

Cuando el aprendizaje de las ciencias implica un cambio de modo de conocer. El caso del color

Betina Bravo¹ - Marta Pesa² – Juan Ignacio Pozo³

¹Dpto. Cs. Básicas, Facultad de Ingeniería, UNCPBA. Olavarría, Argentina
bbravo@fio.unicen.edu.ar

² Dpto. de Física, FCEyT, UNT. Tucumán, Argentina

³ Dpto. de Psicología Básica. UAM. Madrid, España

Aprender el modo de conocer que la ciencia propone implica un cambio en los principios más implícitos que guían la comprensión, interpretación y explicación de los fenómenos y un cambio en el tipo de razonamiento asociado. Con el fin de propiciar dicho aprendizaje se diseñó una propuesta de enseñanza en relación a la visión y el color que se implementó con un grupo de alumnos de educación secundaria. Se estudió el modo de conocer de estos estudiantes en distintas instancias de la instrucción. Los resultados obtenidos permiten concluir que durante el aprendizaje cambia paulatinamente el modo de conocer, construyéndose modelos “intermedios” (correctos pero incompletos) que sirven como plataforma para la construcción del sistémico modelo propuesto por la ciencia escolar.

Palabras clave: cambio conceptual, cambio epistemológico, cambio ontológico, color.

Learning the way to know that science propounds implies a change in the most implicit principles that guide comprehension, interpretation and explanation of the phenomena and a change in the type of associated reasoning. With the aim of favouring this learning, a teaching programme was elaborated in relation to sight and colour and implemented with a group of secondary school students. The way of learning of these students was observed through the different teaching stages. The results allow to conclude that during the learning process the way of learning changes gradually and students construct “intermediate” models (right but incomplete) that become the basis for the construction of a systemic model proposed by school science.

Keywords: ways of reasoning – conceptual, epistemic and ontological changes, colour.

Introducción

Durante la percepción del color, múltiples procesos ocurren no sólo en el mundo físico “exterior” al observador sino también en su interior, sin que él sea consciente de ellos (Montserrat, 1998). Los individuos están tan familiarizados con el hecho de “ver objetos de colores” que haría falta bastante imaginación para darse cuenta de que la visión del color es producto de complejas interacciones que se dan entre la luz y los objetos (a partir de los fenómenos de absorción, selección y transmisión selectiva) y la luz y el sistema visual (que incluye complejos mecanismos físicos, químicos, biológicos, neurológicos, cognitivos).

Desde el saber intuitivo, que se construye ante la experiencia fenomenológica y en base a una fe realista que implica asumir que el

mundo es y se comporta como los sentidos indican, se concibe al color como una propiedad del objeto (Chauvent y Kaminsky, 2002; Feher y Meyer, 1992; Galili y Hazan, 2000). Desde la ciencia, en cambio, se explica que se *siente* –se *percibe* cuando la luz reflejada por el objeto incide en el ojos. Esta incidencia estimula selectivamente células fotosensibles en las que se producen complejas reacciones químicas, mediante las cuales la energía lumínica se transforma en energía eléctrica. De esta manera, el estímulo es transmitido por el sistema nervioso hacia el cerebro, donde, a partir del procesamiento cognitivo, se interpretaría el color percibido (Montserrat, 1998; Falk, Brill y Stork, 1990; Feymann, Leighton y Sands, 1971).

Aprender esta explicación e interpretación científica implica ir mucho más allá del apren-

dizaje de conceptos, leyes, modelos y teorías. Implicaría también apropiarse de las características que subyacen a esta manera de conocer e interpretar el mundo (Pozo, 2001), que resultan radicalmente diferentes a las que subyacen al saber intuitivo. Dichas diferencias no

son sólo inherentes al modelo explicativo, sino también a los principios ontológicos, epistemológicos y conceptuales, y a los modos de razonar subyacentes. En la tabla 1 se describen y ejemplifican estas diferencias.

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

	SABER INTUITIVO	SABER DE LA CIENCIA
Modelo explicativo	El color es una propiedad de la materia	Para percibir un color, la luz reflejada por el objeto debe incidir y estimular el sistema visual del observador (estimulación que implica complejos procesos físicos, químicos, biológicos y psicológicos)
Principio Ontológico	<i>Estado</i> Interpretación del mundo en estados de la materia desconectados entre sí	<i>Sistema</i> Los fenómenos se interpretan en función de relaciones complejas que forman parte de un sistema
Principio Epistemológico	<i>Realismo ingenuo</i> La realidad es tal como la vemos, lo que no se percibe no se concibe	<i>Constructivismo</i> Se concibe que a la ciencia conformada por modelos alternativos que permiten interpretar la realidad pero no son la realidad misma
Principio Conceptual	<i>Hecho o dato</i> Los fenómenos y hechos se describen en función de propiedades y cambios observables	<i>Interacción</i> Las propiedades de los cuerpos y los fenómenos se interpretan como un sistema de relaciones de interacción
Modos de razonar	<i>Monoconceptual</i> Se supone que los fenómenos dependen de una sola variable.	<i>Pluriconceptual</i>
	<i>No sistémico</i> No se consideran efectos mutuos entre elementos involucrados	<i>Sistémico</i>
	<i>Reduccionista</i> Se atiende más a las propiedades que a las funciones de los elementos involucrados en el fenómeno	<i>No reduccionista</i>

Aprender el saber de las ciencias, y en particular los modelos por ella propuestos para explicar el color, implicaría entonces:

- Superar el realismo ingenuo característico del saber cotidiano, para llegar a relacionar las ideas intuitivas con las científicas, reconociéndolas como distintas maneras de interpretar el mundo que nos rodea, en base a las cuales se pueden elaborar explicaciones con distintos niveles de complejidad y validez contextual. El paso de este modo de interpretar el mundo hacia otro más perspectivista implica un complejo cambio, ya que requiere una revisión gradual de los supuestos epistemológicos subyacentes al saber intuitivo y una reinterpretación de la experiencia previa (Vosniadou y Brewer, 1994).

- Superar las restricciones ontológicas impuestas por las ideas intuitivas y apropiarse de los principios implicados en la construcción del conocimiento científico. El principal problema de los procesos de aprendizaje que requieren cambio de categorías ontológicas (como es el caso del color), se debe a la dificultad de re-interpretar los fenómenos en términos de procesos de interacción, ya que va en “contra” de la tendencia intuitiva a interpretarlos dentro de relaciones causales lineales y unidireccionales (Chi, 2002).

