

TECNICAS PEDAGOGICAS APLICADAS AL ESTUDIO DE LOS APARATOS OPTICOS*

M.^a Carmen Mato Carrodegua y
Emigdia Repetto Jiménez

* Un avance fue presentado en los VI Encuentros de Didáctica de la Física y Química (Málaga, septiembre, 1985).

I. INTRODUCCION

Los alumnos de Tercer Curso de la Especialidad de Ciencias de la Escuela de Profesorado de E.G.B. de Las Palmas, fueron sometidos a una Prueba Cero donde quedó patente, que presentan una insuficiencia de conocimientos tanto en Física como en Química; por otro lado, es evidente que los alumnos deben desarrollar un aprendizaje activo, todo ello, unido a la necesidad de prepararse para la labor docente que han de ejercer, hizo que se considerase conveniente plantear unas técnicas pedagógico-didácticas en la enseñanza de la Didáctica de la Física y Química en esta Escuela, fundamentándolas en la "Metodología Científica". Estas directrices metodológicas que consisten en líneas generales en la elaboración de un esquema por parte de los alumnos del tema a estudiar, previa consulta de la bibliografía precisa, programación de contenidos y actividades para la consecución de los objetivos propuestos, exposición en clase utilizando las técnicas pedagógicas adecuadas, evaluación y discusión de los resultados, se aplicaron al estudio de los aparatos ópticos en E.G.B.

II. JUSTIFICACION

Dentro del tema de Óptica, el estudio de los aparatos ópticos en E.G.B. se considera interesante porque:

- Permite la aplicación de los contenidos científicos logrados en la unidad anterior (Reflexión y Refracción), a la construcción de aparatos de uso técnico y familiar.
- Su interdisciplinaridad.
- El alumno adquiere destreza en la planificación y montaje de aparatos.
- Tiene un gran valor didáctico ya que demuestra las ventajas de la enseñanza activa y participativa.

III. METODOLOGIA

La planificación por parte de los alumnos del tema incluye: búsqueda de datos, consultas bibliográfica, diseño y montaje de experiencias, construcción de los aparatos, exposición en clase, evaluación y discusión de los resultados.

III,1. El tema en estudio se dividió en cinco unidades didácticas:

- III,1,1. Aparatos ópticos de ampliación.
- III,1,2. Aparatos ópticos de aproximación.
- III,1,3. Aparatos ópticos de proyección.
- III,1,4. El ojo y la cámara fotográfica.
- III,1,5. El periscopio y el caleidoscopio.

III,2. Los alumnos de cada sección de Tercer Curso (3.º A, 3.º B, 3.º C) se agruparon en cinco equipos de trabajo, de acuerdo con el número de unidades a estudiar.

III,3. Los equipos desarrollaron la labor siguiente:

III,3,1. Elección de las unidades a estudiar y realización de la programación bajo el asesoramiento del profesor de Didáctica de Física y Química.

III,3,2. Consultas bibliográficas para la elaboración de los contenidos de la unidad.

III,3,3. Estudio de los elementos ópticos fundamentales de que constan.

III,3,4. Realización de un esquema con la distribución de las diversas partes.

III,3,5. Seguimiento mediante el esquema de la marcha de los rayos luminosos y la correspondiente formación de las imágenes.

III,3,6. Diseño definitivo del montaje y posterior construcción de los aparatos en los casos que sea posible.

III,4. Exposición en clase, ante los compañeros, por parte de todos los componentes del grupo de trabajo, de la unidad preparada.

III,5. Informe detallado de las dificultades encontradas tanto teórica como experimentalmente.

III,6. Debate sobre las técnicas pedagógicas utilizadas, una vez expuestas todas las unidades didácticas.

III,7. Redacción definitiva del tema para su posterior explicación en los Centros de E.G.B.

TECNICAS PEDAGOGICAS APLICADAS AL ESTUDIO DE LOS APARATOS OPTICOS

IV. DESARROLLO

IV,1. A. O. de Ampliación

Se estudiaron la LUPA y el MICROSCOPIO, razonando las condiciones que deben existir para la formación de las imágenes y se hace hincapié en las características que han de reunir los objetos a observar y que sirven de base para la elección del aparato a utilizar.

Experiencias realizadas

- 1.— Determinación de la distancia focal en varias lupas.
- 2.— Cálculo del aumento de las mismas.
- 3.— Observación de objetos en los dos aparatos, realizando los alumnos las preparaciones microscópicas necesarias.
- 4.— Aplicación al heliógrafo.

IV,1,1. Estudio de la lupa

Cada grupo de alumnos empezó por experimentar con varias lupas. Al no existir en la Escuela suficientes, ellos se encargaron de conseguirlas, seleccionándolas entre los cristales de gafas viejas que existían en sus casas, lupas baratas de los estuches escolares, etc.

El profesor informó de la manera de colocar la lupa correctamente, es decir, poniéndola cerca del ojo, más o menos a un centímetro de distancia, para que pueda formar un sistema óptico con el cristalino, siendo el objeto el que debe desplazarse hasta lograr una imagen nítida.

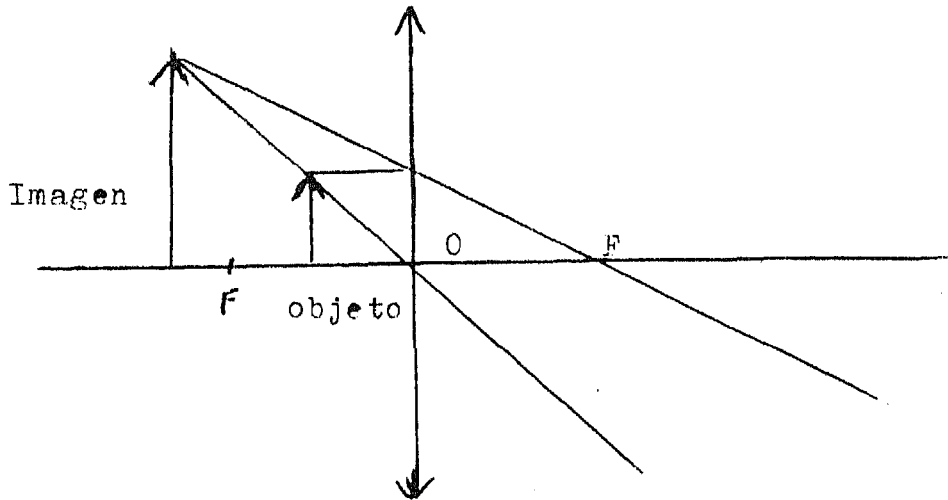
Descripción y formación de imágenes

Una lupa es simplemente una lente convergente. En el comercio se venden enmarcadas y con un mango.

La formación de una imagen de mayor tamaño, derecha y virtual se logra colocando el objeto dentro de la distancia focal de la lupa.

