

El color*

Diego Armando Castro y otros¹
Colegio Agustiniano de San Nicolás

Vamos al laboratorio! Esta invitación del profesor de química, produce una transformación en los estudiantes. Se ven rostros de alegría que invitan a acercarse a lo desconocido, a descubrir otra verdad, quizás a sentirse produciendo conocimientos de ciencia.

Pero las expectativas de los estudiantes no se ven colmadas cuando empieza la práctica de laboratorio: se descubre que lo tan anhelado, es lo mismo de la clase, una repetición de pasos para obtener un producto predeterminado. Los estudiantes que llegan al resultado dado en la bibliografía son los que 'saben', y quienes no lo obtienen, ejecutaron mal los pasos, por tanto no prestaron suficiente atención a la explicación del profesor.

Esta situación nos remite a los fundamentos tradicionales de la enseñanza. Se considera, por una parte,

* Ponencia presentada en el III Encuentro Ibero Americano de Colectivos y Redes de Maestros que hacen Investigación desde la Escuela, Santa Marta, Colombia, julio de 2002.

¹ Rosa María Galindo, Escuela Pedagógica Experimental. Rubiela Martínez, CED Manuel Elkin Patarroyo. Fabiola Moreno, Amparo Otero, Colegio Nacional Nicolás Esguerra, Clara Inés Chaparro Susa, Universidad Pedagógica Nacional.

resultado de las interacciones

que el estudiante, para comprender los fenómenos disciplinarios, no ha pensado sobre lo que se le enseñará y que su papel en los procesos escolares es el de relacionarse con los conocimientos ya establecidos por las comunidades científicas. Por otra parte, los procesos pedagógicos se organizan secuencialmente a partir de una idea de linealidad que conduce de lo simple a lo complejo en rutas predeterminadas.

Frente a esto, pensamos en la posibilidad de recuperar las formas de pensamiento de los estudiantes como sus habilidades en el terreno del razonamiento, e invertir las secuencias usuales en cuanto se parte de situaciones complejas (cotidianas). Al hacerlo se encuentra la posibilidad de, primero, mantener en el desarrollo de la actividad un sentido para el estudiante (y para el maestro); segundo, contar en todo momento con las informaciones disponibles para enfrentar las situaciones problemáticas que se presentan, y tercero, mantener en las actividades el protagonismo de quienes plantean y adelantan la investigación.

Las actividades se concretan en propiciar múltiples interacciones:

- La interacción permanente de los estudiantes con el fenómeno que se estudia. Por tratarse de un verdadero problema, los interrogantes que se suscitan no pueden preverse y los senderos que se recorren son indeterminados.
- Las interacciones discursivas en la búsqueda de explicaciones, montajes y problemas, crean un clima de búsqueda colectiva entre los estudiantes.
- La interacción del grupo con las informaciones disponibles a través de consultas a especialistas, en textos o en redes.

El grupo

Convencidos de que la clase de ciencias debe generar confianza en nuestra capacidad de entendimiento y explicación sobre los fenómenos naturales, nos encontramos, hace 4 años en la *Corporación Escuela Pedagógica Experimental* (C.E.P.E) como respuesta a la invitación a participar en el grupo de *Fomento a la investigación*, y descubrimos que nos movían intereses

comunes en torno a la química y su enseñanza. Estos intereses se presentaban y presentan en forma de pregunta: ¿Cómo cambiar la clase de ciencias? ¿Cómo hacer que los estudiantes generen conocimiento científico? ¿Cómo posibilitar experiencias de construcción de explicaciones sobre los fenómenos químicos en las aulas? Estos interrogantes y otros nos convocaron a la búsqueda de fundamentos epistemológicos contemporáneos desde los cuales alterar significativamente nuestras clases de ciencias, trascendiendo las recetas didácticas de moda presentadas en los textos. Para hacer posible dicha transformación, elaboramos tres proyectos de investigación².