- Superar las restricciones conceptuales impuestas por las ideas construidas intuitivamente y apropiarse paulatinamente de los principios implicados en la construcción del conocimiento científico, lo que supone superar el principio de “hecho o dato”, para tender a aceptar la interacción como forma de interpretar los fenómenos (Pozo y Gómez Crespo, 1998)

Pero los resultados de un trabajo de investigación longitudinal previo (Bravo, 2002; Bravo y Rocha, 2004; Braunmüller, Bravo y Rocha, 2003a; Braunmüller, Bravo y Rocha, 2003b; Bravo y Pesa, 2005) realizado con alumnos de educación primaria y secundaria (alumnos de entre 9 y 15 años de edad), nos permitieron observar, por un lado, que los

modos de explicar el color que se describieron en la tabla 1, constituirían los extremos de un continuo que los estudiantes suelen transitar durante el aprendizaje de las ciencias (cuando con la enseñanza formal se busca intencionalmente propiciar un cambio ontológico, epistemológico y conceptual). Y por otro lado, dichos trabajos de investigación nos permitieron observar que el aprendizaje de los modelos de la ciencia sería un proceso gradual, con lentos avances y frecuentes retrocesos (Bravo y Pesa, 2005) que conllevaría cambios ontológicos, epistemológicos y conceptuales paulatinos (tal como lo proponen Pozo y Gómez Crespo, 1998).

Respecto al primer punto, hemos detectado *cuatro* modos de conocer que los alumnos utilizan con mayor frecuencia para explicar el color conforme experimentan un proceso de aprendizaje. En la tabla 2 se presentan estos modos de conocer agrupados en cuatro categorías, las cuales se caracterizan por el modelo explicativo subyacente (y con ello por los elementos que se consideran involucrados en los procesos perceptivos y por las funciones e interacciones que se les reconocen), por los principios ontológicos, epistemológicos y conceptuales y por los modos de razonamiento asociados. Las dos primeras categorías involucran modos de conocer intuitivos, compartidos por los alumnos al comienzo de la instrucción (Bravo, 2002; Bravo y Rocha, 2004). La categoría III involucra un modo de conocer producto de la escolarización, que se constituye en uno “intermedio” entre el saber intuitivo y el de la ciencia escolar, el cual resulta correcto pero incompleto según lo que ésta propone (Braunmüller, Bravo y Rocha, 2003a; Braunmüller, Bravo y Rocha, 2003b; Bravo y Pesa, 2005). Finalmente a la categoría IV subyace el modelo de la ciencia escolar que, según hemos detectado (Bravo y Pesa, 2005) los alumnos de educación secundaria pueden llegar a construir como consecuencia de la enseñanza formal.

Tabla 2. Caracterización y ejemplificación de los modos de conocer hallados

<p>Categoría I Modo de conocer netamente intuitivo</p>	<p><i>Caracterización de la concepción:</i> Se explican los fenómenos perceptivos en función de hechos observables y de la información aportada directamente por los sentidos. <i>Principio subyacente:</i> Estado – Hecho o dato – Realismo ingenuo. Razonamiento reduccionista, monoconceptual, no sistémico. <i>Ejemplos:</i> Se ven objetos de distintos colores porque fueron pintados de esa manera.</p>
<p>Categoría II Modo de conocer intuitivo</p>	<p><i>Caracterización de la concepción:</i> Se reconocen relaciones causales lineales entre variables. Al color se lo concibe como consecuencia de las características de la luz incidente. <i>Principio subyacente:</i> Causalidad Lineal Simple – Estado – Realismo ingenuo. Razonamiento reduccionista no sistémico. <i>Ejemplos:</i> Si iluminamos a un objeto con luz roja lo veremos rojo</p>
<p>Categoría III Modo de conocer intermedio correcto pero incompleto</p>	<p><i>Caracterización de la concepción:</i> Se reconocen las interacciones entre la luz y la materia como causa de la percepción en tanto se da un papel más pasivo al sistema visual (el de mirar). Se utilizan ideas incompletas pero correctas en el contexto de la ciencia escolar. <i>Principio subyacente:</i> Causalidad Lineal Múltiple – Proceso – Proceso de superación del realismo ingenuo. Razonamiento pluri conceptual no sistémico. <i>Ejemplos:</i> Un objeto se ve rojo porque refleja luz roja y absorbe las demás componentes de la luz incidente.</p>
<p>Categoría IV Modo de conocer de la ciencia escolar</p>	<p><i>Caracterización de la concepción:</i> Se reconocen las interacciones luz – objeto (absorción y reflexión) y luz reflejada – sistema visual (percepción). Se utilizan modelos abstractos para interpretar y explicar los fenómenos perceptivos. <i>Principio subyacente:</i> Sistema – Interacción – Superación del realismo ingenuo. Razonamiento sistémico, pluri-variado, no reduccionista. <i>Ejemplos:</i> Se ven objetos de distintos colores porque absorben y reflejan luz con distintas características. Según las características espectrales de la luz que incide en el ojo, se llevan a cabo determinados procesos en el sistema visual que conducen a la percepción de un color.</p>

Respecto del segundo punto, los datos obtenidos en la investigación longitudinal realizada, permiten plantear la hipótesis de que *durante el aprendizaje de los modelos de la ciencia respecto del color, los modos de conocer de los estudiantes cambian desde los netamente intuitivos (a partir de los cuales no se atiende a todas las variables implicadas en los procesos perceptivos ni a las interacciones que entre ellas se establecen), hacia otros intermedios más complejos pero incompletos (a partir de los cuales se usan modelos abstractos que resultan “correctos” en el contexto de la ciencia), con los que se reconoce parcialmente algunas de las interacciones que se establecen entre las distintas variables. Sería en base a estos modelos “intermedios”, que se construye finalmente una concepción coherente con la*

de la ciencia (que atiende de modo sistémico a todas las variables e interacciones que la ciencia escolar propone para interpretar la visión y el fenómeno del color). Así, y en correspondencia con lo propuesto por Pozo y Gómez Crespo (1998), durante el aprendizaje el primer cambio ontológico y conceptual importante que se llevaría a cabo implicaría pasar de concebir los fenómenos en términos de estados y hechos o datos a concebirlos en términos de procesos y causalidades lineales múltiples. El segundo cambio importante conllevaría aprender a interpretar los fenómenos en términos de sistemas e interacciones tal como lo propone la ciencia.

