

MACROSECUENCIA INSTRUCCIONAL PARA LA ENSEÑANZA DEL COLOR

A.L. Pérez Rodríguez, M.I. Suero López, F. Díaz González y P.J. Pardo Fernández.

Grupo Orión. Área de Óptica. Dpto. de Física de la UEX.

<http://www.unex.es/~optica> ; suero@unex.es

RESUMEN

La interdisciplinaridad del Color ha originado que, al poder ser estudiado en diferentes áreas de enseñanza (aunque de manera parcial en cada una de ellas), no sea tratado adecuadamente en ninguna. Por esta razón, hemos realizado una revisión de los contenidos de enseñanza referidos al Color que aparecen tanto en la enseñanza secundaria como en la universitaria. Este estudio ha puesto de manifiesto una gran deficiencia en el tratamiento de este tema, por lo que hemos elaborado una Macrosecuencia Instruccional para la enseñanza del Color compuesta por un total de 50 Mapas Conceptuales conectados entre sí de manera interactiva constituyendo un Mapa Conceptual Tridimensional.

Esta Macrosecuencia incluye tres niveles de elaboración, el primero de ellos para alumnos de segundo ciclo de E.S.O., el segundo para alumnos de Bachillerato y el tercero para alumnos de primer curso de Universidad. Se ha realizado siguiendo lo establecido por la Teoría de la Elaboración de Reigeluth y Stein, con algunas aportaciones originales, como son: a) considerar los fenómenos físicos como un nuevo tipo de contenido de aprendizaje (además de los clásicos: conceptos, procedimientos y actitudes), b) proponer que dichos fenómenos sean utilizados como contenido organizador y c) incluir el tratamiento de las preconcepciones.

INTRODUCCIÓN

El Color forma parte integrante de nuestra vida cotidiana. Lo percibimos en todo lo que nos rodea y es un atributo esencial de nuestro sentido de la vista. Desde los comienzos de nuestra formación se nos ha presentado como una cualidad relevante y diferenciadora de los objetos que nos rodean, pues desde que nacemos una de las cosas que más llama nuestra atención son los Colores. Nos sería imposible imaginar un mundo en blanco y negro, sin Colores. Podríamos decir que el concepto de color nace a la vez que el propio hombre y, aunque no es nuestra intención realizar un estudio histórico de su evolución, queremos destacar que sobre el mismo, existen pronunciamientos desde los orígenes de la historia (Marechal, 1980).

Por esta razón, es muy utilizado como medio de enseñanza, por ejemplo, en la educación infantil no hay libro de texto que no lo utilice abundantemente y en el resto de los demás niveles del Sistema Educativo cada vez se usa y posiblemente abusa de su utilización.

Muchas de las opiniones que grandes pensadores, tales como Platón, Aristóteles, Newton, Goethe, etc. han dado sobre el concepto de Color, coinciden con las ideas que

sobre el mismo vierten muchas personas, carentes de instrucción específica, en el momento actual (1). Esta circunstancia viene a consolidar la idea apuntada de que este concepto es tratado siempre de una forma intuitiva y primaria, con los riesgos que ello acarrea, ya que, por lo general, los conocimientos obtenidos por la vía de las enseñanzas regladas son, casi siempre, nulos y sólo un pequeño porcentaje de la población posee formación, aunque sea elemental, sobre Color, Percepción Cromática, Colorimetría, etc.

Como se indica en el resumen de este trabajo, hemos realizado una revisión de los contenidos de enseñanza referidos al Color que aparecen tanto en la enseñanza secundaria como en la universitaria en la que se ha puesto de manifiesto una gran deficiencia en el tratamiento de este tema, incluso es frecuente encontrar errores, en principio conceptuales, en diferentes publicaciones, incluso científicas cuando utilizan terminología específica sobre este tema. Nuestro grupo de investigación ha coordinado la publicación de un libro de texto de 2º de Bachillerato (2) (realizado por más de 100 autores) en el que se cuida especialmente el tratamiento de este tema. Dicho libro, junto al material complementario que lo acompaña, ha sido distinguido con el primer premio de “Física en Acción” de este año (3).

EL COLOR EN LA ENSEÑANZA

En la Enseñanza Secundaria Obligatoria se encuentra una gran ausencia de este tema y cuando aparece lo hace en forma confusa pues en la única referencia encontrada en las propuestas correspondientes al Primer Ciclo y dentro del apartado Luz y Visión, se establece:

“Comprender que la luz blanca está formada por tres colores primarios, que cualquier luz coloreada es consecuencia de una mezcla de estos tres colores primarios, y que el color de los objetos depende de los colores de la luz que reflejan y de la luz con que se iluminan”.(MEC, 1995, p.247)

En cuanto al nuevo bachillerato, dentro de la Física se propone:

“ Para explicar la visión del color, hay que distinguir entre los objetos que emiten Luz (como la TV), en los que se produce mezcla aditiva, y los que no emiten, en los que los colores se forman sustractivamente, por absorción selectiva de determinadas bandas y reflexión difusa de los colores complementarios”. (MEC, 1995).

En la enseñanza universitaria encontramos la misma problemática pues, cuando se analizan los descriptores referentes a los contenidos sobre aspectos relacionados con el Color en los programas correspondientes a disciplinas generales de Física o Química raramente se encuentra este tópico y , cuando aparece, las encuestas indican que raramente se imparten a los alumnos de iniciación universitaria, no ya conocimientos sobre Color o Colorimetría, sino ni siquiera de Óptica en general.

En diferentes licenciaturas o diplomaturas (Física, Química, Óptica y Optometría, Psicología) donde aparece la Óptica como asignatura obligatoria, raramente se imparten conocimientos sobre Color en la docencia efectiva.