Se recordó que cuando el objeto está situado fuera de esta distancia la imagen obtenida será invertida y de menor tamaño.

El esquema de la marcha de los rayos se muestra en la figura 1.



Determinación de la distancia focal

Los alumnos hicieron incidir un rayo luminoso del sol, sobre un trozo de papel blanco, a través de las lupas cuyas distancias focales pretendían determinar, acercando o alejando éste hasta lograr que el punto luminoso observado fuese lo más pequeño posible. En este momento midieron con una regla la distancia que separaba a cada una de las lentes de los papeles respectivos. Esta distancia expresada en metros equivalía a la distancia focal buscada de cada una de las lupas.

Aumento de la lupa

Se calculó tomando como valor el inverso del de la distancia focal expresándose en dioptrías.

Se recordó que este aumento está en razón inversa del radio de curvatura, por ello las lupas de gran aumento son siempre pequeñas, ya que el diámetro de la lente no puede superar el doble del valor del radio de curvatura. (Tabla I).

TECNICAS PEDAGOGICAS APLICADAS AL ESTUDIO DE LOS APARATOS OPTICOS

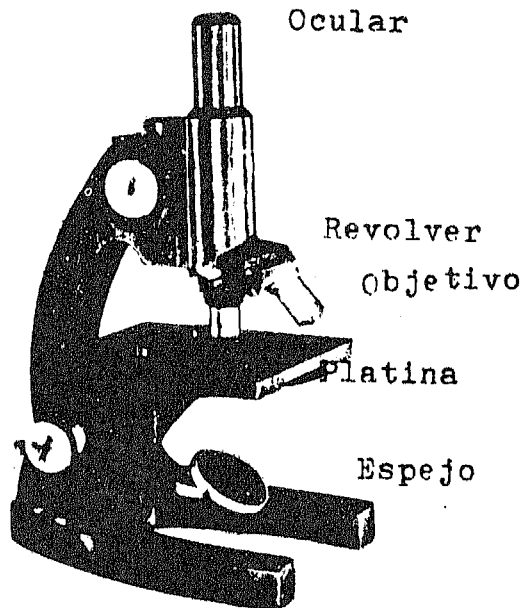
TABLA I

LUPA	Distancia focal	Aumento en Dioptrías
1	20 cm = 0, 2 m	5
2	50 cm = 0, 5 m	2
3	25 cm = 0, 25 m	4
4	33 cm = 0, 33 m	3
5	22 cm = 0, 22 m	4,5

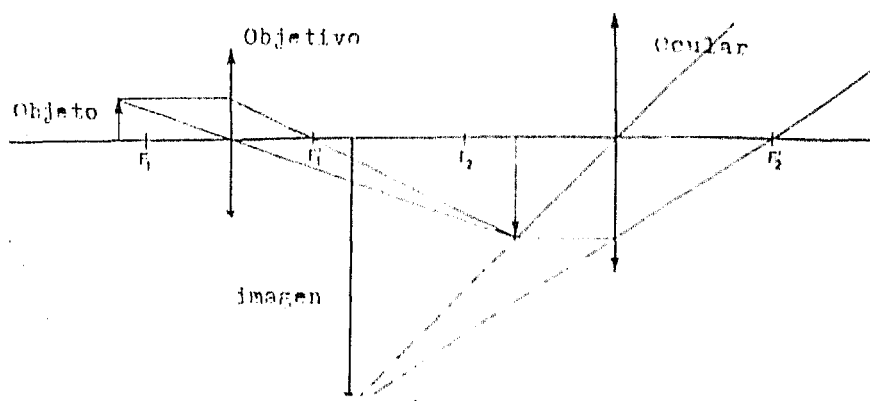
IV,1,2. Estudio del microscopio

El procedimiento seguido para el estudio del microscopio fue el siguiente:

1.— Se hicieron tantos grupos de alumnos como microscopios existían en la Escuela, y se estudiaron con detalle las diversas partes de que constan (figura 2).



2.— Se estudió la formación de las imágenes, empezando por recordar que tanto el objetivo como el ocular son lentes convergentes y ésta última ha de tener una distancia focal mayor que el objetivo. Antes de hacer el trazado geométrico de la imagen en la pizarra (figura 3) se informó a los alumnos de la



única condición necesaria para la formación de la imagen, es decir, que el objeto ha de estar situado a una distancia del objetivo comprendida entre una y dos veces el valor de la distancia focal de éste. Cumpliéndose esto, la imagen dada se forma dentro de la distancia focal del ocular y actúa como objeto para ella.

3.— Se construyó un mural (figuras 4 y 5) para estudiar detalladamente la marcha de la luz en el microscopio. La figura 5 es como la radiografía del microscopio (figura 4).

4.— Se instruyó a los alumnos en la técnica para enfocar las preparaciones. Se observaron varias que existían en el Centro, así como algunas fáciles que prepararon ellos mismos (granos de almidón en rodajas de papas, mohos, epidermis de cebolla, etc.).

5.— Por considerarlo de interés para los futuros profesores de E.G.B. se estudió de una manera comparativa la constitución del microscopio óptico y del electrónico, para ello se empleó un mural como el representado en la figura 6.