La figura 1 describe y ejemplifica los modos de conocer que paulatinamente se irían construyendo durante el aprendizaje del color

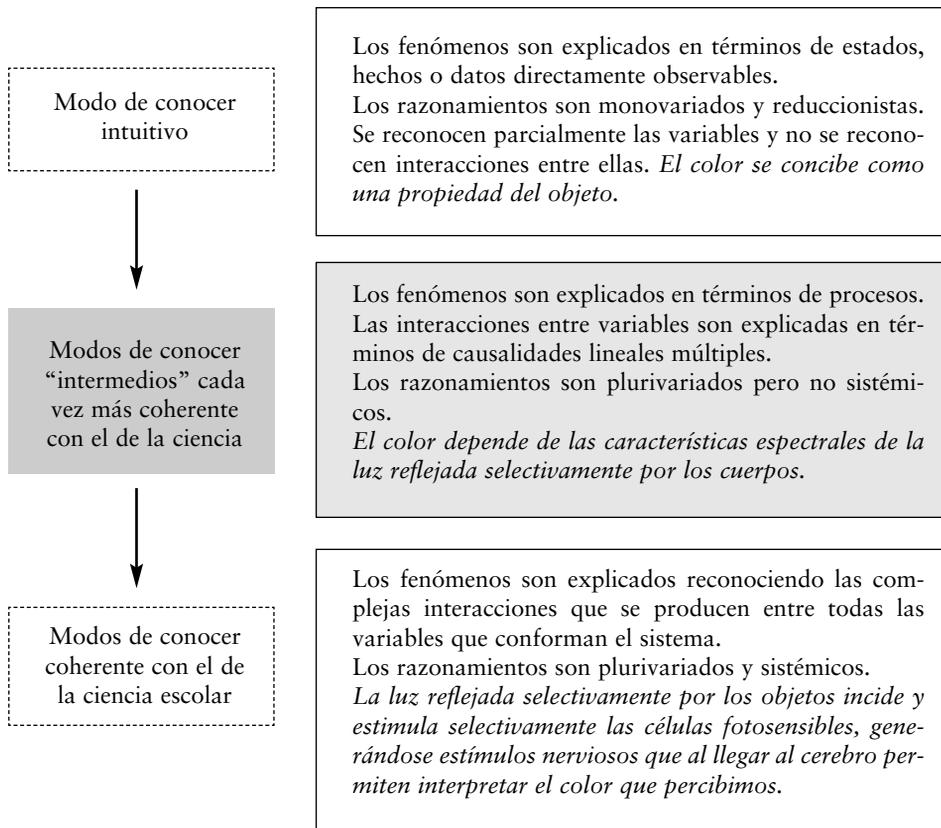


Figura 1. El aprendizaje de la ciencia como cambio de modo de conocer

En busca de datos concretos que permitan evaluar la hipótesis planteada, y entonces poder concluir respecto de cómo aprenden los estudiantes y de cuáles son los procesos de cambio que se ponen en juego durante el aprendizaje del *color*, se realiza el presente estudio cuyo objetivo central es analizar, describir e interpretar el aprendizaje experimentado por un grupo de alumnos de Educación Secundaria (13 – 14 años de edad) cuando se guía su aprendizaje con una metodología de enseñanza innovadora.

Dicha metodología de enseñanza (que se describe minuciosamente en Bravo, Pesa y Pozo, 2008) se caracterizó en términos generales por:

- Abordar de forma interdisciplinaria y paulatina un modelo coherente con el de la ciencia que implica explicar que: “cuando la luz incide en un objeto, éste, según su natura-

leza, absorbe luz con determinadas características y refleja con otras. La mezcla reflejada interacciona con el sistema visual del observador estimulando selectivamente las células fotosensibles (conos), lo que conduce a una transformación de energía lumínica en pulsos eléctricos que son transportados hacia el cerebro, donde, a partir de complejos procesos psicológicos se interpreta el color que se ve.

- Presentar inicialmente actividades que permitieran comenzar el proceso de enseñanza y el de aprendizaje con el abordaje de fenómenos cotidianos y sencillos, factibles de ser explicados a partir de las ideas de los alumnos. Esto tuvo como objetivo, asegurar una instancia donde los estudiantes pudieran hacer explícitas sus concepciones y reconocer sus características y naturaleza, ya que éstas constituyen el punto de partida de la construcción de nuevas ideas.

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

- 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.

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

A su vez, y dado que se concibe que aprender ciencias no implica “sólo” comprender el modelo explicativo que ella propone, se implementaron otras instancias especialmente diseñadas tendientes a que los alumnos:

- logren reconocer al conocimiento científico como un modo de conocer alternativo al suyo pero potencialmente útil para explicar diversas situaciones y que aprendan a aplicar-

lo 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 conscientemente y con criterio el modo de conocer a utilizar en función del contexto y la demanda del problema al que se enfrente.

- ser conscientes y reflexionar críticamente respecto del proceso de aprendizaje experimentado a lo largo de toda la instrucción y de lo que implica aprender ciencias. Esta instancia es crucial porque, como dice Bachelard (1985) “no hay ciencia sino mediante una escuela permanente”, por lo que resulta importante que con la instrucción se propicie que el alumno desarrolle actitudes críticas sobre el propio proceso de aprendizaje, reconociendo qué aprendió y cómo aprendió, a fin de clarificar aquellas herramientas que podrá seguir usando para seguir aprendiendo.

Las actividades diseñadas que conformaron la propuesta de enseñanza fueron diversas y comprometieron tanto a alumnos como docente e implicaron trabajos individuales y grupales; actividades de lápiz y papel y experimentales; la exposición del profesor interactuando con el gran grupo a través de la realización de actividades experimentales, por ejemplo. Dichas actividades fueron organizadas en las cuatro fases de instrucción que se presentan, describen y caracterizan en la tabla 3.

Tabla 3. *Secuencia de actividades*

Etapa	Estrategias - objetivo didácticos
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 los modelos de visión y percepción del color Presentar de manera relacionada e integrada los modelos propuestos 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 Enseñar explícitamente procedimientos característicos del quehacer científico. Hacer alusión explícita a la naturaleza y construcción del conocimiento científico y al perspectivismo de ideas
Aplicación	Orientar a los alumnos a utilizar las nuevas ideas en diferentes situaciones Animar a los alumnos a evaluar sus ideas, desarrollarlas y aplicarlas para explicar los fenómenos en estudio
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

Con el fin de cumplir con el objetivo planteado en el presente estudio, se analizan las ideas de los estudiantes en las instancias didácticas de iniciación, desarrollo, aplicación y conclusión.

Con las actividades de iniciación se estudian las concepciones de los alumnos antes del abordaje formal del tema. A partir de las actividades de desarrollo se analizan las variables e interacciones que los estudiantes van reconociendo e incorporando en sus explicaciones conforme avanza la instrucción. Con las actividades de aplicación se estudian las concepciones que los alumnos utilizan en distintos contextos para aplicar el modelo que han construido durante el proceso de enseñanza y

luego de haber sido presentada formalmente por el docente la idea de la ciencia escolar. A partir de las actividades de conclusión, se analizan las concepciones de los estudiantes inmediatamente después de la instrucción.