SÍNTESIS DE LA TEORÍA DE LA ELABORACIÓN DE REIGELUTH Y STEIN

Para desarrollar el tema del Color se ha diseñado una Macrosecuencia de aprendizaje teniendo en cuenta lo establecido en la Teoría de la Elaboración de Reigeluth y Stein.

La Teoría de la Elaboración de Reigeluth y Stein (4) se basa principalmente en establecer cómo organizar, secuenciar e impartir la enseñanza de unos determinados contenidos. Reigeluth propone una secuencia en espiral, es decir, se parte de un epítome que se va desarrollando en diferentes niveles de elaboración.

Como cada materia tiene unas características específicas, las prescripciones generales de la teoría de la elaboración deben ser adaptadas a cada una, para evitar inconsistencias en cuanto a aspectos no tenidos en cuenta en el proceso de aprendizaje de los alumnos. En el caso particular de la Física (5), creemos necesario hacer las siguientes aportaciones:

- 1) Considerar los fenómenos físicos como un nuevo tipo de contenido de aprendizaje (además de los clásicos: conceptos, procedimientos y actitudes).
- 2) Proponer que dichos fenómenos sean utilizados como contenido organizador.
- 3) Incluir el tratamiento de las preconcepciones.

Según la Teoría de la Elaboración de Reigeluth y Stein, el desarrollo de cualquier secuencia de enseñanza-aprendizaje comienza por un epítome inicial que es una primera visión panorámica de los contenidos más generales que posteriormente se pretenden desarrollar con detalle. En el epítome se sintetizan aquellas ideas más generales en un mismo nivel, que se retomarán y consolidarán cada vez que se profundice un poco más en los contenidos, de modo que las relaciones de conjunto siempre priman sobre los contenidos específicos del mismo.

El **epítome** debe estar estructurado en torno a un contenido organizador. Si los conceptos son la base del contenido organizador, cada nivel de elaboración implicará una ampliación sucesiva de los conceptos y detalles subordinados. En cambio, si el contenido es de tipo procedimental, cada paso de ese procedimiento general que se presenta en el epítome puede ahora dividirse en pequeños subprocedimientos, estrategias y habilidades específicas. Los niveles de elaboración serán tantos como se pretenda complejizar dichos procedimientos.

Cada vez que se profundiza un poco más en los contenidos de la materia supone pues, que se alcanza un nivel mayor de elaboración de aquel epítome inicial. Cada vez que se culmine una de estas fases de profundización, se debe insistir en las relaciones que presenta con el plano general de conjunto, con lo que éste se enriquece y extiende. Se trata del epítome ampliado.

Para poder elaborar estas **secuencias de aprendizaje**, el profesor deberá tener en cuenta los conocimientos previos del alumno y los diferentes procesos cognitivos que debemos activar para facilitar un aprendizaje significativo de los nuevos contenidos.

Antes de diseñar las actividades de enseñanza-aprendizaje que permitirán desarrollar la propuesta en la práctica del aula, es importante que el profesor reflexione sobre dos elementos más:

- 1) La **Explicación Causal Básica (ECB)** que es necesario que el alumno induzca a lo largo del epítome.
- 2) Los **conocimientos previos** para afrontar el aprendizaje significativo de cada nivel de elaboración, es decir, lo que hemos denominado contenidos de apoyo y planteamiento.

En primer lugar, la causalidad se forma y se desarrolla a través de las operaciones que el alumno atribuye a los objetos. De ahí la importancia de poner en contacto al alumno, desde los primeros momentos de la secuencia instruccional, con una iniciación a la explicación causal mediante el análisis del comportamiento que presentan los objetos en los fenómenos físicos.

En este momento, sería conveniente que el profesor seleccionase y organizase las leyes físicas que se relacionan con la ECB, tratándolas como contenidos de planteamiento que se van a presentar a los alumnos al final del epítome de forma todavía hipotética.

El **contenido de apoyo** hace alusión a esos conocimientos previos (fundamentalmente de carácter conceptual) de los que el alumno necesitará hacer uso para abordar las diferentes actividades.

Para organizar la secuencia de aprendizaje en diversos niveles de elaboración se ha incorporado un nuevo recurso que amplifica la utilidad de los mapas de experto: se trata de lo que hemos denominado **tridimensionalidad**.

MAPAS TRIDIMENSIONALES

Un mapa conceptual sintetiza el contenido en función de dos dimensiones: una vertical, correspondiente a las relaciones de pertenencia semántica entre cada concepto y otros más generales a los que se subordina y otra horizontal, que permite visualizar aquellos que se relacionan en un mismo nivel jerárquico.

El mapa tridimensional (6), sin embargo, es un mapa de experto que facilita la representación en un tercer vector: la profundidad de los contenidos, es decir, los diferentes niveles de elaboración que podemos establecer en la secuencia elaborativa. Para establecer las relaciones, tanto vertical como horizontal, se utilizan dos tipos de enlaces: en primer lugar, las tradicionales líneas (etiquetadas proposicionalmente) que unen los diferentes contenidos entre sí (enmarcados generalmente en rectángulos o elipses) y que son el soporte de la dimensión vertical y horizontal, antes mencionada; y, en segundo lugar, alguno de esos mismos contenidos (cuyos marcos aparecen además sombreados) que se convierten en un enlace de profundidad que conecta con otro mapa.

Para poder elaborar el mapa de experto tridimensional, en primer lugar se han elaborado mapas conceptuales tridimensionales, que suponen una ampliación de los conocidos mapas conceptuales a un espacio informático de tres dimensiones.

