

DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS  
Y  
TRANSVERSALIDAD

M<sup>a</sup> ÁNGELES JIMÉNEZ LÓPEZ  
COORDINADORA



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA  
ÁREA DE CONOCIMIENTO DE DIDÁCTICA  
DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

Nov.  
1998  
Que quede

COORDINADORA  
M<sup>a</sup> Ángeles Jiménez López

FOTOGRAFÍA PORTADA  
M<sup>a</sup> Ángeles Jiménez López

EDITA  
M<sup>a</sup> Ángeles Jiménez López  
Vito B. Brero Peinado  
Teresa Prieto Ruz



Área de Conocimiento de Didáctica  
de las Ciencias Experimentales  
Universidad de Málaga

COLABORA



**Unicaja**  
Obra Cultural

MAQUETA E IMPRIME  
Altagrafics - Tel. 95 235 64 68

Depósito Legal: MA-1090-98  
I.S.B.N.: 84-600-9487-1

Málaga 1998

Prohibida la reproducción total o parcial de los artículos  
sin el permiso expreso por escrito de sus autores

LA BIOLOGÍA Y LA GEOLOGÍA EN EL ACTUAL CURRÍCULO NO UNIVERSITARIO. <i>José A. Gallegos</i> .....	177
SECUENCIACIÓN DEL CONTENIDO CONCEPTUAL DE DINÁMICA EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA OBLIGATORIA. <i>Isabel Solano Martínez; Enrique Jiménez Gómez</i> .....	195
ESTRUCTURA DIDÁCTICO-ORGANIZATIVA DE LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES DE LOS ALUMNOS. <i>MSc. Haydée Damiana Rionda Sánchez</i> .....	209
<b>V. EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS</b> .....	215
LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EN LOS MUSEOS Y CENTROS DE CIENCIA. <i>Cuesta, M.; Diaz, M.P.; Echevarria, I.; Morentin, M.; Perez, C.</i> .....	217
LA SIMULACIÓN Y ANIMACIÓN GRÁFICA COMO RECURSO DIDÁCTICO. <i>J.A. Juanes; J.M. Riesco; M.T. López</i> .....	227
ESTUDIO DE LOS CONOCIMIENTOS PREVIOS SOBRE COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA MATERIA EN ALUMNOS DE PRIMARIA Y MAGISTERIO. <i>Alvarez, M.; Amigó, G.; Boldú, I.; Cabello, I.; Plana, M.; Cerveró J.M.; Llobera, R.</i> .....	231
LA PRODUCCIÓN DE CRISTALES COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA ENTENDER LA AUTOORGANIZACIÓN DE LA MATERIA. <i>García Collantes, M<sup>a</sup>A., Martín, M.; Silván, E.; Martín, M<sup>a</sup>T.</i> .....	237
ESTUDIO ELEMENTAL DEL OJO HUMANO MEDIANTE DEMOSTRACIONES EN EL AULA. <i>Rosa del Cid Fernández-Mensaque; Ana Criado García-Legaz; Concepción Venero Goñi; M<sup>a</sup> del Carmen Morón.</i> .....	243
EL APRENDIZAJE, EN EDUCACIÓN SECUNDARIA, DE LOS CONCEPTOS RELACIONADOS CON LOS PROCESOS QUE TIENEN LUGAR EN LOS GENERADORES ELECTROQUÍMICOS. <i>Esteban de Manuel Torres</i> .....	249
INFLUENCIA DEL CONTEXTO COTIDIANO EN LAS CONCEPCIONES DE LOS ALUMNOS SOBRE LAS DISOLUCIONES. <i>Ángel Blanco; Teresa Prieto</i> .....	257
QUÍMICA E INGLÉS. UNA EXPERIENCIA INTERDISCIPLINAR. <i>Santiago Carbó Aguilar; Vicent-Ramón Martí i Peris y José Usó Mañanós</i> .....	263
ANÁLISIS DE LIBROS DE TEXTO: UN RECURSO DIDÁCTICO. <i>Isabel Galache López. Pilar Pérez Miranda</i> .....	267
CREATIVIDAD Y MANIPULACIÓN DE OBJETOS EN EDUCACIÓN INFANTIL Y PRIMARIA. <i>Alfredo Martín Herrero</i> .....	273
AUDIOVISUALES PARA LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS. BASE DE DATOS «AVEC». <i>Anna Llitjós Viza</i> .....	281

## ESTUDIO ELEMENTAL DEL OJO HUMANO MEDIANTE DEMOSTRACIONES EN EL AULA

ROSA DEL CID FERNÁNDEZ-MENSAQUE  
ANA CRIADO GARCÍA-LEGAZ  
CONCEPCIÓN VENERO GOÑI  
M<sup>a</sup> DEL CARMEN MORÓN.  
*Universidad de Sevilla*

### RESUMEN

Se describen dos conjuntos de experimentos para realizar en el aula con objeto de ilustrar el comportamiento del ojo humano como sistema óptico simple. En uno de ellos, se utiliza un gran frasco esférico de vidrio con agua («humor acuoso») a la que se añade una pequeña cantidad de fluoresceína para hacer visibles los rayos de luz, así como una lente («cristalino») y dos diafragmas (uno entre la lente y el frasco «iris», y el otro entre la lente y el foco luminoso). En la otra serie de experimentos, la lente de un retroproyector hace las veces del cristalino, y la pantalla la de la retina. Se ilustra el comportamiento del ojo normal (emétrope), así como el del ojo miope y el del hipermetrópe, y sus correspondientes correcciones, y se discute el efecto del diafragma de abertura.