En cada una de estas instancias se estudia el tipo de modelo explicativo que cada alumno elabora, para luego evaluar cómo cambian dichos modelos conforme se implementa la propuesta diseñada. A partir de este análisis, y como se dijo, se pretende detectar el progreso en los modos de aprender implementados por los alumnos en su paso de concebir los procesos perceptivos desde un saber intuitivo hacia otro más coherente con el de la ciencia escolar.

Metodología de la investigación

El presente es un estudio de caso basado en una metodología cualitativa, la cual permite describir minuciosamente (a partir de la inferencia de los modelos utilizados y los principios ontológicos, epistemológicos y conceptuales y modos de razonar asociados) el modo de conocer que los estudiantes utilizan en los distintos momentos de la instrucción y cómo va cambiando su modo de conocer debido al proceso de educación formal.

Dicho trabajo se llevó a cabo con 12 de los 32 alumnos que conformaron el grupo al cual fue dirigida la propuesta de enseñanza, los cuales fueron elegidos azarosamente.

Análisis de datos

El primer análisis realizado en este trabajo consiste en el estudio minucioso de las respuestas escritas que los alumnos dan a las problemáticas presentadas en las distintas instancias didácticas. Para incluir las respuestas de los alumnos en una de las categorías preestablecidas inicialmente y presentadas en la tabla 2 (o en alguna nueva que pudiese definirse a partir de las explicaciones que los estudiantes elaboran) se evalúan las variables (luz – objeto – sistema visual) e interacciones (luz – objeto: absorción, reflexión; luz – sistema visual: percepción) a las que los estudiantes atienden explícitamente en cada momento de análisis. Así, las respuestas del tipo “la manzana se ve roja porque naturalmente es de ese color” o “con anteojos amarillos veo todo amarillo, porque ese es el color de los mismos”, se incluyen en la categoría I. También se considera de esta categoría, la respuesta “la vemos roja porque la luz llega a la manzana y de allí a nuestros ojos”. Esto porque no se menciona explícitamente que el color se debe a las características de la luz reflejada y su interacción con el sistema visual, sino que con esta respuesta básicamente se explica cómo vemos un objeto, y se asumiría entonces que el color es una propiedad del mismo, algo que está en él y podemos explicar su visión bajo el mismo modelo con el que se explica que vemos cualquier característica del cuerpo; esto es, sin necesidad de ampliarlo para explicar puntual-

mente la percepción de un color. Respuestas del tipo: “vemos una remera blanca, azul, porque la luz que la ilumina es azul” fueron incluidas en la categoría II a la que subyace una idea que implica asumir que el color depende de las características de la luz incidente, sin atender a la interacción que se lleva a cabo entre la luz y la materia y entre la luz reflejada y el sistema visual. Cuando las respuestas fueron del tipo “vemos roja porque el objeto refleja el rojo (de la luz incidente)” se las incluyeron en la categoría III que implica asumir que el color se debe a las características espectrales de la luz reflejada. Se asume aquí que se concibe que la interacción más relevante que se da en el proceso de percepción del color, es justamente la interacción luz – materia. Finalmente, las respuestas del tipo: “vemos una manzana roja porque ésta refleja principalmente el rojo de la luz blanca, la cual interacciona luego con el ojo – sistema visual, haciendo que la veamos de ese color” fueron agrupadas en la categoría IV, a la que subyace la idea de la ciencia escolar.

Dado que los estudiantes no siempre utilizan en una tarea el mismo modo de conocer para explicar los fenómenos, se considera que comparten aquel modelo que utilizan en al menos el 60% de los problemas planteados.

Una vez detectada la manera en que los alumnos explican los fenómenos en las distintas instancias de análisis, se estudian los cambios que sus modos de conocer sufren conforme avanza la instrucción. Este segundo análisis se realiza con el objetivo de hallar aquellas pautas de cambio experimentadas con mayor frecuencia por los estudiantes. En base a ellas se llegan a inferir los modos de aprender implementados por los alumnos al pasar de concebir los procesos perceptivos desde un saber intuitivo hacia otro más coherente con el de la ciencia escolar.

Tareas y procedimientos

Con el objetivo de arribar a datos concretos que permitieran concluir acerca de la manera en que cambian los conocimientos de los alumnos a lo largo de la enseñanza, se analizan las actividades elaboradas por ellos en etapas claves de la instrucción: iniciación,

desarrollo, aplicación y conclusión, que corresponden a las instancias previa, durante y posterior a la intervención.

En las *actividades de iniciación*, se presentan problemáticas cotidianas y las tareas requieren de los alumnos explicitar qué elementos consideran involucrados en el proceso de percepción del color, y cuáles son las interacciones que entre ellos reconocen.

En la actividad de *desarrollo* se solicita a los estudiantes que den una explicación acerca de por qué ven objetos de distintos colores cuando a todos se los ilumina con luz blanca, como así también (atendiendo a la mezcla sustractiva de pigmentos) por qué al mezclar dos pinturas distintas, la mezcla se percibe de un color diferente al que se percibía cada una de ellas por separado. Al momento de resolver esta actividad, ya se había estudiado formalmente en clase la naturaleza espectral de la luz blanca, como así también la interacción luz – materia (reflexión, transmisión y absorción selectiva) y se había comenzado con el abordaje de la visión cromática (a partir del análisis del funcionamiento del ojo humano respecto de la percepción del color).

La actividad de *aplicación* requiere que los estudiantes expliquen cómo y por qué percibimos objetos de distintos colores cuando están iluminados con luz blanca, pero también que predigan y justifiquen de qué color se percibirá determinado objeto si se modifica la radiación incidente, el pigmento que lo compone o si se lo observa a través de un filtro.

La *actividad de conclusión* se realiza inmediatamente después de culminado el proceso de enseñanza y fue tomada como actividad de evaluación por parte del docente del curso. Los alumnos fueron avisados con antelación del desarrollo de esta tarea individual, por lo que tuvieron la posibilidad de dedicar tiempo extraescolar al estudio de la temática en cuestión. En esta instancia, los estudiantes debieron resolver problemáticas que habían contestado al inicio de la instrucción, evaluar sus respuestas iniciales y completarlas y/o modificarlas si lo consideraban pertinente. A su vez se enfrentaron a problemas “nuevos” que no habían sido analizados explícitamente en clase.

En el anexo se presentan a modo de ejemplo, alguna de las actividades utilizadas en las distintas instancias de análisis.

Resultados

En la tabla 4 se presenta el tipo de concepción que cada uno de los estudiantes que participan de este estudio de caso, utilizó con mayor frecuencia para elaborar sus explicaciones respecto del proceso de percepción del color en las distintas instancias de análisis.