Las actividades

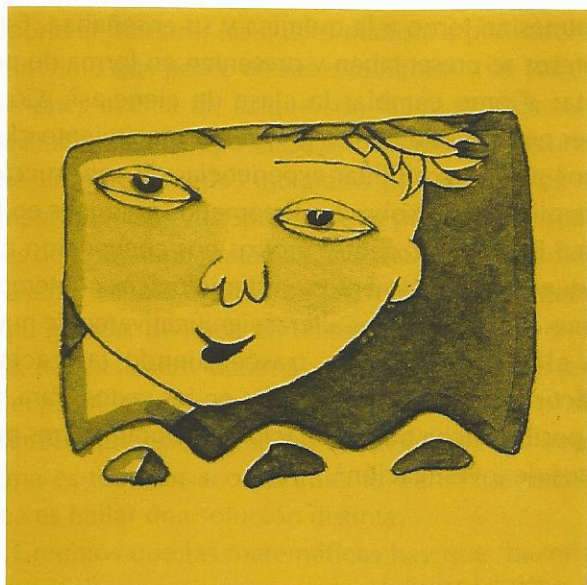
El equipo de trabajo se dio a la tarea de proponer, en el contexto de los proyectos de investigación interinstitucional, actividades centradas en la construcción de problemas de conocimiento relacionados con «fenómenos naturales» de nuestro entorno, los cuales son de gran interés para los estudiantes y, por su puesto, para los docentes. Algunos han sido: *el fenómeno de la fermentación, el fenómeno del jabón y el fenómeno del color*, al cual nos referiremos en este texto.

Presentamos algunos de los procesos desarrollados en dos de las instituciones en las que se realizó el trabajo con estudiantes entre los 13 y los 17 años.

En la *Escuela Pedagógica Experimental*, la exploración se inició cuando la maestra Rosa María llevó a la clase elementos que colocó sobre la mesa: betún, tiza, hojas de geranio, flores, crayolas, gaseosas, greda, y preguntó a los estudiantes si era posible extraer los colores de estas sustancias y cómo podría hacerse.

Ante esta pregunta, los estudiantes propusieron diversas formas de separar las sustancias como filtración, calentamiento, disolución en diversos disolventes, macerado y destilación, métodos encontrados en textos, enciclopedias, con especialistas; es decir, en la infor-

² *Las sustancias como emergencias. De la certeza del número atómico a la incertidumbre de las interacciones*, financiado por el IDEP y la CEPE, en 1999. *Los fenómenos naturales como emergencias. De la certeza de las propiedades intrínsecas a la incertidumbre de las interacciones*, financiado por el IDEP y la CEPE, en 2001 el cual se realizó a nivel interinstitucional y *De las disciplinas a los niveles de organización una mirada a la enseñanza de las ciencias desde el constructivismo radical*, proyecto que está en evaluación en COLCIENCIAS para realizarlo en 2002.



mación disponible que consultan los estudiantes y que resulta ser significativa para la resolución de su problema. Los estudiantes conforman 4 grupos y durante varios meses trabajan en la tiza, la gaseosa, las crayolas y las plantas, realizando diversos procesos con el fin de encontrar sus propios métodos para extraer el color de cada muestra. Todos los grupos elaboraron alternativas. Por ejemplo, el de las crayolas tomó el camino de la elaboración de las mismas (abandonando la descomposición y el análisis).

Los estudiantes que trabajaron con las gaseosas, luego de varios intentos de filtración, cromatografía y calentamiento, procesos consultados para su trabajo, diseñaron un procedimiento para decolorar, como ellos lo exponen:

“El método de decantación fue el producto del intento realizado para espesar la gaseosa con maizena con el fin de hacer más eficiente la cromatografía, pero esta vez la mezcla no se calentó, después de un tiempo nos dimos cuenta que no se había espesado, pero observamos que se separaba el colorante, pues las partículas de maizena y colorante bajaron al fondo del recipiente.”

Otro proceso seguido para comprender el fenómeno del color, fue el de los profesores Diego y Marco, en el espacio académico *Trabajo Científico* del Colegio Agustiniiano. Con los estudiantes mezclamos témperas de color morado con blanco, se pide la predicción an-

tes de la práctica y generalmente se concluye que el color a obtener es un morado más claro. Realizamos la práctica y el resultado es el esperado.

Cuando se pide la explicación de lo sucedido, se responde desde la teoría del color de Newton (los estudiantes buscan la información interesados en lograr una respuesta a sus problemas de conocimiento, esto es muy importante en el proceso pedagógico, ya que se trata de hacer actividades donde los estudiantes identifiquen las diferencias entre información y conocimiento). Luego pasamos a la mezcla de la tintura de repollo morado, (obtenida a partir de hojas de repollo morado con agua en ebullición), con leche de magnesia, de color blanco, y observamos que las predicciones apuntan a la obtención de un morado más claro; pero aparece un color ¡verde?!