### INTRODUCCIÓN

Como es sabido, el ojo humano es como una cámara fotográfica con un sistema de lentes (córnea-cristalino) que producen una imagen. En lugar de una película para recoger la imagen, posee una pantalla muy sensible llamada reti-

na. Entre la córnea y el cristalino está situado el iris que posee una abertura (pupila) que regula la cantidad de luz que llega al ojo.

El ojo normal relajado está enfocado al infinito, y cuando queremos enfocar un objeto más próximo, los músculos ciliares deforman el cristalino (haciéndolo más esférico) de manera que la imagen se forme sobre la retina (acomodación). En el ojo miope la imagen se forma delante de la retina (el cristalino en reposo es demasiado convergente para el diámetro del ojo), en tanto que en el hipermetrope la imagen se formaría detrás de la retina (el cristalino en reposo es poco convergente para el diámetro del ojo). Ambos defectos se corrigen mediante la utilización de lentes, divergentes en el primer caso y convergentes en el segundo.

Por otra parte, es bien conocido el hecho de que para obtener mayor detalle mediante una cámara fotográfica, cerramos al máximo el diafragma de abertura. Nosotros mismos colocamos la mano encima de los ojos cuando miramos a un objeto lejano (la mano sirve de escudo a los ojos de la luz oblicua, que sería difundida en el ojo produciendo una imagen velada en luz blanca). El efecto es mayor si, como es usual, miramos a través de una pequeña abertura que hacemos cerrando el puño, por ejemplo. Conseguimos así que los haces luminosos lleguen al ojo con poca abertura y pequeña inclinación, reduciéndose las aberraciones y aumentando la profundidad de foco (profundidad del espacio objeto que queda bien enfocado en la película fotográfica o en la retina, según el caso).

#### DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

Se debe empezar estableciendo una analogía entre el ojo humano y el retroproyector, en la que el objetivo de éste juega el papel del sistema óptico del ojo (córnea-cristalino), la pantalla el de la retina, y el objeto que colocamos sobre la platina del retroproyector, el del objeto que observamos.

Sobre el retroproyector se coloca una cartulina con un orificio de unos 4 o 5 cm de diámetro, que delimite la zona central, y en el que disponemos el objeto a observar (algo escrito sobre una transparencia, o mejor un trozo de rejilla metálica que se puede enfocar con facilidad sobre la pantalla).

##### **(a) Ojo emétrope.**

Se ilustra enfocando el objeto correctamente sobre la pantalla.

##### **(b) Ojos miope e hipermetrope.**

Se desenfoca ligeramente el objeto, subiendo (ojo miope) o bajando (ojo hipermetrope) el objetivo del retroproyector, y se preguntará a los alumnos

a qué tipo de ojo corresponde la imagen en cada caso. Estos pueden sugerir el acercar o alejar ligeramente la pantalla al retroproyector para averiguarlo. (Basta, en general, empujar suavemente con la mano, hacia adelante o hacia detrás, la parte de la pantalla donde se forma la imagen. Si no es posible desplazar la pantalla, se puede utilizar una cartulina blanca delante de la pantalla, que acercaremos o alejaremos del retroproyector).

**(c) Correcciones.**

Se ensayarán utilizando, según el caso, varias lentes convergentes o divergentes. Para conseguir la corrección, se desplazará con la mano la lente en cuestión, subiéndola o bajándola entre la posición del objeto y el objetivo del retroproyector. (Se sugiere preguntar a los alumnos cómo es posible en este caso corregir el defecto con lentes de potencias diferentes, en tanto que el oculista selecciona cuidadosamente una sola lente en cada caso).

Después de proponer la cuestión anterior, y para justificar la respuesta que dieran los alumnos (o que tuvo que sugerir el profesor), se puede realizar la siguiente experiencia.

Se dispone el retroproyector en posición de «hipermétrope», y se coloca sobre un soporte (a unos 10 o 15 cm del objeto), un vidrio de reloj centrado sobre el haz de luz que atraviesa el objeto. Mediante un frasco lavador (o con una pipeta), se va dejando caer gota a gota agua sobre el vidrio de reloj hasta que el objeto queda enfocado sobre la pantalla. (Los alumnos habrán asistido, por una parte, a la obtención de una lente de potencia determinada, y, por otra, entienden cómo para corregir un defecto mediante una lente que ha de estar colocada a una distancia fija del ojo, es necesario utilizar una lente de potencia determinada).

