	Preguntar sobre las respuestas dadas a las actividades individuales sobre el fenómeno en estudio. Incentivar la expresión oral de las respuestas dadas. Solicitar explicaciones-justificaciones de ideas surgidas.
	Clarificar y describir ideas de los alumnos	Comunicar ante el gran grupo ideas - justificaciones de los alumnos. Favorecer la evaluación de pares de las ideas propuestas por los alumnos. Propiciar que los alumnos verbalicen sus ideas y se esfuercen en argumentarlas ante sus pares. Comparar ideas propuestas por alumnos para destacar características comunes y relevantes.
	Sintetizar ideas de los alumnos	Registrar las ideas manifestadas a fin de que sean reconocidas y visualizadas por todos. Identificar y aclarar ideas-conceptos surgidos relacionados con fenómeno en estudio. Destacar las limitaciones de explicaciones-justificaciones.

102

TABLA II

**Estrategias didácticas a implementarse en la instancia de desarrollo**

ETAPA	OBJETIVO	ACCIONAR DOCENTE ESPERADO
DESARROLLO	Presentar fenómeno a estudiar	Presentar objetivos claros de la actividad: problema o experiencia.
	Promover participación de los alumnos, explicitando sus ideas y explicaciones	Guiar en el desarrollo de las actividades propuestas. Plantear la discusión, el intercambio, el enfrentamiento de distintas justificaciones-explicaciones. Representar-registrar las ideas surgidas en la socialización de las justificaciones - explicaciones. Comparar ideas propuestas por los alumnos para destacar características comunes y relevantes. Promover y orientar en la búsqueda bibliográfica o material teórico. Elaborar explicaciones alternativas.
	Clarificar nuevas ideas	Sintetizar-informar funciones y características de los nuevos elementos. Sintetizar-informar las interacciones que se producen entre los distintos elementos. Presentar de forma integrada el modelo propuesto por la ciencia ante el gran grupo. Formalizar conceptos.

TABLA III

**Estrategias didácticas a implementarse en la instancia de aplicación**

ETAPA	OBJETIVO	ACCIONAR DOCENTE ESPERADO
APLICACIÓN	Presentar la clase y la situación - problema	Presentar objetivos claros de la nueva actividad. Indagar las respuestas elaboradas por los alumnos en actividades previas.
	Promover participación de los alumnos, explicitando sus ideas y explicaciones	Recuperar y socializar respuestas-explicaciones de alumnos a actividad previa. Preguntar para que reconozcan variables que intervienen en situación.- problema, sus funciones y sus interacciones. Guiar en el uso de modelos de la ciencia para explicar. Propiciar la elaboración de argumentaciones. Orientar en la elaboración de argumentos para explicar.
	Clarificar las ideas de los alumnos	Explicar situaciones planteadas en las actividades previas. Destacar e informar sobre las variables que intervienen en situación - problema, sus funciones y sus interacciones.
	Sintetizar el modelo de ciencia usado y el tipo de explicaciones elaboradas	Realizar una síntesis del modelo usado. Explicitar las características de una explicación usando nuevas ideas (de la ciencia). Establecer diferencias entre explicaciones cotidianas y las coherentes con las de la ciencia. Evaluar la aplicación de las ideas de la ciencia. Sintetizar el saber de la ciencia implicado.