TECNICAS PEDAGOGICAS APLICADAS AL ESTUDIO
DE LOS APARATOS OPTICOS

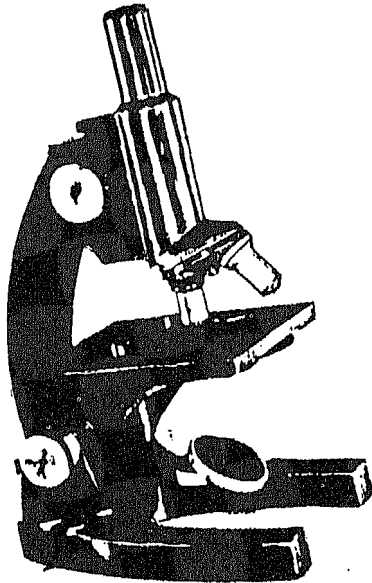


FIGURA 4

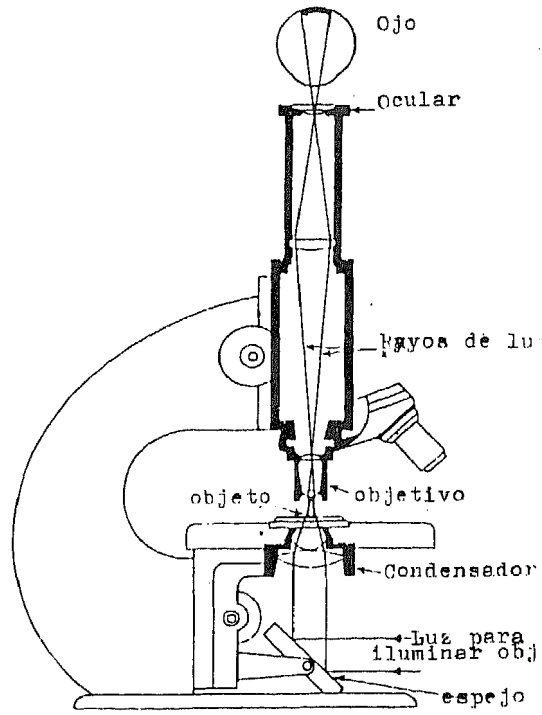
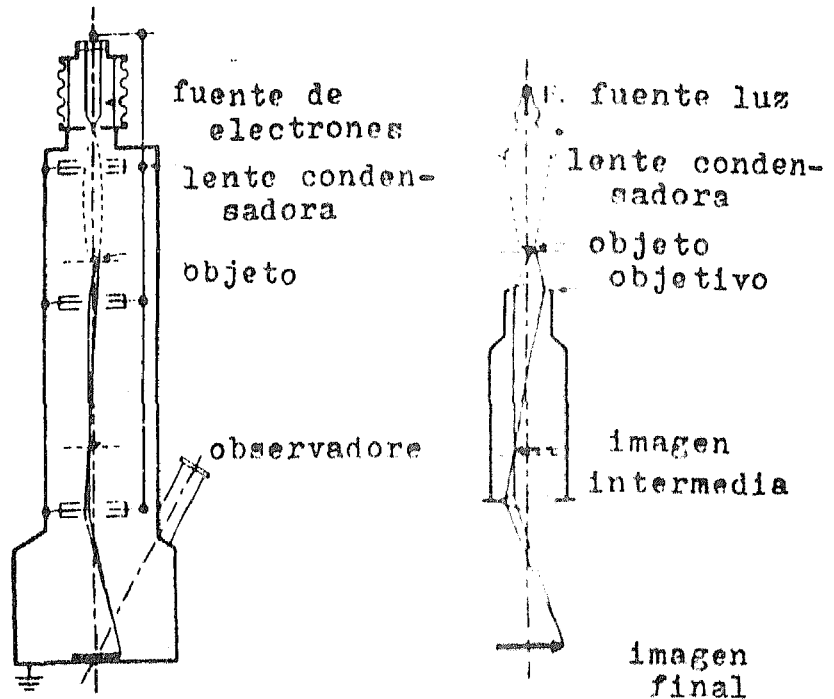


FIGURA 5



M. ELECTRONICO

M. OPTICO

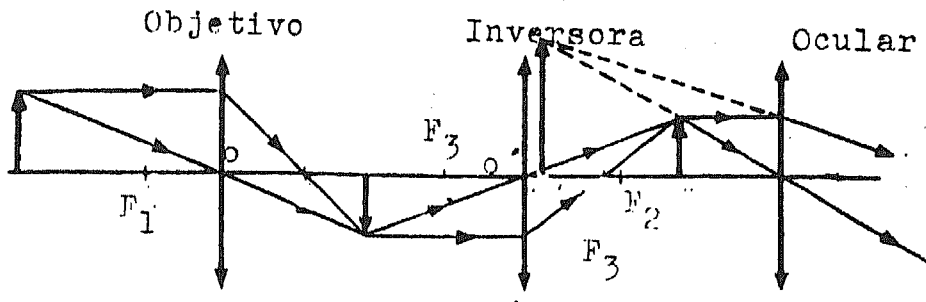
IV,2. A. O. de Aproximación

Se estudiaron el antejo terrestre (catalejo), los prismáticos y el telescopio.

IV,2,1. Estudio del catalejo

Se hizo un análisis de sus elementos constituyentes: tres lentes convergentes, una de ellas, la inversora, se coloca en el centro. Con ayuda de una transparencia se explicó a los alumnos la marcha de los rayos a través de ellas. Con todo detalle se expuso que la imagen dada por el objetivo, la utiliza la lente inversora como objeto, esta imagen a su vez cae dentro de la distancia focal del ocular y por tanto producirá una imagen derecha y mayor (figura 7).

TECNICAS PEDAGOGICAS APLICADAS AL ESTUDIO DE LOS APARATOS OPTICOS



Igualmente se resaltó el inconveniente que presenta el catalejo al ser tan largo (suma de las distancias focales del objetivo y del ocular, más cuatro veces la distancia focal de la inversora).

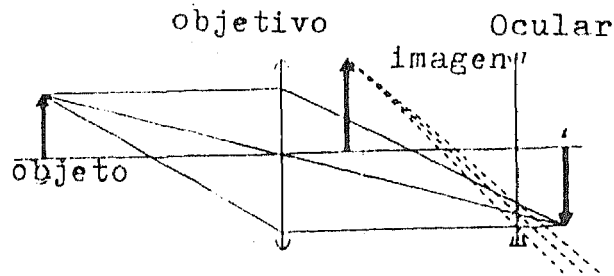
IV,2,1,1. Construcción del catalejo (anteojo terrestre)

Se utilizaron lentes convergentes de unas gafas usadas. Se construyó un cilindro de cartón de 33 cm. de longitud y con un diámetro igual de los de las lentes. Se forró por dentro y por fuera con papel adhesivo negro. Se le incorporó después otro cilindro de iguales características pero con un diámetro ligeramente superior, de forma que puede deslizarse sobre el primero, para proceder al enfoque del objeto a observar.

IV,2,1,2. Anteojo de Galileo

Con el auxilio de una transparencia (figura 8) se explicó a los alumnos que se consiguió una imagen derecha sin necesidad de alargar tanto el aparato como ocurría en el catalejo. Galileo tuvo la idea de utilizar como lente ocular una lente divergente. Se hizo hincapié en los dos inconvenientes que presenta: 1) su campo visual es muy corto, 2) no da lugar a grandes aumentos.

Se explicó también que los llamados “gemelos de teatro” están formados por dos aparatos de esta clase asociados, uno para cada ojo.



IV,2,2. Estudio de los prismáticos

Se informó a los alumnos que para evitar el inconveniente que presenta el anteojo de Galileo, los prismáticos tienen como ocular dos lentes planoconvexas. La imagen que se obtendrá será invertida pero se conseguirá obtenerla derecha con el uso de dos prismas de reflexión total.

Por ser su construcción más complicada, se recurrió a desmontar varios modelos de los existentes en el mercado y que fueron aportados por los profesores de Didáctica y algunos alumnos. De esta manera se hizo un estudio detallado de las partes, comparándolo con el anteojo.

Se siguió la marca de los rayos luminosos en los esquemas de la figura 9 y 10 con los que se realizó un mural.

Finalmente se resaltaron las ventajas de estos aparatos: la menor longitud, la obtención de imágenes derechas y ampliadas, y, la cantidad de luz que dejan pasar y llegar al ojo, de especial importancia en el caso de la visión nocturna.