Para que el usuario recuerde el nivel de elaboración en el que se halla, los mapas de experto tridimensionales se han construido teniendo en cuenta un código de colores de modo que cada color está asociado a un nivel de elaboración en el que se ha encuadrado un cierto contenido.

PASOS PARA PREPARAR UNA MACROSECUENCIA INSTRUCCIONAL:

- 1) Representar la estructura lógica de la materia (mapa de experto).
- 2) Seleccionar los contenidos de los diferentes niveles de elaboración.
- 3) Preparar las actividades para la detección de teorías implícitas y decidir la explicación causal básica a la que deseamos que lleguen los alumnos.
- 4) Diseñar el primer nivel de elaboración:
 - a) Proponiendo el epítome y diseñando las microsecuencias de aprendizaje y las actividades para el desarrollo de las mismas, y realizando la síntesis (o epítome ampliado) del nivel de elaboración.
 - b) Estableciendo el contenido de apoyo necesario y el contenido de planteamiento adecuado y diseñar las actividades de evaluación.
- 5) Repetir a y b para cada nivel de elaboración.

Teniendo como punto de referencia los contenidos de planteamiento (que en nuestro caso hemos diseñado a modo de preguntas que el profesor debe introducir a lo largo del epítome), las actividades para el desarrollo de estas tareas de análisis de fenómenos consisten en experiencias de laboratorio y demostraciones realizadas por el profesor o mediante materiales audiovisuales, con un fuerte componente de aprendizaje por descubrimiento, para guiar al alumno hacia la elaboración de hipótesis sobre la ECB (que en fases ulteriores se concretarán en leyes físicas). En la práctica educativa se debe buscar la estructuración de los contenidos de lo más general e inclusivo a lo más específico y detallado (como proponía Ausubel), al mismo tiempo que de lo más básico a lo más complejo (como proponía Gagnè). La consideración de los fenómenos como contenido organizador nos permite operativizar la solución a esta aparente paradoja. La primera vía (de lo más general a lo más específico) está salvaguardada por el mapa de fenómenos que el profesor debe construir para jerarquizar los fenómenos físicos, relativos a los contenidos a enseñar en el epítome inicial y en los diferentes niveles de elaboración.

LA INTERFERENCIA DE LAS TEORÍAS ESPONTÁNEAS EN LA EXPLICACIÓN CAUSAL BÁSICA

En la Teoría de la Elaboración propuesta por Reigeluth y Stein no han aparecido las denominadas ideas espontáneas o teorías implícitas cuando se elabora una secuencia instruccional. elaborativa . Quizá en otros ámbitos del conocimiento, la influencia de las teorías espontáneas que pudieran tener los sujetos es insignificante, pero no ocurre así

en la enseñanza de la Física. Reigeluth y Stein no tienen en cuenta las importantes interferencias que las teorías implícitas producen en el proceso de aprendizaje (los prerrequisitos de los que se habla en la Teoría de la Elaboración no tienen nada que ver con las ideas espontáneas para acceder a la estructura interna de los contenidos). Esto nos conduce al replanteamiento, una vez más, de los fenómenos físicos como requisito inicial para la elaboración de una secuencia de instrucción en la enseñanza de la Física, así como a la consideración de que estas teorías influyen cuando se elabora la Explicación Causal Básica.

Es en este punto, el enclave estratégico de la secuencia elaborativa, donde las teorías implícitas ejercen una interferencia más dañina. Los mismos mecanismos que actúan en la formación y persistencia de las teorías implícitas constituyen lógicamente el mayor obstáculo para la inducción de la ECB, a partir del análisis inicial de los fenómenos planteados en el epítome.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente acerca de la importancia en Física de las teorías implícitas creemos necesario tenerlas presentes a la hora de elaborar una macrosecuencia de aprendizaje, por lo que en cada nivel de elaboración se presentan estas ideas espontáneas junto con el contenido de apoyo, el contenido de planteamiento y la explicación causal básica que son los tres componentes estratégicos presentados por la Teoría de la Elaboración de Reigeluth y Stein.

MACROSECUENCIA DEL COLOR

El Mapa de Experto Tridimensional del Color está compuesto por un total de 50 mapas bidimensionales conectados entre sí de manera interactiva (7). De estos 50 mapas 1 constituye el mapa resumen (figura 1), en el que se representan esquemáticamente los mapas que lo componen y las conexiones entre ellos y otro la estructura lógica general.

Se han diseñado tres niveles de elaboración, el primero de ellos para alumnos de E.S.O. con edades comprendidas entre los 12 y 16 años; el segundo nivel para alumnos de Bachillerato de edades entre los 16 y 18; y por último, el tercer nivel, para alumnos de Universidad. Esta división se ha hecho teniendo en cuenta la revisión llevada a cabo de los programas oficiales de la enseñanza del color.

En total nos encontramos con 4 mapas que se refieren al mapa resumen y los epítopes de los diferentes niveles de elaboración. El primer nivel de elaboración (figura 2, epítome del primer nivel de elaboración) se ha desarrollado en cuatro microsecuencias, el segundo en dos (figura 3, epítome del segundo nivel de elaboración) y el tercero en otras cuatro (figura 4, epítome del tercer nivel de elaboración). Cada uno de estos niveles incluye también su síntesis -o epítome ampliado-, figuras 5, 6 y 7 que se corresponden con los mapas de las síntesis del primer nivel de elaboración, del segundo y del tercero respectivamente. Se ha utilizado un mapa intermedio de distribución que se designa con el nombre de “Ayudas” (figura 8) y que posibilita llegar al contenido de apoyo, al de planteamiento, a su explicación causal básica y a las preconcepciones (o teorías implícitas). Estas páginas recogen orientaciones para ayudar al profesor a detectar las teorías implícitas más habituales en Color y a elaborar actividades que permitan reestructurarlas y desarrollar una ECB de cada fenómeno estudiado.