Tabla 4. Uso de distintas concepciones, por parte de cada alumno, a lo largo de la instrucción

Alumno	Inicial	Desarrollo	Aplicación	Conclusión
19	I	I	III	III
17	I	I	III	IV
26	I	I	II	III
11	I	III	II	III
15	I	III	III	III
29	I	III	III	III
14	I	III	III	III
21	I	III	III	IV
8	I	III	III	IV
16	I	III	III	IV
2	I	III	No Explica	III
23	I	IV	IV	IV

Los datos presentados en la tabla permiten observar que en la instancia *inicial* todos los alumnos explican en términos netamente intuitivos, asumiendo que se ven objetos de determinado color “porque están hechos o pintados así” (categoría I). A partir de esta concepción se asume que el color se ve (al igual que cualquier “característica” del objeto) cuando el objeto está iluminado y el observador lo mira. Así, los doce alumnos que participan en este estudio de caso, presentan una concepción construida en base al sentido común y la experiencia cotidiana, a la que subyace un razonamiento monovariado,

reduccionista y no sistémico. A su vez a dicha concepción (y tal como se ha presentado en la tabla 2) se la puede caracterizar por principios ontológicos y conceptuales de hecho o dato y estado y epistemológico de realismo ingenuo. Dicho modo de conocer se representa en la figura 2.

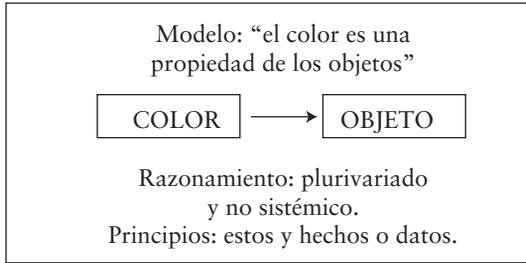


Figura 2. Modelo netamente intuitivo subyacente a la Categoría I

En la instancia de *desarrollo* se observa que la mayoría de los alumnos (ocho de los doce) utilizan el modelo coherente con el de la ciencia pero incompleto (involucrado en la categoría III) a partir del cual explican que se ven objetos de distintos colores porque están reflejando luz de distintas características. Desde esta concepción se concibe que el color está exclusivamente determinado por las características espectrales de la luz reflejada selectivamente por los objetos. En tanto el sistema visual adoptaría un rol pasivo: el de mirar los procesos que ocurren "fuera del observador" y dar "origen" al color. Este modo de conocer puede caracterizarse a partir de principios ontológicos y conceptuales de procesos y causalidad múltiples. La concepción compartida por estos estudiantes se representa en la figura 3.

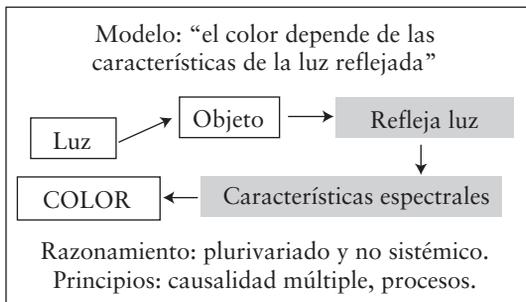


Figura 3. Modelo correcto pero incompleto en el contexto de la ciencia

Sólo uno de los alumnos logra usar en esta instancia la idea de la ciencia escolar (subyacente a la categoría IV). Dicha concepción está caracterizada por principios ontológicos y conceptuales de sistema e interacción y el concebirla implica un proceso superador del epistemológico de realismo ingenuo. Su uso conlleva la activación de modos de razonar no reduccionistas sino sistémicos y multivariados. El modelo subyacente a este modo de conocer se presenta en la figura 4.

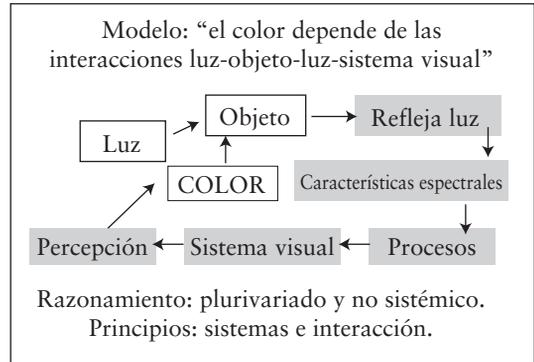


Figura 4. Idea de la ciencia escolar

El resto de los alumnos (tres de los doce) sigue usando la idea netamente intuitiva subyacente a la categoría I, la cual fue representada en la figura 2

En la instancia de *aplicación*, y pese a que el modelo de la ciencia escolar fuera ya presentado en clase de manera completa y explícita (lo que implica haber analizado de manera sistémica las interacciones luz – materia y luz – sistema visual), la mayoría de los estudiantes (ocho de los doce) hace uso del modelo correcto pero incompleto subyacente a la categoría III (representado en la figura 3). Sólo uno de los alumnos responde a esta actividad haciendo uso del modelo de la ciencia escolar (figura 4).

Dos estudiantes responden parcialmente a la actividad, usando ideas incorrectas e incompletas que implican considerar que el color depende exclusivamente de las características de la radiación que incide en el objeto. Esta manera de conceptualizar el fenómeno del color implica asumir, por ejemplo, que independientemente de las características del cuer-

po y de las del sistema visual del observador, el color percibido queda determinado por las características de la radiación incidente. Así, a todo objeto que se lo ilumine con luz amarilla, por ejemplo, se lo verá amarillo. El modo de conocer asociado a esta concepción se representa en la figura 5.

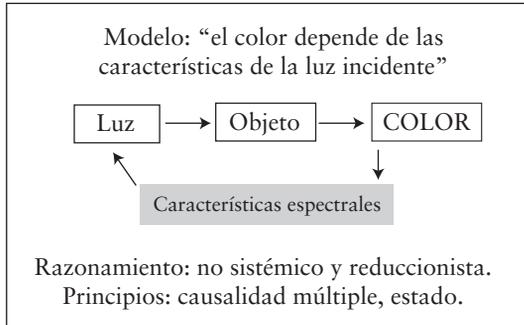


Figura 5. Modelo incompleto e incorrecto en el contexto de la ciencia

Finalmente en la instancia de **conclusión**, cinco de los doce alumnos usaron el modelo de la ciencia escolar (figura 4) y siete el modelo involucrado en la categoría III y representado en la figura 3.

En este momento final, entonces, la mayoría de los estudiantes usa modos de razonar menos complejos que los de la ciencia escolar, pero más coherentes con el saber que ésta propone que con el intuitivo, ya que se basan en causalidades lineales múltiples y procesos, e implican explicar el fenómeno del color en términos de modelos abstractos.

Vale destacar que un considerable porcentaje de alumnos tiende a utilizar los modos de razonar sistémicos y plurivariados propuestos por la ciencia escolar y ningún alumno tiende a usar ideas intuitivas.