IV,2,3. Estudio del Telescopio

Se estudió de una manera teórica la formación de las imágenes y las características de los aparatos. Para ello se hizo uso de murales, transparencias y diapositivas. Como innovación en la metodología desarrollada en este tema, se introdujo el estudio de este aparato a través de su desarrollo histórico, desde el principio del siglo XVII hasta nuestros días.

Se clasificó según la tradicional división de telescopios de reflexión y de refracción, según que utilicen espejos o lentes para la obtención de la imagen.

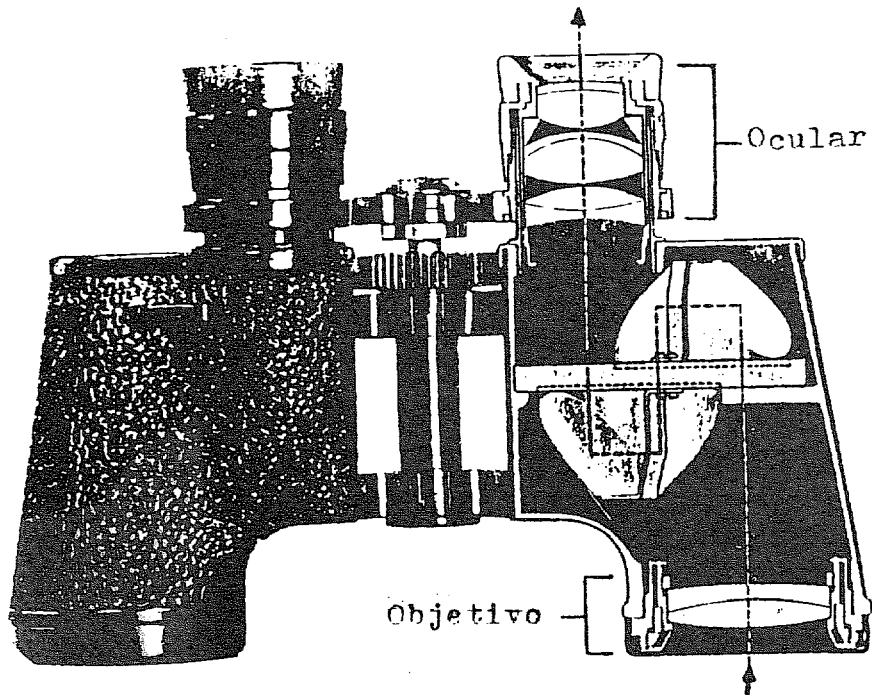


FIGURA 9

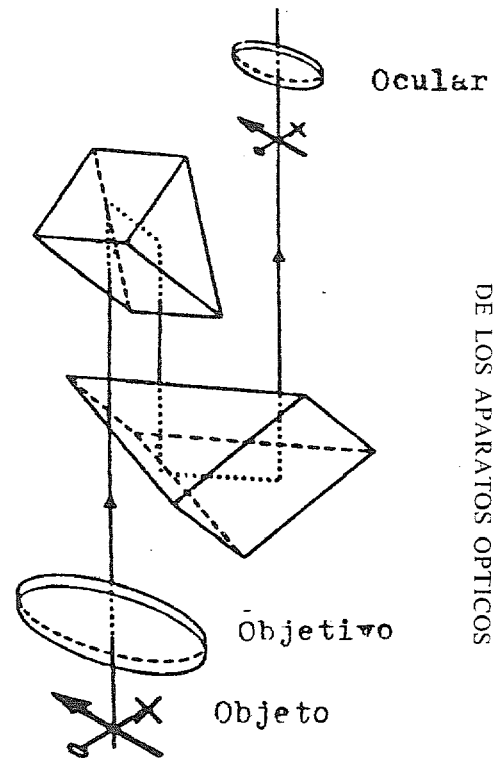
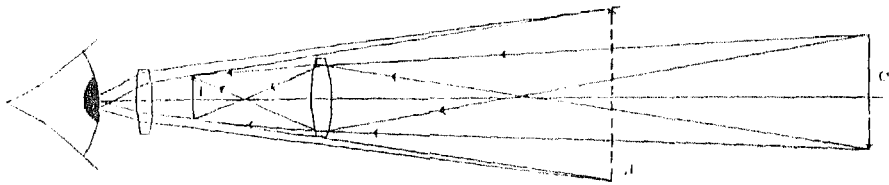


FIGURA 10

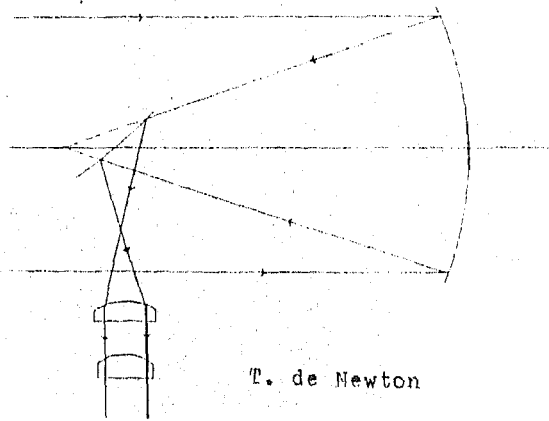
IV,2,3,1. Telescopios de refracción

Se explicó a los alumnos que prácticamente estos aparatos son los anteojos astronómicos, tanto el de Galileo como el de Kepler. La figura 11, muestra el esquema de la formación de la imagen en el de Kepler, construido con dos lentes convexas con lo que logró un campo visual mayor.



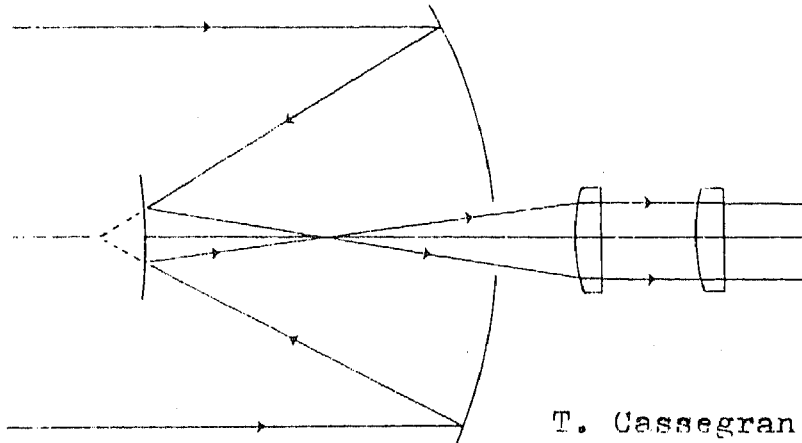
IV,2,3,2. Telescopios de reflexión

Se estudió la formación de la imagen en los modelos de Newton y Cassegran. Ambos aparatos emplean espejos en lugar de lentes para la obtención de la imagen, ya que la construcción de espejos de gran tamaño es mucho más fácil que la construcción de lentes igualmente grandes. Se compararon ambos montajes: en el de Newton (figura 12) la luz captada por el



TECNICAS PEDAGOGICAS APLICADAS AL ESTUDIO DE LOS APARATOS OPTICOS

espejo grande se envía a un espejo plano pequeño que se encuentra en el centro del tubo, que remite la luz hacia el ocular que se encuentra fijo en uno de los lados del mismo tubo. En el de Cassegran (figura 13) la luz incide en un espejo



hiperbólico colocado en el eje del tubo, que envía la luz sobre un ocular montado sobre la base del espejo mayor. El espejo grande presenta un agujero en el centro para que la luz pueda pasar hasta el ocular. Como curiosidad se comentó con los alumnos que el telescopio del Monte Palomar tiene un montaje de este tipo, con un espejo de unos cinco metros de diámetro.