**(d) Utilización del diafragma de abertura.**

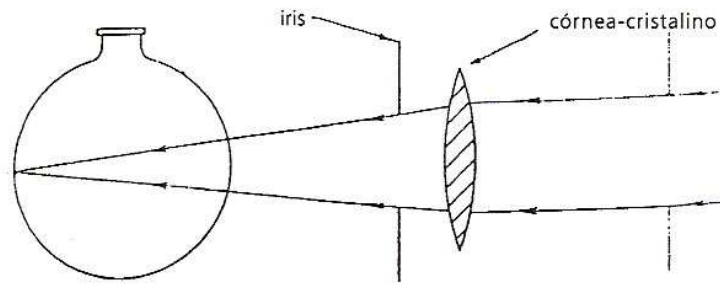
Se coloca el objeto (trozo de rejilla metálica, por ejemplo) sobre la platina del retroproyector, y se enfoca sobre la pantalla. Se desenfoca ligeramente, subiendo o bajando el objetivo del retroproyector. Se coloca un diafragma de abertura variable en su posición de máxima abertura delante del objetivo del retroproyector interceptando el haz de luz que atraviesa el objeto, y se va cerrando lentamente hasta que se consigue (sin actuar sobre el objetivo del retroproyector), que quede enfocada la imagen sobre la pantalla. Se demuestra con ello cómo ha aumentado la profundidad de foco.

## OBSERVACIÓN

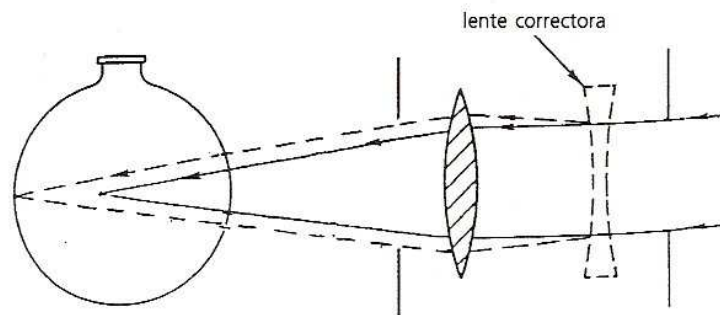
Es conveniente, pero sólo después de que se haya realizado y discutido con los alumnos la experiencia completa, hablarles a éstos de las diferencias que existen entre el retroproyector y el ojo humano, especialmente en lo referente a que el enfoque se consigue en este último por deformación del cristalino mediante los músculos ciliares, en tanto que en el retroproyector (como en la cámara fotográfica) lo conseguimos acercando o alejando el objetivo (que no cambia su potencia) al objeto. (A veces son los propios alumnos los que sugieren esta cuestión).

En la segunda parte de la comunicación, se simula el ojo humano mediante un frasco de vidrio esférico que contiene agua con una pequeña cantidad de fluoresceína (o unas gotas de leche, si no se dispone de fluoresceína), una fuente de luz, un diafragma iris y un juego de lentes. El montaje se hace sobre la mesa del profesor según el esquema de la figura, que es lo suficientemente claro como para no necesitar otra explicación. La fluoresceína (o la leche, en su caso) hacen visible el haz de luz al difundirla (luz de Tyndall).

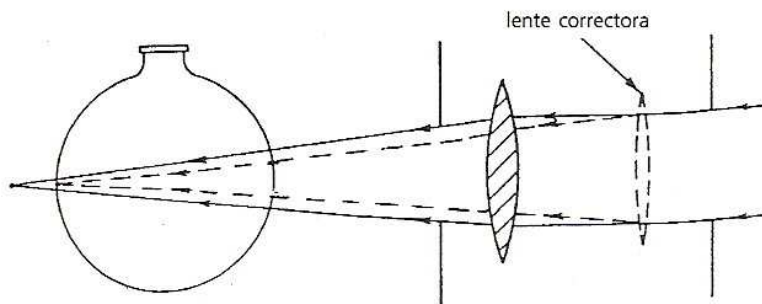
Una alternativa, que puede resultar más cómoda de realizar, puesto que hemos dispuesto de un retroproyector en la experiencia anterior, consiste en hacer el montaje sobre éste de la siguiente manera. Se coloca sobre la platina del retroproyector una cartulina con una abertura en su centro de unos 3 cm de diámetro. Encima de ella, sobre un trípode, se dispone un vaso de unos 20 cm de alto, que contiene agua con una pequeña cantidad de fluoresceína que nos permite ver el haz de luz bastante bien delimitado. Debajo del vaso, sobre otro soporte de menor altura, se coloca una lente convergente (convenientemente elegida), que hará el papel del sistema óptico del ojo, y observaremos cómo el haz converge en el interior del vaso. Regulando la altura del agua en el vaso (mediante un frasco lavador, por ejemplo), podemos conseguir que el haz converja en la superficie superior de la misma («retina») (ojo normal), por debajo de ella (ojo miope), o más allá de la misma (ojo hipermetrope). Intercambiando lentes diferentes, convenientemente elegidas, podemos corregir estos defectos y llevar el enfoque a la superficie del agua.



OJO NORMAL



OJO MIOPE



OJO HIPERMÉTROPE