La explicación de lo sucedido no concuerda con la teoría del color de Newton. Unos repiten la práctica con más cuidado para buscar alguna alteración en el proceso; otros, dan explicaciones desde la clorofila, la reorganización atómica de la sustancia, hasta la luz no fue suficiente.

Obtenemos varias explicaciones que se salen de lo predeterminado como verdad lógica y abre una expectativa de incertidumbre. Lo que sucede allí no corresponde a las explicaciones desde la luz, los flavonoides, los pigmentos, la acidez o basicidad de las sustancias, la cantidad, el tiempo, la temperatura, los colorantes naturales o artificiales entre muchos más.

Para explicar este tipo de situaciones no es posible reducirlas a una disciplina de conocimiento.

En la actividad de extracción de colorantes en gaseosas, Luis Camilo y David escriben:

“El método de filtración utilizado con las gaseosas Postobón no funcionó debido a que las moléculas del colorante son más pequeñas que los poros del filtro. La cromatografía no funcionó debido a que la tira de papel filtro logró absorber el colorante de la gaseosa”; “con el método de decantación realizado con maizena a temperatura ambiente, sirvió para separar el colorante de la gaseosa, pues las partículas del colorante se habían adherido a las de la maizena y como la maizena es insoluble en agua, las partículas de maizena y colorante bajaron al fondo del frasco por gravedad”.

Estas explicaciones se caracterizan por considerar la interacción de variables como tamaño de las moléculas, absorción, gravedad y temperatura.

Por otra parte, cuando se pregunta a los estudiantes *¿cuál es la concepción de color antes de iniciar el proyecto y cuál tiene actualmente?*

Diego Armando nos dice:

“Pensaba que el color era un fenómeno físico de la luz o el color captado en los seres vivos, ahora pienso que es una sensación experimentada por los seres humanos y determinados animales, la percepción del color es un proceso neurofisiológico muy complejo, y no sólo tiene valores e influencias físicas y químicas, sino también culturales, tecnológicas y demás.”

Néstor Gabriel:

“Antes tenía una concepción psicológica, ahora pienso que el color es una sustancia que se hace a partir de la luz, la cual es el principio de todos estos, este puede tomarse de varias formas: psicológica, industrial, científica, comercial, artística, etc. El color, aunque teorías hechas por Newton y por Hertz, es un fenómeno complejo que todavía le falta mucho por investigar, que es lo que estamos tratando de hacer por varios medios y con diferentes expectativas de experimentación en cuanto a cada proyecto.”

En este caso, indica que el color es una interacción entre luz, objeto visible y sujeto, y además tiene influencia cultural. Pensamos que estas explicaciones tienen elementos de lo que hemos denominado el *Modelo de interacciones*.

Análisis desde el equipo

Como resultado de los procesos, los participantes elaboraron explicaciones que podemos agrupar en cuatro modelos: el *impresionista*, el *sustancialista*, el *revelador* y el de *interacciones*. A continuación presentamos una síntesis de este último.

Modelo por interacciones

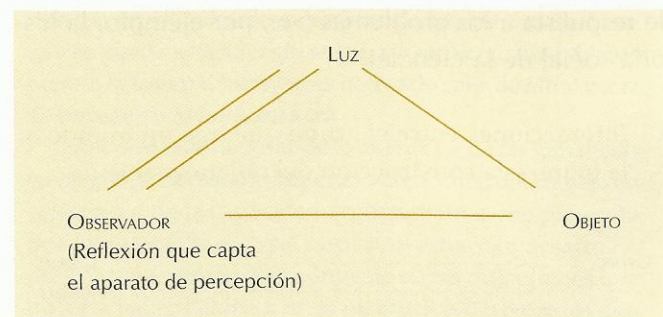
En los textos de ciencias, el color se explica como un fenómeno en donde interactúan la vista y la luz refleja-

da por los cuerpos; sin embargo, esta interacción se puede catalogar como positivista, pues el observador; es decir, el órgano de la visión, sólo capta la onda del espectro electromagnético, que es reflejada por el objeto. Intentando superar esta perspectiva objetivista clásica, las interacciones son múltiples y quien observa modifica significativamente el estímulo lumínico, al punto que el observador se vuelve activo al asignar a la información un sentido particular, por eso podemos decir que cada cultura ve en las frecuencias electromagnéticas colores distintos. El modelo por interacciones relaciona la nominación y la construcción del objeto visible por parte del sujeto, mediada, a su vez, por la estructura cultural. Las interacciones se presentan en diferentes niveles de organización. Dichas organizaciones se dan en el objeto, en la cultura y el sujeto, de donde pueden emerger organizaciones resultantes de las interacciones objeto-cultura-sujeto.