Finalmente se hizo hincapié en unos aspectos de estos aparatos que se consideraron interesantes para la formación de ideas claras en los alumnos:

1.— La imagen dada por el anteojo es invertida, esto no es inconveniente en las observaciones astronómicas pero sí en las terrestres, por lo que en este caso se introduce una lente inversora (anteojo terrestre o catalejo).

2.— Los binoculares se forman montando dos telescopios terrestres lado a lado. Algunos anteojos de teatro y los binoculares baratos utilizan el sistema de Galileo.

3.— En la actualidad la mayor parte de las observaciones astronómicas no son visuales sino fotográficas.

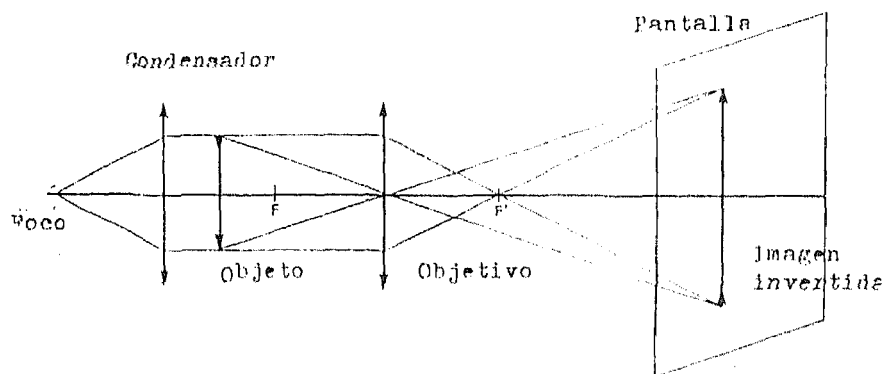
4.— Los telescopios no amplifican los objetos como lo hacen los microscopios, ni tampoco acercan los objetos, puesto que la imagen aparece en el infinito. La acción del telescopio es la de aumentar el ángulo visual, logrando una mayor imagen en la retina.

IV,3. A. O. de Proyección

Se estudiaron el proyector de diapositivas, el de transparencias y el cinematógrafo. Se estableció la diferencia fundamental existente con los demás aparatos ópticos, es decir, que no se usan para una observación directa, sino que parten de imágenes ya registradas de manera permanente sobre películas o papel especial, y que se proyectan sobre superficies planas con gran aumento.

IV,3,1. Proyector de diapositivas

Se observó detalladamente la Constitución de la parte óptica de este aparato, así como la marcha de los rayos luminosos para conseguir la imagen proyectada sobre la pantalla. La figura 14 muestra un esquema de la formación de la imagen.

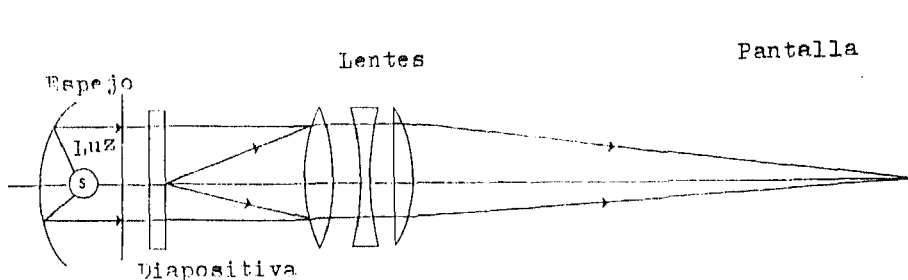


Se desmontó luego un aparato para poder observar la marcha de los rayos (figura 15). Después, se familiarizó a los alumnos con el manejo de este importante recurso didáctico.

IV,3,2. Cinematógrafo

Se hizo una introducción histórica como motivación. Se explicó tanto el aparato en sí, con la ayuda de un proyector super-8 sonoro, como el

TECNICAS PEDAGOGICAS APLICADAS AL ESTUDIO DE LOS APARATOS OPTICOS



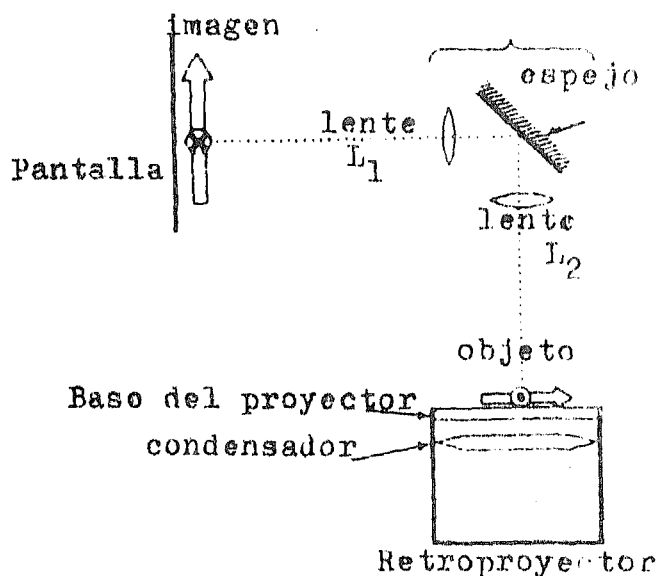
fundamento del movimiento de las imágenes. Como auxiliar en la experiencia se utilizaron varias fotografías de aves como la de la figura 16 que al moverlas rápidamente producen en el observador la sensación de estar volando.

Se explicó entonces como se consigue ya que la persistencia de la imagen en la retina es aproximadamente de una décima de segundo y la velocidad de paso de las fotos viene a ser de veinticuatro por segundo.



IV,3,3. Retroproyector

Se estudió por la gran utilidad que presta al profesor, al ser de fácil manejo, no necesitar de mucha preparación de material, sustituir a veces a la pizarra, con el ahorro de tiempo que se produce al llevar los dibujos hechos, la claridad de imagen y el poder escribirse sencillamente sobre las transparencias lo que supone un gran refuerzo didáctico. (Figura 17.)