Lo dicho hasta aquí permite concluir que, conforme avanza la instrucción, los modelos compartidos por la mayoría de los alumnos van ganando complejidad, sistematización y abstracción, en un proceso de paulatino acercamiento al modo de conocer característico de la ciencia escolar.

Si bien se observa que todos los alumnos experimentan un cambio sustancial, que les permite pasar de explicar el fenómeno en tér-

minos de hechos – datos y estados, a explicarlo en función de causalidades lineales simples y procesos (o sistemas e interacción en el caso de los que llegaron a compartir el saber de la ciencia escolar) no todos experimentaron las mismas transiciones entre categorías conceptuales y ontológicas y menos aún entre las mismas instancias de análisis.

Pero al analizar los cambios que fueron experimentados por mayor número de alumnos, se puede observar que los más representativos y significativos fueron dos:

- El paso del uso de un modo de conocer netamente intuitivo basado en principios ontológicos y conceptuales de hecho o dado y estado, a otro coherente con el de la ciencia escolar que implica explicar el fenómeno en término de causalidades lineales múltiples y procesos y atendiendo a modelos abstractos que implican concebir las interacciones entre la luz y la materia. El 75% de los alumnos experimenta un cambio como el descrito.

En este cambio los estudiantes incorporan simultáneamente a la luz y los objetos como variables a considerar para explicar el proceso de percepción del color y en la nueva concepción se les otorgan funciones más bien activas, en tanto la luz no sólo debe iluminar el objeto sino interaccionar con él, ya que éste absorbe y refleja selectivamente parte de la radiación que le llegó.

- El paso de concebir al proceso de percepción del color en términos de los procesos de absorción y reflexión selectiva que se dan al interaccionar la luz con el objeto, a concebirlo como producto de las múltiples interacciones que se producen entre la luz, los objetos y el sistema visual. Nueve de los doce alumnos que participaron de este estudio, experimentaron un cambio como el descrito.

Los cambios que se llevan a cabo con menor frecuencia, implican pasar de concebir el proceso de percepción del color en términos netamente intuitivos (figura 2) a concebirlos según lo propuesto por la ciencia escolar (figura 4). Dicho cambio fue experimentado por sólo uno de los doce alumnos.

Finalmente, el cambio que implica pasar de concebir que el color depende de las características de la luz incidente (figura 5), a conce-

birlo como consecuencia de las características de la luz reflejada selectivamente (figura 3) también resultó poco significativo, ya que fue representado sólo por dos de los estudiantes.

Estos resultados, entonces, permiten concluir que los alumnos, durante su proceso de aprendizaje, tienden a ir incorporando paulatinamente en sus explicaciones los distintos elementos involucrados en el proceso de percepción del color, para luego comenzar a integrarlos de manera dual: luz – objeto primero; luz reflejada - sistema visual en segunda instancia. Así, inicialmente tienden a explicar en términos netamente intuitivos. Luego, la mayoría pasa a utilizar un modelo coherente con el de la ciencia pero incompleto, a partir del cual se concibe al color como consecuencia de las características espectrales de la luz reflejada selectivamente por los objetos. Finalmente, de los estudiantes que lograron construir el modelo propuesto por la ciencia escolar, la gran mayoría lo hace a partir de complejizar y completar el modelo antes mencionado (incompleto pero “correcto”).

Conclusiones

En la introducción de este trabajo proponíamos que el aprendizaje de los modelos de la ciencia implicaría un proceso gradual y paulatino, durante el cual se construirían modos de conocer “intermedios” entre el saber inicialmente compartido por los estudiantes y el que se espera construyan con la instrucción, los cuales conducirían finalmente a la construcción de un modo de conocer coherente con el de la ciencia. Planteábamos entonces que pasar de concebir los fenómenos en términos de estados a concebirlos como procesos supondría un primer cambio ontológico importante para el aprendizaje de la ciencia, ya que implica establecer relaciones entre los conceptos. La posterior complejización debido a la instrucción de este modo de conocer, conllevaría a la comprensión de las relaciones en términos de sistemas, tal como hace la ciencia.

En relación a la componente conceptual, de aceptar los distintos fenómenos como hechos o datos se pasaría en primera instancia a rela-

cionarlos con ciertos procesos de causalidad lineal, basados en esquemas simples, unidireccionales. Estos análisis causales lineales podrían ir cobrando complejidad a medida que se incorporen o se sumen más factores causales, pasando de una causalidad simple de un solo factor o agente, a una causalidad múltiple, en la que la acción de varias causas se suma. Esto para finalmente llegar a comprender e interpretar los fenómenos en términos de relaciones de interacción dentro de un determinado sistema. Acompañando estos cambios estaría la superación del principio epistemológico de realismo ingenuo, que desencadenaría en la construcción de una noción más perspectivista que implique asumir que conocer es elaborar y utilizar modelos alternativos para interpretar el mundo que nos rodea.

Los datos obtenidos en el presente estudio permiten corroborar lo dicho, ya que observamos que la mayoría de los estudiantes construye en primera instancia un modelo que atiende a los tres elementos involucrados en los procesos perceptivos, pero reconoce explícitamente sólo a la interacción entre dos de ellos (luz – materia: reflexión, absorción, transmisión) otorgándole a la tercera un rol más pasivo (al sistema visual se le otorga la función de percibir lo que ocurre fuera de él). Luego, a partir de la complejización de dicho modelo (al comenzar a concebir también la interacción luz – sistema visual), un porcentaje considerable de alumnos construye el modelo coherente con el de la ciencia.

La mayoría de los estudiantes, entonces, construyó en principio modelos basados en causalidades lineales y procesos, modelos incompletos según el saber de la ciencia pero no incorrectos en función de lo que ella propone (el cual implica explicar que el color depende de las características espectrales de la luz reflejada selectivamente por los objetos). Y de los alumnos que llegaron a construir el modelo de la ciencia escolar lo hicieron utilizando como “plataforma” el mencionado modelo “intermedio”. Lo dicho indicaría, en concordancia con lo propuesto por otros autores (como por ejemplo Delval, 2004; Galili y Hazan, 2000; Pozo y Gómez Crespo, 1998) que el aprendizaje constituye un proce-

so paulatino y que no conlleva un cambio brusco o revolucionario del modo de conocer.

Se observó también que no implicaría un extremado esfuerzo conceptual “aceptar” que el color percibido está relacionado con la interacción que se produce entre la luz y la materia (dado que la mayoría de los alumnos construyen esta idea a lo largo de la instrucción), pero sí implica una mayor complejidad pasar a concebir al color como una percepción (donde el rol del sistema visual es más que relevante). En tal sentido, se observó que el primer cambio importante ocurre en etapas intermedias de la implementación de la propuesta, y es observado en un alto porcentaje de alumnos, mientras que el segundo recién se observa en la etapa de conclusión y no todos los estudiantes llegan a compartir el modelo de la ciencia escolar.