TABLA IV

**Estrategias didácticas a implementarse en la instancia de síntesis y conclusión**

ETAPA	OBJETIVO	ACCIONAR DOCENTE ESPERADO
<b>SINTESIS Y CONCLUSION</b>	Guiar a los alumnos en la identificación, clarificación y evaluación de sus ideas usadas	Socializar las explicaciones de los alumnos y los modelos usados. Explicar lo que se representa en cada modelo. Analizar la validez de esos modelos para elaborar explicaciones, comparar distintos modelos usados (variables, interacciones). Ayudar a los alumnos a clarificar sus ideas usadas a lo largo del proceso de enseñanza.
	Analizar, con los alumnos, el aprendizaje experimentado	Compartir el cambio producido en la manera en que se fue explicando durante el proceso de enseñanza. Reflexionar sobre las características del proceso de aprendizaje experimentado. Solicitar que verbalicen qué creen que aprendieron. Solicitar que verbalicen qué les ayudó más a aprender. Realizar una síntesis sobre qué aprendieron y cómo.
	Plantear situaciones cotidianas para sintetizar y aplicar el modelo de la ciencia escolar y "evaluar" su potencialidad para elaborar explicaciones	Representar gráficamente el modelo de ciencia escolar que se intentó construir con la instrucción. Explicitar situaciones que dicho modelo permite explicar. Proponer el análisis de situaciones cotidianas donde se puede aplicar el modelo de la ciencia para explicarlas. Solicitar explicaciones de situaciones cotidianas. Imitar experimentalmente las situaciones a analizar a fin de ayudar a los alumnos a elaborar sus explicaciones. Realizar preguntas para analizar interacciones entre las variables involucradas en las situaciones analizadas.

Las estrategias esbozadas se constituyen, para esta investigación, en un conjunto de estrategias que se espera el docente implemente al llevar al aula la propuesta diseñada para favorecer eficazmente el aprendizaje deseado.

Pero, como lo han dejado en evidencia numerosas investigaciones, las estrategias didácticas que selecciona e implementa un docente (consciente o inconscientemente) para desarrollar un plan didáctico depende de las concepciones que tenga sobre los contenidos que debe enseñar, sobre cómo debe ser el aprendizaje y desempeño de sus alumnos (Cañal, 1998) y de las creencias que tenga sobre cuáles son las características de la enseñanza que más eficazmente favorecerán el aprendizaje.

Es por ello que, se si desea conocer no sólo cómo aprenden los alumnos sino también cómo influye sobre ello el accionar docente, resulta indispensable analizar las estrategias que efectivamente pone en práctica con mayor frecuencia, objetivo éste del presente trabajo.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 EL ESTUDIO**

Es un estudio de caso donde se analizaron las 16 clases que ocupó el desarrollo de la propuesta didáctica, convirtiendo en unidades de análisis aquellos momentos donde se identificó una intervención docente ante el gran grupo de alumnos.

#### **3.2 DOCENTE PARTICIPANTE**

El docente que participó de este estudio fue un profesor de Física y Química quien desde un primer momento mostró interés en este trabajo. Su formación de grado y postgrado permitieron presuponer una sólida formación científica y actualizada formación didáctica. No obstante, y debido a los principios innovadores de la propuesta didáctica diseñada, se concretaron instancias de trabajo conjunto (docente – investigador encargado del diseño de la propuesta) antes y durante la implementación donde se compartieron los fundamentos teóricos de la propuesta y se analizó el accionar docente conforme la fue implementando.

105

#### **3.3 FUENTES DE DATOS Y CRITERIOS DE ANÁLISIS**

Estudiar el accionar docente implicó recurrir a la observación directa con registro en video y notas de campo de cada una de las clases. Para analizar los registros fílmicos se hizo, en primer lugar, una revisión global de todo el material para destacar cuestiones relevantes para este trabajo: identificar cada sesión completa de clase señalando las actividades, instancias o momentos donde se identifica una intervención docente, una participación de los alumnos, una discusión, de tal forma que luego ayude a describir el comportamiento del docente objeto de estudio de este trabajo. Luego de esa primera “mirada”, se procedió a: desgrabar los registros de las clases; “trocear” cada una de las sesiones, identificando bloques, etapas de la secuencia didáctica, actividades, tipos; analizar cada actividad de enseñanza en una dimensión didáctica para ver al docente en acción (dinámica de acción del docente, docente - alumnos, docente exponiendo solo, etc.); analizar en forma comparada las actividades de cada sesión, correspondientes a cada etapa de la secuencia didáctica, en cada uno de los niveles.

## 4. RESULTADOS

En las tablas V, VI y VII se destacan los objetivos y las estrategias que el docente implementó con mayor frecuencia en las etapas de iniciación, desarrollo y aplicación, y síntesis y conclusión.