Para que el usuario recuerde el nivel de elaboración en el que se halla, los distintos niveles de elaboración se han construido siguiendo un código de colores.

La aplicación didáctica más importante de los mapas tridimensionales se debe fundamentalmente a un soporte informático. Estos mapas son una nueva herramienta didáctica que facilita la simulación de secuencias de enseñanza-aprendizaje desde la teoría de la elaboración. En cada mapa, los contenidos fundamentales del epítome, que aparecen sombreados en un primer mapa, sirven de nódulos de enlace con un segundo de mapa que reorganiza y desarrolla los mismos contenidos en sucesivos niveles de elaboración.

Esta Macrosecuencia Instruccional sobre el Color se encuentra en la siguiente dirección de internet: <http://www.unex.es/~optica> (o en su mirror: <http://www.grupoorioninvestigacion.com>) dentro de la opción Materiales para el aula bajo la denominación de Secuenciación de Contenidos sobre el Color.

Animamos al lector a que entre en esta dirección y utilice de manera interactiva este Mapa Tridimensional, moviéndose entre los diferentes Niveles de Elaboración y cada una de las partes de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Pérez, A. L. y Suero, M. I. (1999) ¿Sabe usted que es eso del Color?. Cátedra Nova V10, 243-256.
- 2) M. I. Suero López, A. L. Pérez Rodríguez, y otros (2001) Física 2, ISBN: 84-294-6812-9, 303 páginas. Editorial: Grupo Santillana ESPAÑA
- 3) M. I. Suero López, A. L. Pérez Rodríguez, y otros (2002) PRIMER PREMIO en la fase nacional del programa "Física en Acción": organizado por la Agencia Espacial Europea (ESA) y el Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN) entre otras muchas entidades relevantes : "Unidad Didáctica FÍSICA 2ª DE BACHILLERATO" como Premio RSEF (Real Sociedad Española de Física). Septiembre 2002
- 4) Reigeluth, CH. M. y Stein, F.S. (1983) The Elaboration Theory of Instruction. Hildsdale, New Jersey.
- 5) Pérez, A. L.; Suero, M. I.; Montanero, M. y Montanero F., M. (1998) Mapas de experto tridimensional utilizados para aplicar la teoría de la elaboración de Reigeluth y Stein a algunos temas de la Física. Uex, Badajoz.
- 6) Pérez, A. L.; Suero, M. I.; Montanero, M. y Montanero F., M. (1999) Los fenómenos físicos como contenido organizador. Los Mapas de experto tridimensionales. Cátedra Nova V10, 361-371.
- 7) Díaz, M. F. (1999) Macrosecuencia Instruccional sobre el Color basada en la Teoría de la Elaboración y presentada bajo un mapa de experto tridimensional. Tesis de Licenciatura. Uex, Badajoz.

Nota: Este artículo está reproducido con las imágenes en color en la dirección web: <http://www.unex.es/~optica> dentro del apartado "Enlaces Interesantes"