El principal problema que existiría al momento de construir una concepción coherente con la de la ciencia respecto de la visión del color es que inicialmente no se tiende a concebirlo como un fenómeno perceptivo sino como una propiedad del cuerpo. De hecho, para la vida cotidiana el color es algo que tienen los objetos naturales o artificiales y que con pigmentos se lo logra cambiar. Por otra parte, la luz que ilumina los cuerpos cotidianamente es la radiación blanca, por lo que no es común que intuitivamente se tenga presente el cambio de percepción por el cambio de iluminación, y con ello la importancia de ésta en el proceso de percepción del color. Sumado a esto, las personas incapacitadas para percibir colores son una minoría, y no resulta frecuente conocer este hecho y entonces reconocer con mayor facilidad que el sistema visual cumple una función indispensable en la percepción del color.

En definitiva el color, intuitivamente es algo que está en el objeto y fuera del cuerpo del observador. Se asume que el mismo se ve cuando la luz ilumina el objeto y el observador lo mira. Y en ausencia de luz, el color sigue existiendo en el objeto, aunque no se lo pueda ver, como no se ve “nada” si no está esta radiación.

Ante esta situación, con la propuesta didáctica se propuso estudiar en primer término las

características de la luz. Esto se debe a que resulta indispensable que se reconozca su composición espectral. Además resulta experimentalmente sencillo y esencialmente atractivo para los alumnos el estudio de este tema. Así, una vez reconocida estas características de la luz, se propone el abordaje de los fenómenos de reflexión, transmisión y absorción selectiva al estudiar la interacción luz - materia. Este sería el primer gran cambio en la manera de concebir el fenómeno del color, ya que se pasaría de concebirlo como algo propio del cuerpo a considerar que dependería de su interacción con la luz y de las características de la luz reflejada. Este cambio, por implicar una importante transición de categorías ontológica, epistemológica y conceptual, conlleva una gran complejidad. No obstante, las actividades planteadas y las experiencias realizadas, propician la construcción de este modelo intermedio (mucho más complejo que el intuitivo pero incompleto respecto del científico). Así lo muestran los resultados obtenidos en este estudio de caso, al hallarse que más del 90% de los estudiantes lo construyen durante la instrucción.

La premisa que se sostuvo al momento de diseñar la propuesta didáctica implica considerar que a partir de este modelo, y del conocimiento de que las células fotosensibles (conos) se estimulan y reaccionan ante la luz de determinados colores, conllevaría a la construcción del modelo de la ciencia escolar. Pero siempre se fue consciente de que éste implica el cambio más radical, porque no se puede dejar de tener en cuenta que la idea inicial de los alumnos conlleva una concepción muy sólida, sencilla y útil. En tanto el uso de la idea que se intenta construyan los alumnos con la instrucción, implica la activación de modos de razonar complejos y la utilización de modelos abstractos.

Esta situación, esta complejidad, se ven reflejadas en este estudio, en el hecho de que aún en la etapa de aplicación, cuando el modelo de la ciencia ya había sido presentado por el docente y se habían realizado distintas actividades que implicaban su aplicación en diversos situaciones, un considerable porcentaje de estudiantes no lograron utilizarlo para

resolver las situaciones planteadas, y en su lugar utilizaron el modelo intermedio. Este modelo que implica considerar que el color depende de la luz reflejada por los objetos, resultaría menos complejo que el “científico” pero aparentemente más útil y asequible que su inicial concepción y entonces lo usan en distintos contextos y con alta consistencia.

No obstante, se observó que en la etapa de conclusión y luego de que el docente discuta explícitamente con los alumnos las actividades propuestas en la etapa de aplicación y de haber otorgado tiempo extra para estudiar la temática abordada en clase, gran parte de los estudiantes logra aplicar dicho modelo.

Pero puesto que la mayoría de los estudiantes aplican el modelo de la ciencia recién en esta instancia de evaluación, no se podría afirmar que la construcción de esta concepción haya sido lo suficientemente sólida como para que los alumnos puedan aplicarla en diferentes contextos. Se considera que el uso prolongado y consistente de modelos construidos hace a su estabilidad conceptual. Se asume entonces, que estos alumnos se encontrarían en pleno proceso de transición entre un saber intuitivo y el propuesto por la ciencia escolar, cuando la instrucción se da por culminada. Pero, en función también de los cambios observados, se considera que es poco probable que se retomen modelos intuitivos y que a lo sumo, en lugar de usar el modelo de la ciencia escolar, tenderán a usar el modelo intermedio (coherente con aquel pero incompleto) construido como producto de la instrucción. En tal

sentido se observó que los estudiantes no vuelven a utilizar ideas netamente intuitivas o antagónicas con las de la ciencia durante la instrucción una vez construidos - utilizados los modelos coherentes con los de la ciencia.

Finalmente, se puede concluir que los modos de razonar y las concepciones de los alumnos han ido evolucionando con la instrucción desde unas basadas en hechos o datos construidos en base al sentido común y la experiencia cotidiana, a otras basadas en la consideración de complejas interacciones que se explican en términos de modelos conceptuales abstractos. Es decir que el aprendizaje ha sido paulatino.

Cabe destacar finalmente, que el uso de las concepciones incompletas respecto de la ciencia, que terminan compartiendo la mayoría de los estudiantes, implica un proceso superador del realismo ingenuo, principio epistemológico propio del modo de conocer cotidiano, ya que indicaría que estos estudiantes, si bien no han construido significativamente el modelo de la ciencia escolar, estarían transitando exitosamente el proceso de aprendizaje implicado en la construcción paulatina de las concepciones científicas. No obstante resulta indispensable hacer hincapié en la necesidad de seguir abordando esta temática en clases de ciencia para otorgar a todos los alumnos las instancias y el tiempo necesario para acercarse cada vez más (y de manera paulatina) al saber de la ciencia, tan distante ontológica y conceptualmente del saber que compartían antes de la instrucción.