### 4.1 ETAPA DE INICIACIÓN.

TABLA V

#### Estrategias didácticas implementadas por el docente en la instancia de iniciación

OBJETIVO	ESTRATEGIAS PROPIAS DEL DOCENTE
Indagar ideas previas o alternativas de los alumnos	Solicitó a algunos alumnos que lean respuestas elaboradas individualmente a las actividades de iniciación planteadas. Realizó preguntas sobre las respuestas, propiciando el intercambio entre alumno- docente, no así entre alumnos.
Clarificar y describir ideas de los alumnos	Verbalizó ante el gran grupo las respuestas elaboradas por algunos alumnos.
Sintetizar ideas	

106

Las observaciones realizadas permiten advertir que el docente adoptó, en general, un rol de "expositor" incentivando escasamente la participación de los alumnos y nada la discusión entre pares: solicitó lectura de respuestas elaboradas individualmente a las actividades de indagación planteadas pero luego no puso a consideración de los pares las ideas manifestadas, a fin de que sean evaluadas y que surja la necesidad de ser defendidas y/o argumentadas ante la aparición de contradicciones o limitaciones en las explicaciones. Tampoco se observó una clarificación o registros de esas ideas para que los alumnos pudieran tomar conciencia de las mismas y usarlas en otras instancias durante el desarrollo de los contenidos. Por lo general, las respuestas verbalizadas por los alumnos fueron "ignoradas" al momento de sintetizar o cerrar la clase o actividad.

Cabe destacar que recién hacia el final de la implementación (tercer bloque) el docente se "animó" a registrar algunas de las ideas manifestadas por los alumnos, destacándolas y plasmándolas en el pizarrón, para visualizar conceptos o variables relacionadas con el fenómeno, como también contradicciones o limitaciones en las explicaciones - justificaciones expresadas, pero este accionar no fue observado con alta frecuencia.

## 4.2 ETAPA DE DESARROLLO Y APLICACIÓN.

TABLA VI

### Estrategias didácticas implementadas por el docente en la instancia de desarrollo y aplicación

OBJETIVO	ESTRATEGIAS PROPIAS DEL DOCENTE
Presentar fenómeno a estudiar	<p>Presentó nuevo tema retomando conceptos estudiados con antelación.</p> <p>Presentó las ideas de la ciencia ante el gran grupo a partir de las explicaciones elaboradas por los alumnos.</p> <p>Usó frecuentemente el pizarrón para plasmar conceptos, ideas o modelos presentados.</p>
Promover la participación de los alumnos, explicitando sus ideas y explicaciones	<p>Guió el desarrollo de las actividades grupales (tanto de lápiz y papel como experimentales):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>realizó preguntas que propiciaron el dialogo entre los integrantes para enriquecer el trabajo o experiencia planteados;</li> <li>otorgó ayudas puntuales a alumnos que lo solicitaron promoviendo que evolucionen en sus observaciones, interpretaciones y predicciones;</li> <li>solicitó a los alumnos que “expliquen” o expresen lo realizado durante la experiencia, con el fin de clarificar su proceder.</li> </ul> <p>Realizó preguntas para incentivar la expresión oral, propiciando que verbalicen las respuestas elaboradas y se esfuercen en clarificar, justificar sus conclusiones.</p> <p>Socializó las distintas “explicaciones” ante el gran grupo: promovió el diálogo e intercambio de distintas ideas surgidas, guiando la discusión;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>creó un clima de debate en el aula;</li> <li>propició socializar los conocimientos o ideas que surgían, coordinando la puesta en común y reformulando los resultados;</li> <li>clarificó y complementó las conclusiones halladas por los grupos.</li> </ul> <p>Utilizó el pizarrón, en forma recurrente, para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>presentar los modelos abordados, definir conceptos, clarificar términos ...;</li> <li>registró datos obtenidos en las experiencias (poniendo énfasis en la organización de los mismos mediante tablas).</li> </ul> <p>Sugirió análisis del material bibliográfico acompañando su lectura y guiando su interpretación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>sugirió remarcar palabras importantes;</li> <li>preguntó y destacó términos nuevos;</li> <li>ayudó a realizar resúmenes sugiriendo subrayar términos importantes; relaciones relevantes antes, conclusiones...</li> </ul>

OBJETIVO	ESTRATEGIAS PROPIAS DEL DOCENTE
Clarificar nuevas ideas	Revisó en forma oral respuestas dadas ejerciendo un control de lo aprendido: recuperó las conclusiones obtenidas de los alumnos y las plasmó en el pizarrón; evaluó características de las ideas surgidas, de las explicaciones elaboradas y su pertinencia en relación al saber de la ciencia.