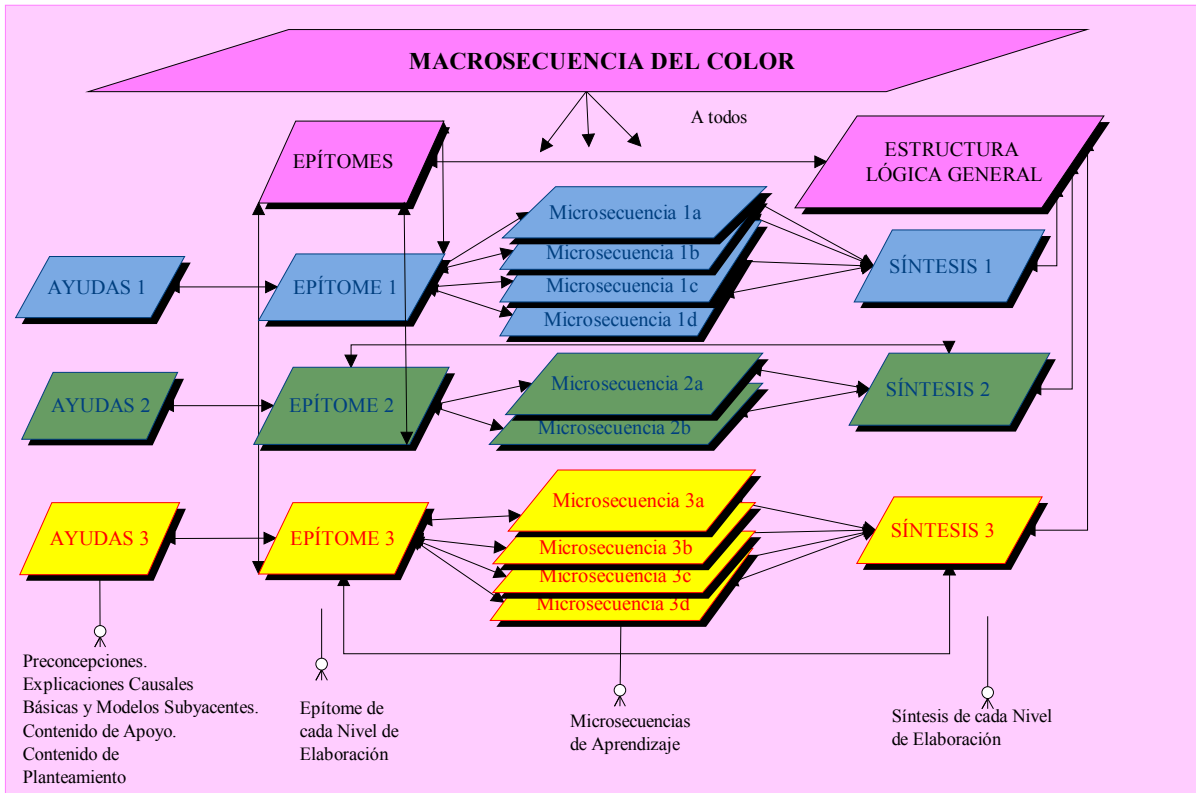


Figura 1

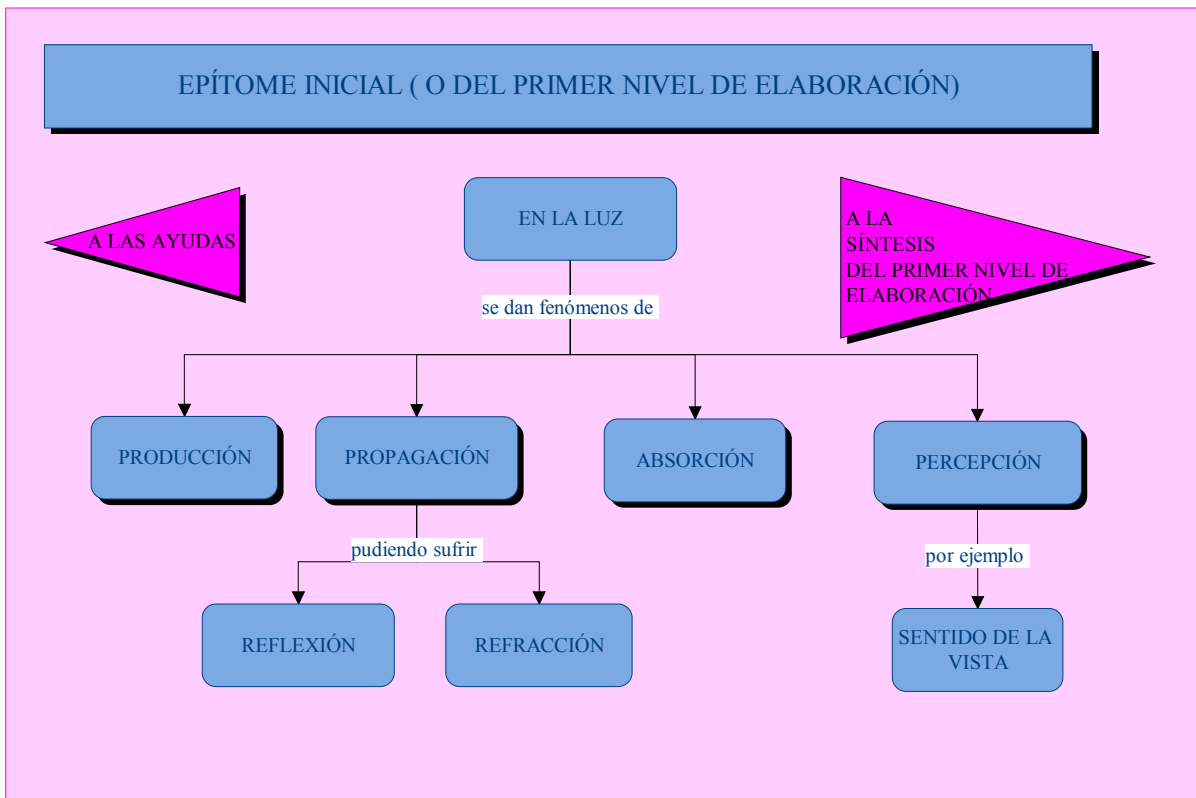


Figura 2