El funcionamiento óptico es muy sencillo. Se requieren únicamente dos lentes y un espejo. Sin embargo, para lograr una imagen clara, y sobre todo los detalles de las figuras cerca del borde, se introduce una tercera lente llamada condensadora, que tiene como misión orientar toda la luz hacia la lente L₂.

IV,4. El Ojo y la Cámara fotográfica

Primero se estudió el ojo, luego la cámara fotográfica y después se procedió a compararlos para mostrar la analogía existente entre ambos sistemas ópticos.

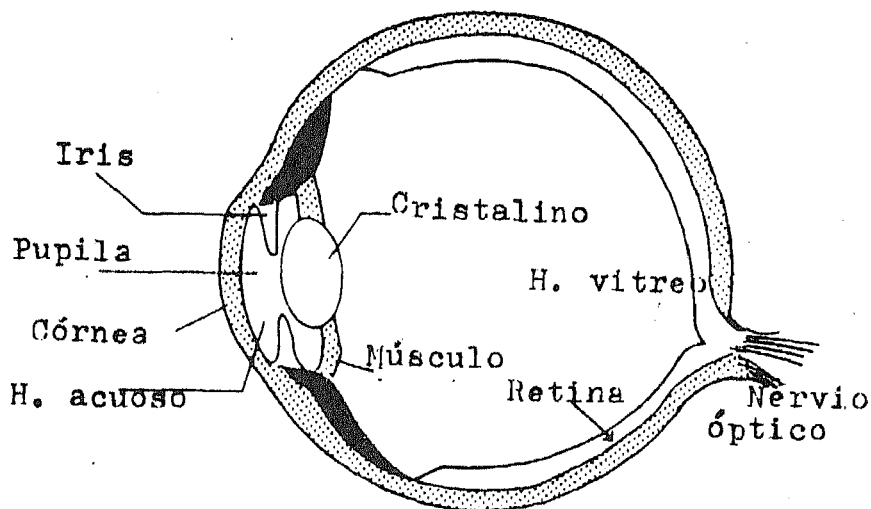
TECNICAS PEDAGOGICAS APLICADAS AL ESTUDIO DE LOS APARATOS OPTICOS

IV,4,1. Estudio del ojo

Se realizó bajo dos aspectos fundamentales:

1.— Biológico (relación interdisciplinar), en el cual se analiza su anatomía, funcionamiento, factores que intervienen en su buena conservación como órgano, etc.

2.— Funcionamiento del ojo como aparato óptico, formación de imágenes, corrección de defectos mediante elementos ópticos, etc. figura 18.



IV,4,1,1. Experiencias

Las experiencias que se reseñan a continuación se realizaron con un ojo de ternera que se mantuvo congelado hasta el momento de la experiencia.

— Se observó primero el ojo a simple vista y luego con auxilio de la lupa binocular. Los alumnos se fijaron en la parte externa, diferenciando la pupila, el iris, la esclerótica, etc.

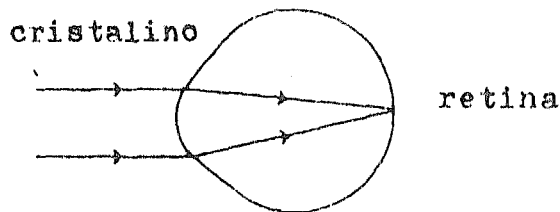
— Se practicó después la disección de ojo y se analizaron con cuidado las distintas partes interiores: retina, nervio óptico, punto ciego, mancha amarilla, humores vítreo y acuoso y finalmente se extrajo el cristalino.

— Se comprobó que el cristalino es una pequeña bola transparente y elástica, es una verdadera lente convergente, dotada de la particularidad de poder cambiar de curvatura y de esa forma puede enfocar los objetos a distancias variables.

— La comprobación de que el cristalino era realmente una lente convergente, y actúa como tal por tanto, se realizó como se expone a continuación: al practicar la disección del ojo, se cortaron la esclerótica y la coroides en su parte posterior dejando intacta la retina. Se colocó en una habitación oscura y se fue aproximando y alejando una vela encendida hasta que quedó perfectamente enfocada. Se observó en la retina la imagen invertida.

IV,4,2. Esquema de la marcha de los rayos luminosos

Se realizaron murales en los que figuraban la marcha de los rayos luminosos a través del cristalino y su correspondiente construcción geométrica, así como la formación de la imagen en la retina (figura 19).



IV,4,3. Defectos de la visión y su corrección con elementos ópticos

Se consideraron los defectos más corrientes en la visión analizando sus causas y como mediante el acoplamiento de elementos ópticos (lentes) se logra que la visión resulte correcta. Los defectos que se estudiaron fueron:

1. Presbicia

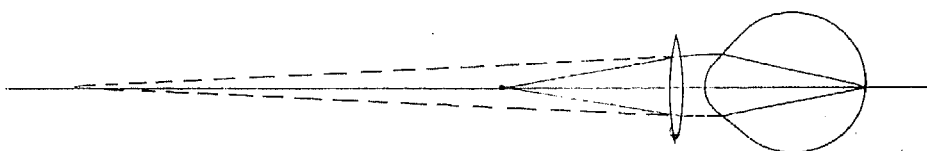
Se recordó que la visión clara se produce cuando la imagen se forma en la retina de una manera nítida. El ojo puede formar buenas imágenes de objetos que estén situados a distancias muy grandes y hasta unos 25 centímetros como mínimo. Cuando los músculos están relajados por completo, los objetos alejados forman su imagen en la retina, al estar éstos más cerca, los músculos aumentan su tensión sobre la lente y el ojo lo enfoca. Este proceso es la acomodación. Igualmente se hizo hincapié en los límites de la visión clara llamados puntos cercano y lejano. Cuando aumenta la edad, el punto

TECNICAS PEDAGOGICAS APLICADAS AL ESTUDIO DE LOS APARATOS OPTICOS

cercano aumenta desde 7 centímetros hasta más de 2 metros que es el valor que se alcanza a los setenta años. Se debe a que el cristalino pierde elasticidad y con ello la posibilidad de acomodación. Este defecto constituye la presbicia. Para corregirlo se usan lentes convergentes.

2. Hipermetropía

Se explicó, que este defecto se produce cuando el ojo tiene el diámetro anteroposterior más corto de lo normal, o el cristalino menos convergente, como consecuencia la imagen de un objeto que se encuentre en el infinito se formará detrás de la retina. Sólo se podrá formar la imagen de un objeto lejano por acomodación. El punto cercano estará mucho más distante que en el ojo normal. Para corregir este defecto se usan lentes convergentes. Después de haber dado esta información a los alumnos, se hizo que ellos buscaran la justificación. (Figura 20).