A diferencia de la etapa anterior, el docente se comportó en ésta como guía del accionar de los alumnos, motivándolos en el estudio del tema, ayudándolos no sólo en la interpretación del saber de la ciencia sino también en la elaboración de explicaciones cada vez más complejas y cercanas a las que ésta propone.

En tal sentido se observó que desplegó y expuso una diversidad de estrategias como:

- iniciar las clases planteando de forma clara los objetivos, recordando y retomando conceptos abordados con antelación para vincularlos y relacionarlos con los que se comenzarían a estudiar;
- realizar preguntas que propiciaron la participación de los alumnos y con ello la explicitación de sus ideas;
- destacar los conceptos centrales de los modelos abordados; realizar esquemas o resúmenes como síntesis de lo estudiado;
- acompañar el trabajo experimentado realizado por los alumnos guiándolos para que sus observaciones, interpretaciones y predicciones sean cada vez más próximas a las de la ciencia. Así también ayudó para que el accionar implementado al realizar experiencias sea cada vez más riguroso y coherente con el accionar científico.

Un hecho importante observado en esta etapa, con menor frecuencia, fue que el docente vinculó los conceptos que se iban estudiando con algunas ideas que habían surgido en la etapa de iniciación, convirtiendo ese momento en una instancia de reflexión.

### 4.3 ETAPA DE SÍNTESIS Y CONCLUSIÓN

TABLA VII

#### Estrategias didácticas implementadas en las instancias de síntesis y conclusión

OBJETIVO	ESTRATEGIAS PROPIAS DEL DOCENTE
Guiar a los alumnos en la identificación, clarificación y evaluación de sus ideas	Propuso una autoevaluación para reflexionar sobre lo aprendido y la modalidad de trabajo, algo diferente a como habían trabajado los alumnos en temas anteriores. Se revisó en forma oral las respuestas a las preguntas de la autoevaluación para obtener conclusiones.
Plantear situaciones cotidianas para sintetizar y aplicar el modelo de la ciencia escolar y "evaluar" su potencialidad para elaborar explicaciones	Informó a los alumnos que el examen tendrá dos partes, una responde a "actividades tradicionales" de trabajo con operatoria de cálculos, y otra parte con actividades del tipo a las desarrolladas, poniendo énfasis en dos modalidades de trabajo.

De forma análoga a lo hallado en la instancia de iniciación, se observó en este momento final que el docente volvió a adoptar un rol más de "expositor" que de guía, otorgando e incentivando escasamente la participación y la discusión entre pares y con ello la clarificación de las ideas construidas y del aprendizaje experimentado. Si bien solicitó a los alumnos la lectura de respuestas elaboradas individualmente a las actividades de autoevaluación planteadas, luego no evaluó la validez de esos modelos construidos a la luz de los propuestos por la ciencia. No retomó las ideas manifestadas en la etapa de iniciación a fin de compararlas con las compartidas en este momento final para evaluar el aprendizaje experimentado; tampoco guió a los alumnos a reflexionar, verbalizar y sintetizar lo que creen que aprendieron y qué estrategias consideran los ayudó a aprender. En su lugar el docente se concentró en explicar la necesidad de realizar una instancia de evaluación con fines acreditativos y el tipo de problemáticas que incluiría en ella.