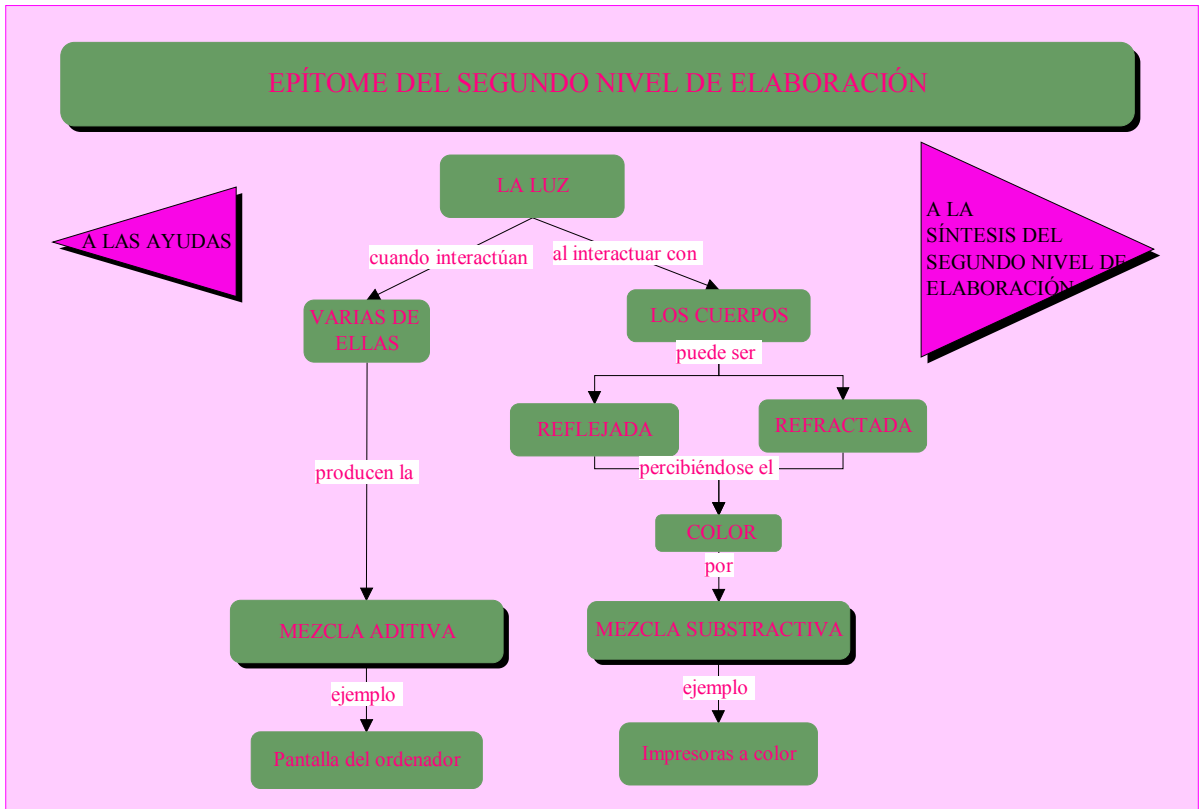


Figura 3

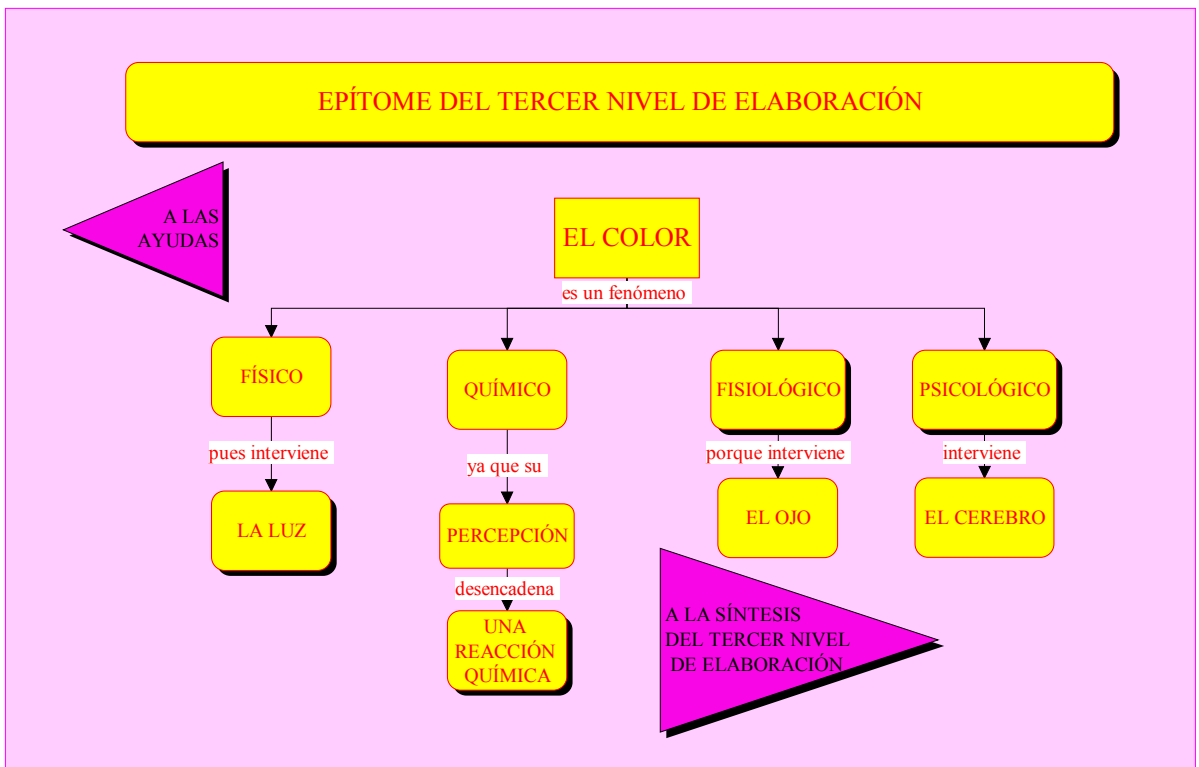


Figura 4