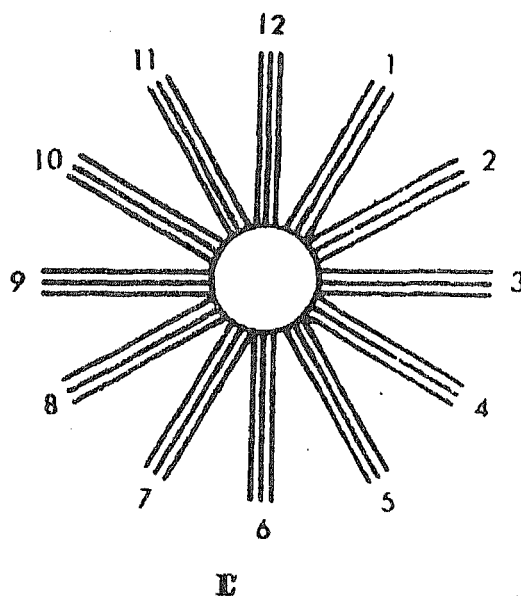
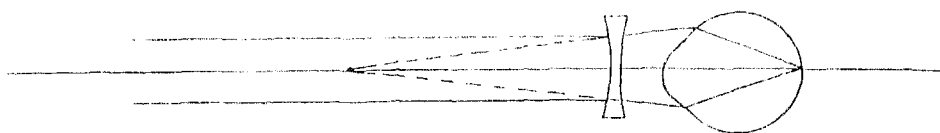
3. Miopía

Se consideró cómo al ojo miope le ocurre lo contrario que al hipermetrope, es decir que presenta o un cristalino demasiado convergente o un diámetro excesivo. Se obligó a los alumnos a buscar el esquema que representase la formación de la imagen en este caso pero con el defecto corregido. La figura 21 muestra el resultado.

También se estudió el caso de la miopía nocturna.

2. Astigmatismo

Se construyó un mural (figura 22) con un de los dibujos que se utilizan para descubrir este defecto, ya que un ojo normal deberá ver todos los radios con la



misma intensidad de color y la misma claridad. Se informó a los alumnos del empleo de lentes cilíndricas para su corrección así como de la manera de reconocerlas, ya que al girarlas deforman los objetos que se ven a través de ellas.

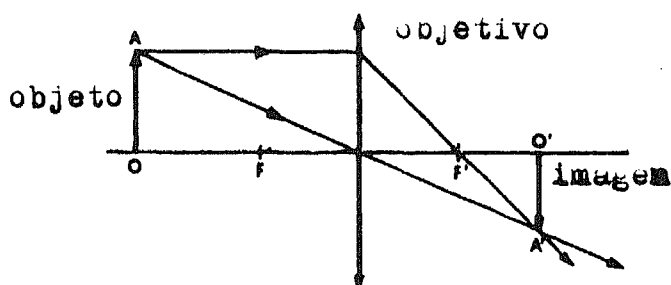
5. Cataratas

De forma meramente teórica se estudió en qué consiste y el tipo de lentes que se utilizan después de la extirpación del cristalino.

TECNICAS PEDAGOGICAS APLICADAS AL ESTUDIO DE LOS APARATOS OPTICOS

IV,4,4. Cámara fotográfica

Se empezó estudiando el sistema óptico y el fundamento químico de la impresión de la película, se prosiguió con el trazado de un gráfico (figura 23) que dibujase la formación de la imagen y finalmente se explicó el funcionamiento de la máquina empleando varias que fueron aportadas por los alumnos y los profesores. Igualmente se hicieron varias prácticas de enfoque y de utilización del fotómetro en los casos en que la cámara no los tenía incorporado.



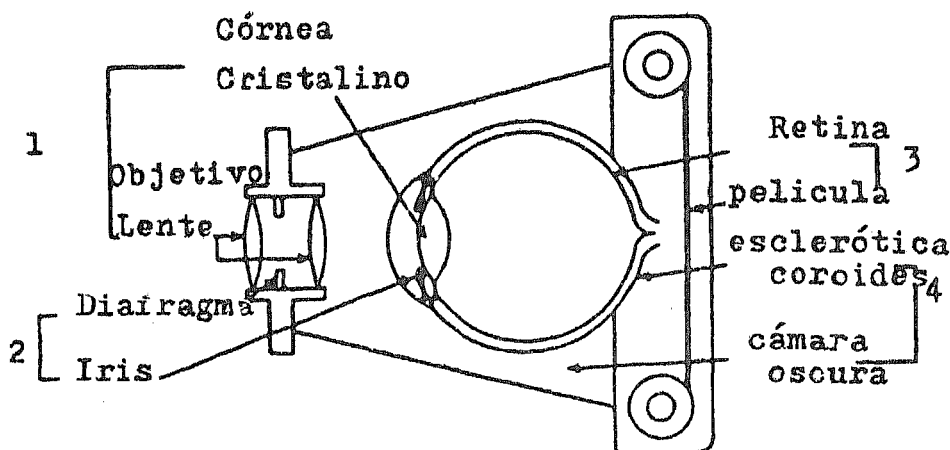
IV,4,4,1. Estudio comparativo del ojo y la cámara fotográfica

Este estudio es precisamente la justificación metodológica para incluir ambos aparatos en la misma unidad didáctica y que fuese elaborada por el mismo grupo de alumnos. Se construyó un mural como el que representa la figura 24. Con su ayuda fue fácil e intuitivo establecer la relación buscada.

- 1.— El objetivo equivale a la córnea y cristalino¹.
- 2.— El diafragma se corresponde con la pupila².
- 3.— La película hace el mismo papel que la retina³.
- 4.— La misión de la cámara oscura es similar a la que ejercen la coroides y la esclerótica⁴.

IV,5. El periscopio y el caleidoscopio

Dada su fácil construcción se hicieron ambos aparatos. Se estudiaron en un grupo aparte debido a la dificultad que presentan para encajar en los anteriores.



IV,5,1. Periscopio

Se utiliza para ver las cosas que están situadas a una altura superior a la del observador. Los alumnos construyeron uno utilizando cartulina y dos espejos rectangulares pequeños. El esquema seguido en la construcción está representado en la figura 25 y la figura 26 muestra el aparato terminado. El proceso seguido por los alumnos se puede resumir: Se cortó un rectángulo de 60 cm. de longitud y 30 cm. de anchura. A unos 10 centímetros y en las caras A y C se practicaron dos orificios circulares de 2,5 cm. de diámetro. Los espejos se colocaron inclinados (como muestra la figura 26) fijándose ambos con cinta adhesiva de forma que sus superficies quedaron paralelas y una frente a otra.