## 5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

De los resultados obtenidos en esta investigación con respecto a las estrategias de enseñanza que implementó el docente, se interpreta que su accionar en la etapa de iniciación difícilmente ayudaría a que los alumnos tomen consciencia de lo que piensan, que identifiquen características que subyacen a sus propias

ideas, que reconozcan que no todas las ideas tienen el mismo poder explicativo y contextos de uso, o que se predispongan positivamente a conocer lo que la ciencia propone para explicar el fenómeno en cuestión. En forma análoga, el accionar observado en la etapa de síntesis y conclusión tampoco favorecería la actividad metacognitiva esperada para este momento final.

En cambio, durante la instancia de desarrollo y aplicación el docente sí se convirtió en un verdadero guía del proceso de aprendizaje, como se “esperaba”; estimulando la explicitación de ideas, conclusiones, propiciando la participación y abordando el saber de la ciencia escolar a partir de ese saber manifestado. Podría interpretarse que este comportamiento del docente contribuiría a que los alumnos alcancen los objetivos propuestos en esta etapa.

## 6. DISCUSIÓN FINAL

Dado el objetivo central que persigue la investigación en la que se encuadra este trabajo, resulta relevante cuestionarse sobre las posibles relaciones entre el accionar observado y los resultados de aprendizaje hallados (Bravo, Pesa y Rocha, 2013). Sintéticamente, al estudiar “qué” aprendieron, respecto del saber de la ciencia, los alumnos a los que fue dirigida la propuesta, se halló que:

110

- inicialmente los estudiantes compartían ideas no coherentes con las de la ciencia escolar respecto de los fenómenos abordados; en su lugar, explicaban a partir de ideas intuitivas y de sentido común que los llevaba a asumir que “vemos, simplemente, porque tenemos ojos sanos y miramos hacia el objeto”; que las lentes y espejos “dadas sus características crean imágenes de los objetos que se colocan cerca de ellos”; y que vemos esas imágenes “porque miramos hacia la pantalla donde se proyectan o hacia el espejo dónde se forman”.
- luego de implementarse la propuesta, los alumnos lograron usar un conocimiento coherente con el de la ciencia en relación a algunos de los fenómenos analizados: aquellos que ocurren cuando la luz interacciona con los objetos (reflexión difusa, refracción; reflexión especular).

Las ideas utilizadas finalmente para explicar el fenómeno de la visión fueron en algunos casos coherentes con las de la ciencia pero reduccionistas e incompletas, y en otros las inicialmente intuitivas. Así, para explicar la visión directa de los objetos, manifestaron reconocer la necesidad de que la luz reflejada por ellos incida en el ojo del observador sin reconocer a la formación de la imagen

real retiniana como uno de los procesos involucrados y necesario para que la visión se produzca (ideas reduccionistas). Para explicar el fenómeno de visión de imágenes ópticas, manifestaron que para verlas basta con mirar hacia la pantalla donde se proyectan las reales o hacia los espejos donde se forman las virtuales (ideas intuitivas).

Estos resultados revelan que los alumnos no habrían tenido grandes inconvenientes para comprender aquellos modelos que no se contradicen con sus concepciones iniciales (como los que explican la interacción luz – objeto) sino que amplían dicho saber (al comprenderse los fenómenos de absorción, reflexión difusa, reflexión especular, refracción).

Sin embargo, representaría una importante complejidad para los alumnos, comprender los modelos que la ciencia propone para analizar la interacción luz – sistema visual. Los mismos presentan marcados aspectos contra-intuitivos en tanto se contradicen con la concepción inicial que suelen tener los estudiantes. Ya no se trataría aquí sólo de la “ampliación” del conocimiento inicial, sino de un cambio profundo en la forma de interpretar el fenómeno.

Según el marco teórico que sustenta esta investigación, para favorecer dicho cambio, resultaría indispensable que los alumnos sean conscientes de sus concepciones iniciales y de las que va construyendo, para poder gestionarlas y aplicarlas con consistencia, conciencia y coherencia argumentativa.

Por todo lo expuesto se considera que las tareas donde el individuo reflexiona, analiza, evalúa su propias ideas y modos de conocer resultan cruciales en el aprendizaje de este tipo de concepciones (Thomas, 2012).