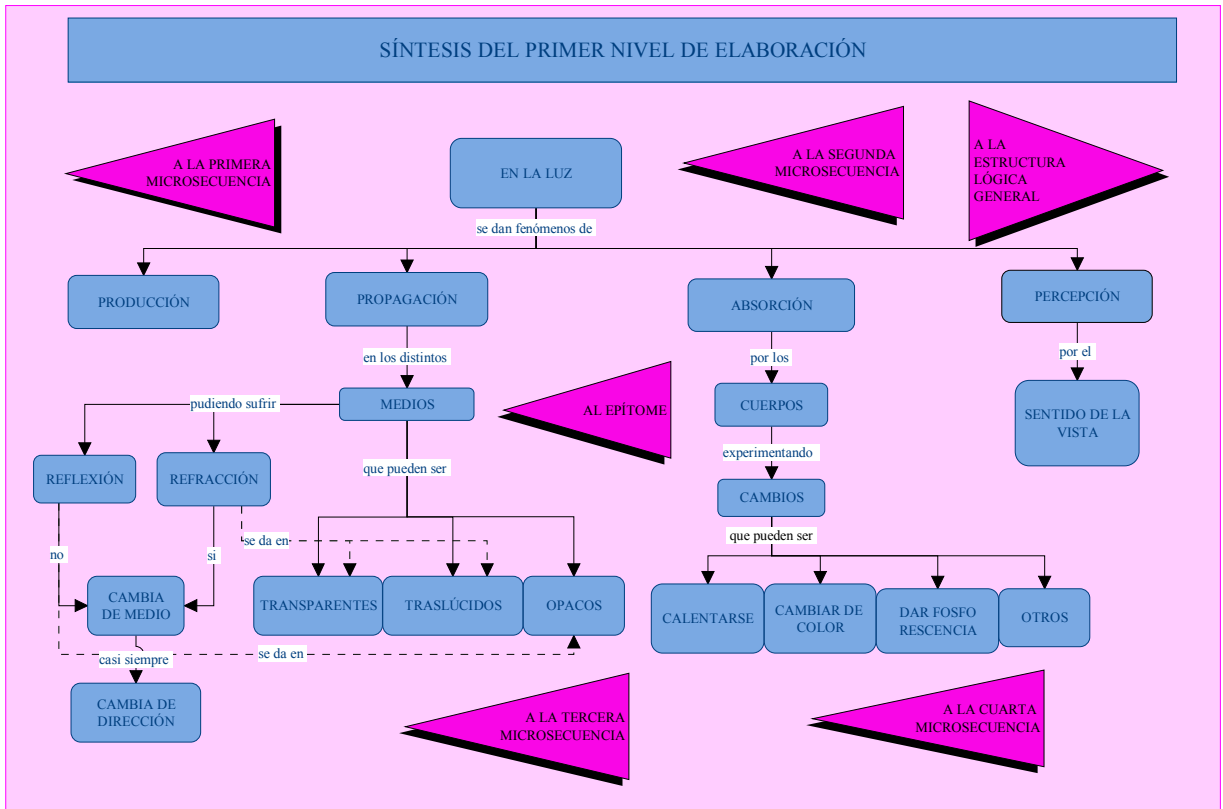


Figura 5

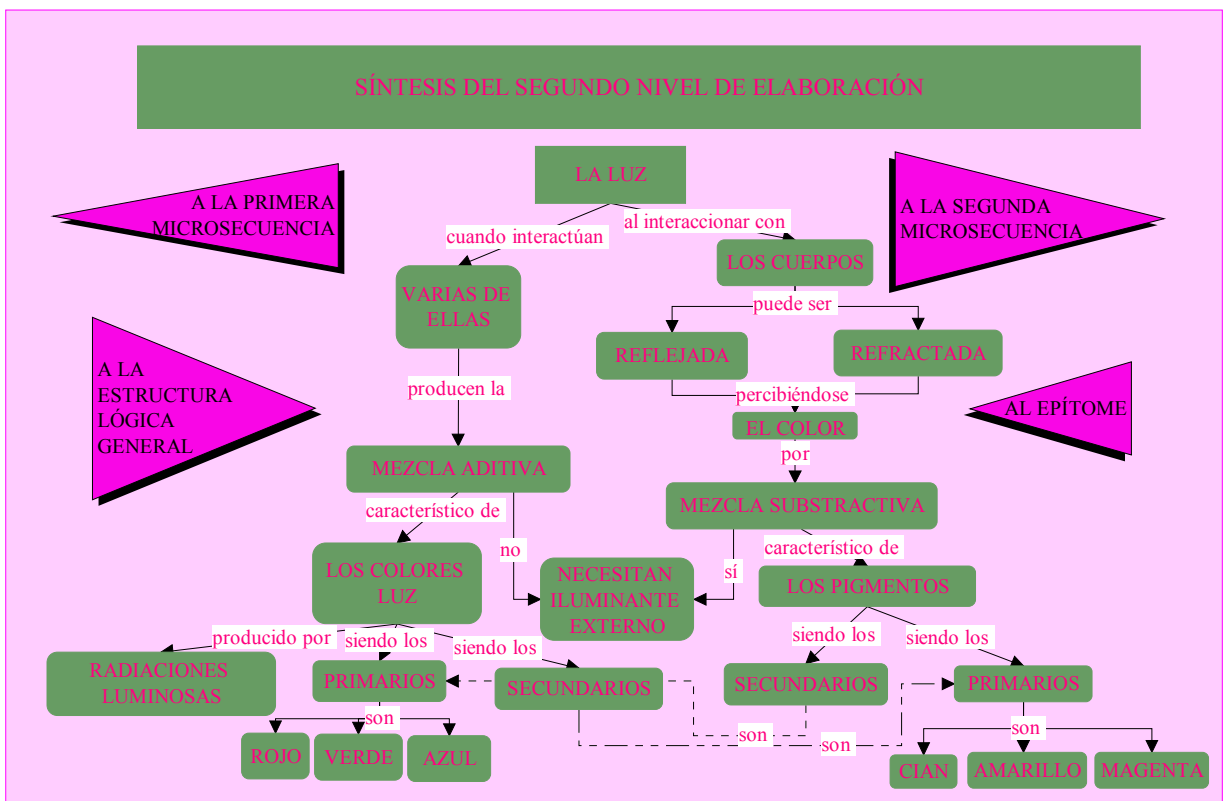


Figura 6