El modelo se sustenta en el principio: la realidad es un constructo que elabora el ser humano y que depende directamente del contexto cultural del que forma parte.

Para toda construcción de los fenómenos naturales son necesarias las interacciones. Para el color vemos tres tipos.

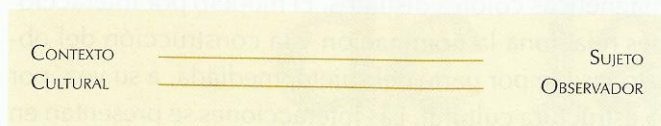
1. Las interacciones existentes entre luz - objeto visible - sujeto observador



Como se ha dicho, no basta con la relación entre luz reflejada por el objeto y ojo del observador para dar cuenta de lo que se entiende por color, que aunque esta teoría sea generalizada, no explica la distinción de gamas que los seres humanos hacen en occidente y en oriente, y mucho menos explica la distinción de colores que observan las comunidades indígenas en las selvas, por ejemplo. Es necesario involucrar nuevas interacciones que nos permitan elaborar explica-

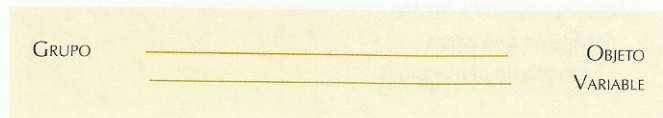
ciones a los colores que vemos. Al saber que están mediados por nuestros aparatos sensitivos y por los condicionamientos culturales, nos permiten encontrar respuestas a problemas particulares, como los colores en las sustancias o el color en la historia de la pintura.

2. La interacción sujeto-observador-contexto. Es significativo cómo mira, desde dónde mira; es decir, dónde está situado el observador:



En este sentido, hacemos énfasis en el conocimiento de nuestra realidad cultural, en tanto ésta proporciona un sentido particular a los fenómenos estudiados desde las ciencias naturales. Como se ve, cuestionamos la perspectiva universalista de las teorías científicas y nos acogemos al conocimiento local en las ciencias, lo cual no quiere decir que desechemos las teorías científicas que han sido elaboradas desde la perspectiva objetivista. Las asumimos con cierto grado de aplicabilidad, pues sabemos que los problemas de investigación son trabajados por seres humanos que comparten una sociedad y un conocimiento particular, y ello determina el tipo de respuesta a los problemas (ver, por ejemplo, la historia social de la ciencia).

3. Interacciones entre el grupo que trae un mundo a la mano y la construcción del objeto visible.



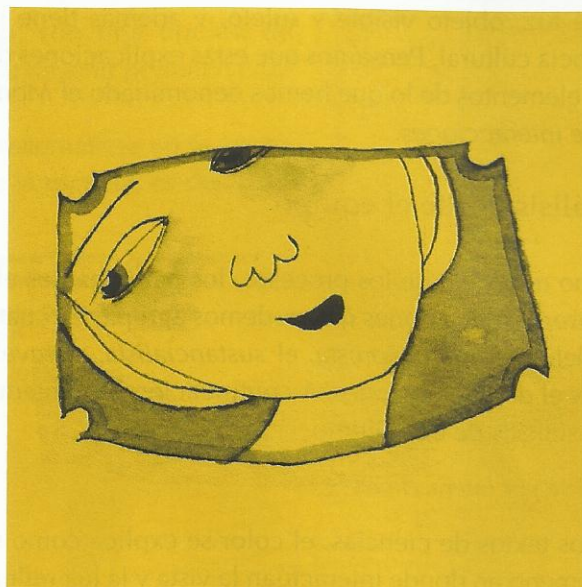
En esta interacción hacemos énfasis en la existencia de los grupos y en la elaboración colectiva de conocimientos. Para el campo de la educación, no es lo mismo una elaboración de tipo individual que una colectiva. Estamos seguros que la escuela contemporánea debe enriquecer de experiencias de trabajo colectivo en los estudiantes, pues es una de las formas más exitosas en la actualidad para producir conocimientos, particularmente en el campo de las Ciencias Naturales.