Si bien al diseñar la propuesta se incluyeron tareas con estos objetivos, en las observaciones del docente estuvieron ausentes.

Este accionar docente (en las etapas de iniciación y de síntesis y conclusión) junto a la complejidad conceptual propia del saber de la ciencia, podrían explicar las dificultades de los alumnos para construir los modelos que ésta propone en relación a los fenómenos perceptivos, a la vez que dan algunas pistas de cómo reorganizar la práctica docente a fin de que la misma favorezca más eficazmente el aprendizaje deseado. En tanto, el dinámico accionar docente al dirigir y guiar las experiencias y sintetizar el saber de la ciencia sí resultó “suficiente” y adecuado para favorecer la ampliación de las ideas de los estudiantes en relación a los fenómenos que suceden cuando la luz interacciona con los objetos.

## 7. PROYECCIONES

Las que se acaban de esbozar son premisas cuya evaluación requiere profundizar en la investigación planteada aquí, que centra el foco de estudio en la interacción docente – alumnos.

Para dar continuación a este trabajo, el grupo de investigación al que pertenecen las autoras<sup>1</sup> está indagando acerca del patrón temático que el docente implementa efectivamente en el aula y de las características de su Conocimiento Pedagógico Profesional, de cómo éste cambia conforme implementa la propuesta teórica diseñada e interacciona con los alumnos, con el material diseñado en la investigación y con el propio investigador.

De esta forma se reconocería a la interacción docente – alumno como una interacción compleja y multivariada que requiere ser abordarla desde distintos enfoques teóricos y metodológicos, para poder llegar a concluir cada vez con mayor rigor y fundamento acerca de cómo aprenden ciencias los alumnos y qué estrategias y accionar docente favorecerían dicho aprendizaje.

---

## 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. Colombo, E. (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.
- Bravo, B; Eguren, L y Rocha, A (2010) El rol del docente en la enseñanza de la visión en educación secundaria. Un estudio de caso. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 9 (2).
- Bravo, B. Pesa, M. y Rocha, A. (2013) Implicancias de la enseñanza sobre el saber de los alumnos. El aprendizaje de fenómenos ópticos. Segunda parte. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias* 8 (1).
- Bravo, B; Pesa, M y Pozo, J. I. (2009). The learning of sciences: a gradual change in the way of learning. The case of visión. *Investigações em Ensino de Ciências*. 14 (2) 299-317.

---

<sup>1</sup> Grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (GIDCE). Facultad de Ingeniería. UNCPBA

- Cañal, P. (1998). ¿Cómo analizar las estrategias de enseñanza de las ciencias?: un marco teórico y metodológico. *Investigación e innovación en la Enseñanza de las Ciencias*. Murcia. ISBN: 84-95095-03-1.
- Chi, M. T. H. (2008). Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shift. In S. Vosniadou (Ed), *Handbook of research on conceptual change*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Karmiloff-Smith, A. (1992). *Más allá de la modularidad*. Madrid: Alianza Editorial.
- Pozo, J.I. (2001). *Humana mente. El mundo, la conciencia y la carne*. Madrid: Ed. Morata. SL.
- Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencias. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ed. Morata SL.
- Thomas, G. (2012) Metacognition in Science Education: Past, Present and Future Considerations. In: B. Fraser, K. Tobin, C. McRobbie (2012) *Second International Handbook of Science Education* (Volumen 1). (pp 131-144) London: Springer
- Vosniadou, S (2012) Reframing the Classical Approach to Conceptual Change: Preconceptions, Misconceptions and Synthetic Models. In: B. Fraser, K. Tobin, C. McRobbie (Ed) *Second International Handbook of Science Education* (Volumen 1). (pp 119-130) London: Springer

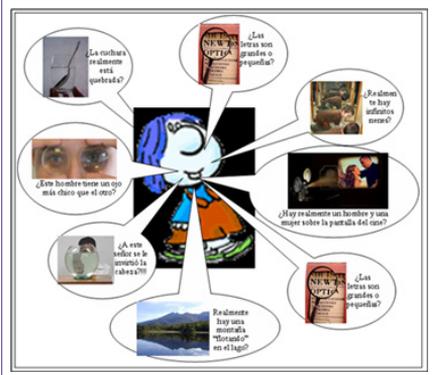
### Anexo 1.