Referencias

- Bachelard, G. (1985). *La formación del espíritu científico*. XII edición. Buenos Aires: Ed. Siglo XXI.
- Bravo, B. (2002). *Aprendiendo sobre la luz y el color. Un estudio longitudinal en E.G.B. 2 y 3*. Trabajo Final Especialización en Enseñanza de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ingeniería. UNCPBA.
- Bravo, B. y Rocha, A. (2004). Aprendiendo sobre la luz y el color en Segundo Ciclo de Educación General Básica (E.G.B.). *Journal of Science Education. Revista de Educación en Ciencias*. Colombia. vol.5 N°1. Pgs 43-46.
- Bravo, B. y Pesa, M. (2005) Concepciones de alumnos (14-15 años) de educación general básica sobre la naturaleza y percepción del color. *Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias*. vol 10. N°3.
- Bravo, B., Pesa, M. y Pozo, J.I. (2008) El saber de la ciencia en relación a la visión y el color. Una propuesta para su enseñanza. *Memorias I Congreso Internacional de Didácticas Específicas*. (Argentina)
- Braunmüller M., Bravo, B. y Rocha, A. (2003a). Aprendiendo acerca del color en 3° ciclo de E.G.B. Los

- principios conceptuales que subyacen a las ideas de los alumnos. *Memorias III Congreso Nacional y I Internacional de Investigación Educativa "Laberintos y encrucijadas"*. (Argentina)
- Braunmüller M., Bravo, B. y Rocha, A. (2003b) Aprendiendo acerca del color en 3º ciclo de E.G.B. Los principios ontológicos que subyacen a las ideas de los alumnos. *Memorias REF XIII*. (Argentina)
- Chi, M.T.H. (2002) Conceptual Change within and across Ontological Categories: Examples from Learning and Discovery in Science. En: Limón, M. y Mason, L (eds) *Reconsidering Conceptual Change: Issues in Theory and Practice*, Londres: Kluwer academic publishers.
- Chauvet, F. y Kaminsky, W. (2002) Una tendencia del razonamiento: materializar los elementos de la física. En: L.Viennot *Razonar en física. La contribución del sentido común* Madrid: A. Machado libros, SA.
- Delval, J. (2004) *El desarrollo humano*. Madrid: Siglo Veintiuno de España Editores S.A. Segunda Edición.
- Feher, E., y Meyer, R. (1992). Children's conceptions of color. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (5), 505 - 520.
- Feynman, R., Leighton, R. y Sands, M. (1971) *The Feynman. Lectures on Physics. Vol. I , Mechanics, Radiation and Heat*. Edición bilingüe. México: Ed. Fondo Educativo Interam.
- Flak, F., Brill, D. y Stork, D. (1990) *Seeing the Light. Optics in nature, photography color, vision and holography*. NY Harper & Road Pub.
- Galili I., Hazan, A. (2000) Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education*, 22 (1), 57 - 88.
- Monserrat, J. (1998) *La percepción visual. La arquitectura del psiquismo desde el enfoque de la percepción visual*. España: Ed. Biblioteca Nueva, S.L.
- Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencias. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ed. Morata SL.
- Pozo, J.I. (2001). *Humana mente. El mundo, la conciencia y la carne*. Madrid: Ed. Morata. SL.
- Vosniadou, S. y Brewer (1994) "Mental models of the day/night cycle", *Cognitive Science*. 18, 123-183

ANEXO

Actividad de Iniciación: "Nuestras Ideas"

- 1.- Explica, de la manera más COMPLETA Y DETALLADA posible qué sucede para que veamos roja a una manzana deliciosa cuando la iluminamos con un foco común. Complementa tu respuesta con un esquema explicativo
- 2.-

a. ¿Por qué al utilizar este velador veo a las paredes amarillas siendo que habitualmente las veo blancas?



b. ¿Todos los seres humanos verán la pared del mismo color que yo?

- 3.- María decora fiestas de cumpleaños. En esta oportunidad preparó este vistoso aperitivo. Utilizó para ello agua, limón y colorantes. ¿Por qué al utilizar colorantes, el limón se ve rojo, el hielo azul y el agua verde?

*Actividad de Desarrollo: "Mezclando pigmentos"*

- 1) Un pintor compró pinturas cian, amarillo y magenta para pintar frutillas y limones en un cuadro que le habían solicitado desde una frutería para decorar el nuevo local cuya iluminación se realiza con luz blanca. Para pintar las frutillas, mezcló pinturas cian y amarillo; para pintar los limones utilizó pintura amarilla.
- ¿De qué color se verán las frutillas del cuadro? ¿Por qué?
 - ¿Qué pinturas debería utilizar para pintar las hojas de las frutillas a fin de que se perciban verdes? ¿Por qué?
 - ¿De qué color se verán los limones del cuadro? ¿Por qué?
 - Para obtener pintura blanca y terminar el cuadro decidió mezclar las tres pinturas que compró. ¿Tomó una decisión correcta? ¿Por qué?

AYUDITA: A continuación te presento una representación de la composición de las luces reflejadas y transmitidas de objetos que se ven cian, amarillo y magenta.



Actividad de Aplicación: “Integrando variables”

- 1) Sofía, una adolescente, acudió a un negocio para comprar un suéter. Una vez dentro de la tienda, eligió uno de color rosado. Cuando volvió a su casa, y se lo probó delante de su mamá, observó con gran sorpresa que su prenda se veía ahora blanca: ¿qué pudo haber sucedido?
- 2) En un espectáculo musical, el iluminador “juega” con las fuentes de luces para producir distintos efectos. Logra así asombrar a los espectadores logrando que:
 - a) Vean el telón, que inicialmente se veía verde, azul!!
 - b) Vean la ropa de uno de los músicos, que inicialmente se percibía “blanca” rojo!!!! ¿Cómo logró tales efectos?. Justifica tu respuesta
 - c) Vean el jean del guitarrista... negro!!!!
- 3) Una decoradora de tortas, intenta representar en su pastel una cancha de fútbol. Se quedó sin “colorante verde” y planea lograr el efecto deseado, mezclando otros colorantes que posee.
 - a) ¿De qué color debieran verse los colorantes para que su mezcla se vea verde?
 - b) ¿Cómo explicarías que se perciben diferentes los colorantes antes y después de mezclarlos?

Actividad de Conclusión: “¿Qué y cómo aprendimos?”

- 1) Relee las respuestas que elaboraste a las actividades “Nuestras Ideas” realizada antes de comenzar a analizar juntos el tema “¿Cómo y por qué vemos cómo vemos?”
- 2)
 - a) A partir de todo lo analizado hasta el momento, decide si cambiarías alguna de ellas.
 - b) En caso de decidir modificar o ampliar alguna, da tu nueva respuesta.
 - c) Comparando tus respuestas iniciales y finales: ¿qué podrías concluir acerca del aprendizaje que has experimentado?
 - d) Crees importante haber estudiado el tema “¿Cómo y por qué vemos cómo vemos?”. Justifica tu respuesta.
 - e) Da tu opinión acerca de la manera en que se desarrollaron estos temas. Destaca aquellos aspectos que te ayudaron más a aprender sobre el tema analizado y aquellos que no te ayudaron tanto. No te olvides de aclarar por qué te parecieron así.

Recibido el 9 de julio de 2008 – Aceptado el 20 de agosto de 2008