En este sentido, lo que un individuo termina *viendo*, es decir construyendo en su realidad, está mediado por la confrontación y aporte de los demás miembros del grupo, amén de las actitudes de solidaridad, respeto por el otro y reconocimiento de las diferencias, que un trabajo en equipo proporciona en la formación de los estudiantes como seres humanos.

Comentarios

En el proceso, los estudiantes construyen el fenómeno, en donde el diseño, el montaje el experimento, la realización de predicciones, la construcción de generalizaciones y la identificación de variables desempeñan un papel preponderante en su elaboración. De la misma manera, a partir de la interacción de múltiples variables se construye un ambiente educativo dinámico, a través del ejercicio de la argumentación tanto escrita como verbal, que se valida en el debate colectivo.

A través de los fenómenos estudiados con los estudiantes, se puede afirmar que es posible hacer ciencia en el aula. Las actividades que se realizan se hacen en torno a preguntas legítimas de los estudiantes que apuntan a la acción y a la comprensión. Pero esto se da en la medida en que se reconoce el conocimiento como posible en la institución escolar, gracias a que se cree que cada individuo es consciente de lo que ha logrado en un ambiente en donde el deseo por saber, la elabo-



ración de explicaciones y la argumentación, constituyen un espacio democrático.

Las características de los espacios pedagógicos que posibilitan construir explicaciones que comprometan la perspectiva de las interacciones son: la confianza en la propia racionalidad de los participantes del proceso educativo, el trabajo colectivo donde la discusión, la responsabilidad y la actitud de búsqueda conjunta se constituyen en elementos que permiten concretar los proyectos que adelantan los estudiantes; la relación del maestro y el estudiante, cuya actuación va más allá de la construcción del conocimiento, para darle más importancia a los afectos que al reconocimiento mutuo, hacen de la clase una instancia de investigación y, por último, la flexibilidad del *currículo*, que debe propiciar la institución con la intención de estudiar problemas significativos para el estudiante y para el maestro, que, en algunos casos, se convierten en proyectos genuinos; es decir, que tienen carácter de novedad, en tanto nadie ha pensado esos problemas, y por lo tanto no existe información específica disponible.

De este modo el conocimiento producido entra a enriquecer el ámbito disciplinar en el que se trabaja. **n**

Diálogo del conocimiento

Pensar un experimento que no venga de las ciencias, no es fácil; desarrollar una práctica pedagógica que establezca vínculos entre la información y su uso práctico en colectivo, no es fácil, e intentar escribir una práctica pedagógica que pretenda dar cuenta de un hecho científico, tampoco lo es. Esta experiencia que muestra un fuerte espíritu de búsqueda pedagógica y disciplinar, realiza importantes avances en el desarrollo y consolidación de actitudes científicas en los estudiantes, de sus capacidades argumentativas, y de la alteridad.

Son valiosas las estrategias didácticas empleadas; no hay nada mejor que trabajar en clase con aquello que cuestiona la vida del estudiante. Y es todavía mejor cuando las problemáticas surgen de los estudiantes; es decir, cuando el maestro, que ha trabajado hombro a hombro con ellos y ha indagado sus preocupaciones, detecta carencias conceptuales en su área. En nuestro caso, el *'equipo de trabajo se dio a la tarea de proponer [...] actividades centradas en la construcción de problemas...'* La ganancia pedagógica allí, se ve disminuida.

A pesar del esfuerzo por la construcción en colectivo de conocimiento, se cae en la paradoja de construir sobre una construcción y luego hacer una crítica al contexto. Es decir, los hallazgos de los maestros que intervienen en la experiencia son constructos, así como las preguntas que los cuestionan. Palabras más, palabras menos, los problemas planteados ya estaban determinados, y si esto es así, también lo estaban sus repuestas. Es un viejo problema platónico. Es frecuente caer en la paradoja, y es difícil salir de ella. Me gusta más la noción de elaborar conocimiento pedagógico a partir de una práctica juiciosa. Es el valor de esta experiencia que, insisto, es más pedagógica que científica.

Germán Gaviria Álvarez
UPN. CIUP. Red CEE.