## Ejemplos de actividades incluidas en el cuadernillo de actividades sobre el cual trabajaron los alumnos

### Etapa iniciación

Juan, un curioso estudiante de secundaria se cuestiona sobre lo que ve cuando se enfrenta a situaciones como las que muestran las figuras

- 1.- Para vos: ¿qué ve Juan?
- 2.- ¿Podrías decirle a Juan por qué crees que ve lo que ve en cada caso?
- 3.- ¿Qué "cosas" se necesitan para que Juan vea lo que ve?

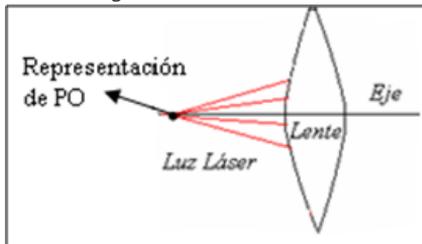


### Etapa Desarrollo

#### La experiencia

En esta experiencia representaremos con un puntero láser la luz proveniente de un punto de la diapositiva asumiendo que cada punto del objeto emite luz en todas las direcciones

- 1.- Para estudiar el fenómeno de formación de la imagen coloquen sobre un papel blanco una lente y dibujen una recta horizontal que represente su eje.
- 2.- Iluminen con luz láser la lente convergente tal como muestra la figura. Marquen en el papel las trayectoria de los haces incidentes y refractados
- 3.- Repitan el procedimiento usando una lente divergente



#### Resultados y análisis de resultados

- 1.- Describan lo que sucede cuando la luz incide en una lente Convergente y una Divergente Representa tu respuesta con un dibujo
- 2.- Localicen en el papel el punto donde se unen los haces refractados o sus prolongaciones

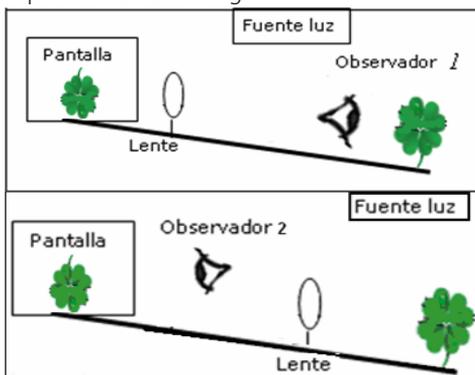
#### Conclusiones

- 1.- Define qué se entiende por imagen desde el saber de la ciencia.
- 2.- ¿Qué tipos de imágenes pueden formarse?
- 3.- ¿Qué tipos de imágenes se formaron en la experiencia?

### Etapa Aplicación

#### Los problemas

- 1) Explica con tus propias palabras cómo y por qué ves la hoja donde están escritas estas palabras. Representa tu respuesta con un dibujo
- 2) Explica por qué no podemos ver los objetos que se hallan detrás de nosotros. Representa tu respuesta con un dibujo
- 3) Explica por qué vemos a través de un nylon pero no de un cartón. Representa tu respuesta con un dibujo
- 4) Atendiendo a lo representado en las figuras:



Explica cómo y por qué el observador 1 ve el trébol y el observador 2 ve la imagen del trébol que se proyectará en la pantalla. Representa tu respuesta con un dibujo

### Etapa Síntesis y conclusión

Te propongo ahora que releas las respuestas que diste a la ACTIVIDAD N° 1 y, en función de lo que has aprendido hasta aquí decide si las modificarías o implicarías. De ser así da aquí tus nuevas respuestas:

- 1.- Para vos: ¿qué ve Juan?
- 2.- ¿Podrías decirle a Juan por qué crees que ve lo que ve en cada caso?
- 3.- ¿Qué "cosas" se necesitan para que Juan vea lo que ve?
- 4.- Comparando tus ideas iniciales y actuales dí qué has aprendido y qué falta por aprender