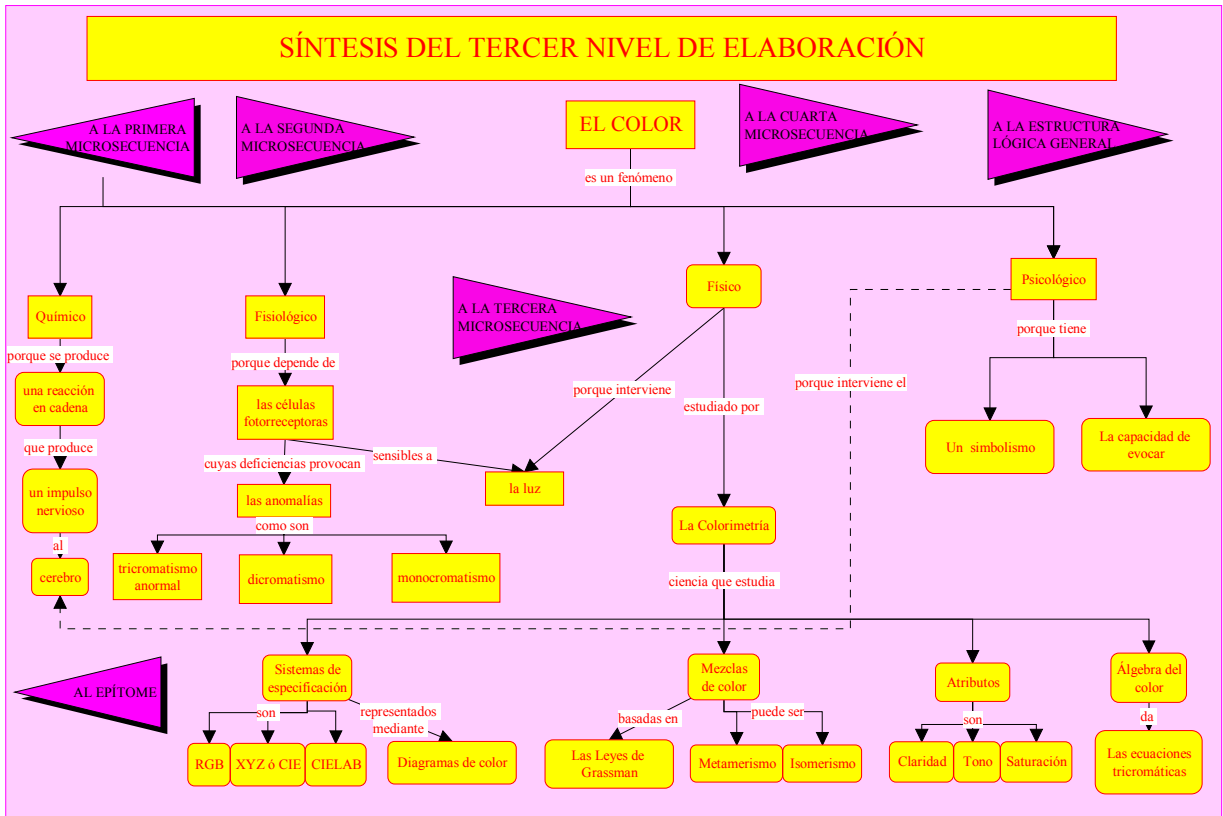


Figura 7

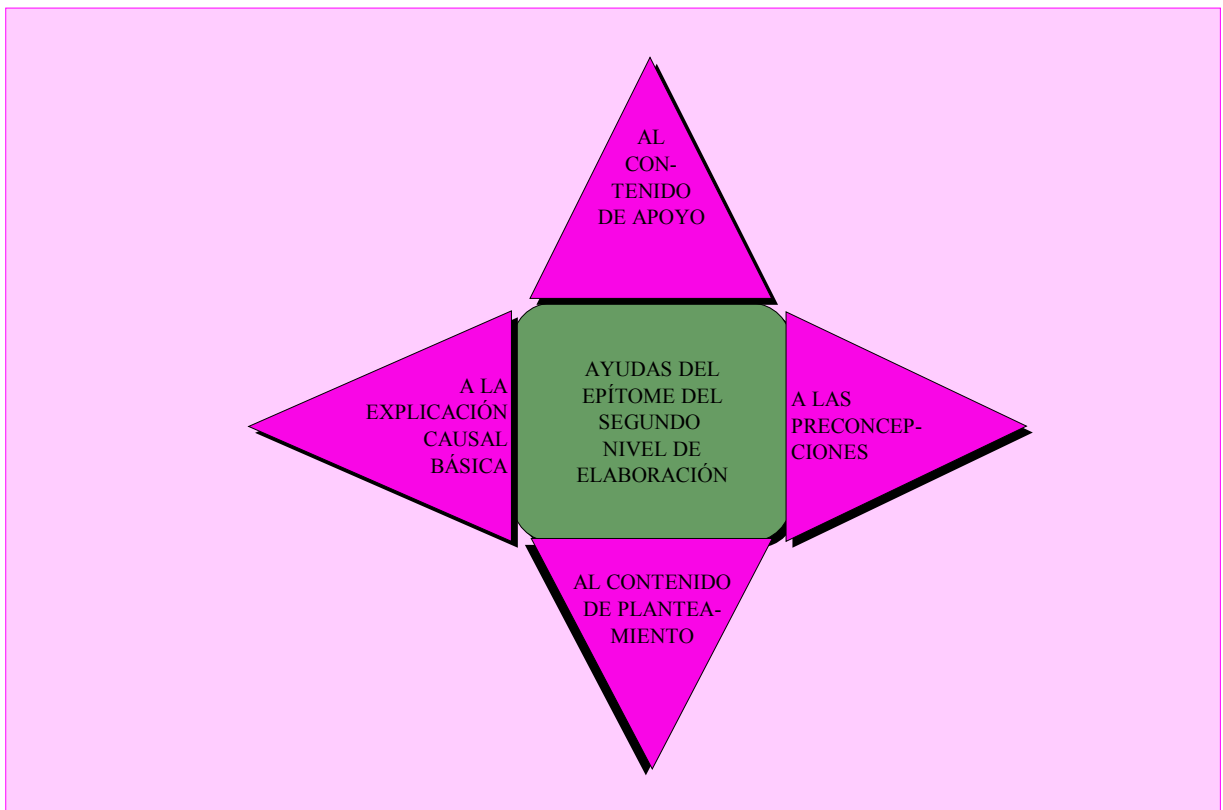


Figura 8