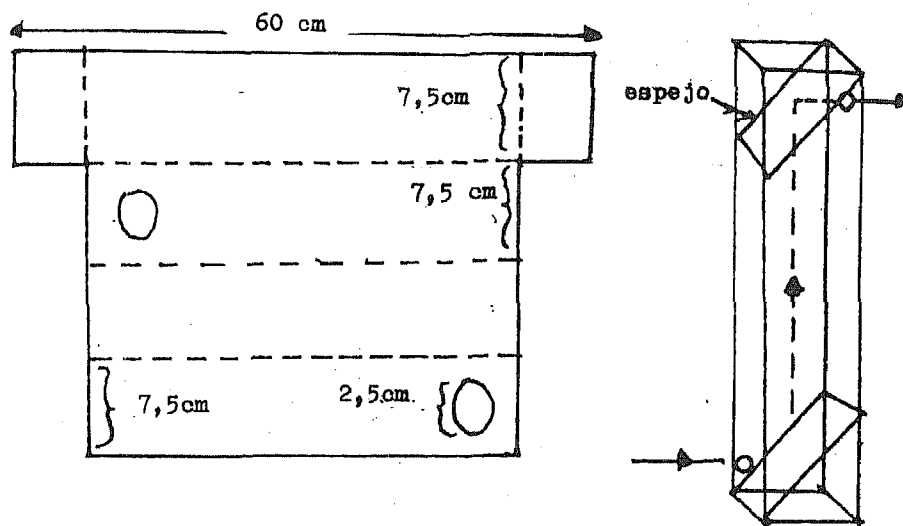
Se hizo reflexionar a los alumnos sobre el fundamento de la formación de la imagen en este aparato, es decir, aprovecha el hecho de la propagación rectilínea de la luz y su reflexión en los espejos.

IV,5,2. Caleidoscopio

Se justificó su estudio ya que puede utilizarse en el Ciclo Inicial y en Preescolar, gracias a la facilidad con que se logran imágenes de diversas formas y colores.

Para su construcción se hizo primero un prisma triangular de cartulina negra. En dos de sus caras consecutivas se pegaron dos espejos rectangulares

TECNICAS PEDAGOGICAS APLICADAS AL ESTUDIO DE LOS APARATOS OPTICOS



(las caras del prisma deben cortarse del tamaño de los espejos). Una de las bases se hizo con papel vegetal la otra se recortó en cartulina negra y se le practicó un orificio en el centro para mirar a través de él; antes de colocar ésta se introdujeron dentro varios trocitos de cristales de colores de pequeño tamaño. Los alumnos informaron de la dificultad que encontraron al no existir en el mercado cristales de colores, esta dificultad fue superada al emplear trocitos de cristal previamente pintados con pintura "bombillo". Se intentó también utilizar trozos de plástico transparente de diversos colores pero por causa de la electricidad estática el resultado no se consideró válido.

V. EVALUACION

Los resultados se evaluaron, valorando las características (validez, claridad, originalidad, adecuación al Método Científico y corrección en la evaluación) de cero a diez puntos, obteniéndose la calificación final como la media aritmética de las puntuaciones. Varias de estas características no se consideraron en algunas de las variables pues son inherentes a su formulación. Los valores de cada grupo se vertieron en la Tabla II.

REVISTA GUINIGUADA

I. APARATOS DE APROXIMACIÓN

GRUPO I. (3ºA)

INDICADORES	V.(1)	Cl.(2)	Or.(3)	N.(4)	Ex.(5)	P.(6)
Objetivos programados	7	7	6	7	7	6,8
Motivación	9	6	9			8
Actividades	8	8	6	8	8	7,6
Planificación	-	-	7	6	-	6,5
Diseño Experimental	9	9	8	9	8	8,6
Montaje experiencias	9	9	8	8	-	8,25
Recursos didácticos	9	9	7	7		8
Exposición clase	8	8	8	9		8,25

PUNTUACION FINAL = 6,70

GRUPO I. (3ºB)

INDICADORES	V.(1)	Cl.(2)	Or.(3)	N.(4)	Ex.(5)	P.(6)
Objetivos programados	6	7	7	7	7	6,8
Motivación	8	8	7	6	-	7,25
Actividades	9	8	7	7	7	7,6
Planificación	-	-	6	6	-	6
Diseño Experimental	8	7	8	6	7	7,2
Montaje experiencias	8	7	7	7	-	7
Recursos didácticos	9	7	7	7	-	7,5
Exposición clase	7	6	6	7	-	6,5

PUNTUACION FINAL = 6,08

GRUPO I. (3ºC)

INDICADORES	V.(1)	Cl.(2)	Or.(3)	N.(4)	Ex.(5)	P.(6)
Objetivos programados	8	7	8	8	7	7,6
Motivación	8	8	7	-	-	7,66
Actividades	9	8	8	7	7	7,8
Planificación	-	-	8	7	-	7,5
Diseño Experimental	8	8	9	9	7	8,2
Montaje experiencias	9	9	7	8	-	8,25
Recursos didácticos	9	8	7	8	-	8
Exposición clase	8	8	9	8	-	8,25

PUNTUACION FINAL = 7,1

II. APARATOS DE APROXIMACIÓN

GRUPO II. (3ºA)

INDICADORES	V.(1)	Cl.(2)	Or.(3)	N.(4)	Ex.(5)	P.(6)
Objetivos programados	7	8	7	7	7	7,2
Motivación	8	8	8	7	-	7,75
Actividades	7	8	8	7	8	7,6
Planificación	-	-	6	7	-	6,5
Diseño Experimental	7	5	7	6	8	6,2
Montaje experiencias	7	6	6	7	-	6,5
Recursos didácticos	8	8	8	7	-	7,75
Exposición clase	8	8	8	7	-	7,75

PUNTUACION FINAL = 7,15

GRUPO II. (3ºB)

INDICADORES	V.(1)	Cl.(2)	Or.(3)	N.(4)	Ex.(5)	P.(6)
Objetivos programados	9	8	9	9	9	8,8
Motivación	9	9	9	9	-	9
Actividades	8	9	9	9	8	8,6
Planificación	-	-	7	8	-	7,5
Diseño Experimental	8	6	8	7	7	7,2
Montaje experiencias	8	7	7	8	-	7,5
Recursos didácticos	9	9	9	8	-	8,75
Exposición clase	9	9	9	8	-	8,75

PUNTUACION FINAL = 8,26

GRUPO II. (3ºC)

INDICADORES	V.(1)	Cl.(2)	Or.(3)	N.(4)	Ex.(5)	P.(6)
Objetivos programados	8	7	7	8	8	7,6
Motivación	8	7	7	-	-	7,33
Actividades	9	9	8	8	7	8,2
Planificación	-	-	8	8	-	8
Diseño Experimental	8	8	7	8	8	7,8
Montaje experiencias	9	9	8	8	-	8,5
Recursos didácticos	9	9	8	8	-	8,5
Exposición clase	9	8	8	8	-	8,25

PUNTUACION FINAL = 8,1

TECNICAS PEDAGOGICAS APLICADAS AL ESTUDIO DE LOS APARATOS OPTICOS

III. APARATOS DE PROYECCION

GRUPO III. (3º A)

INDICADORES	V(1)	C(2)	Dr(3)	N.F(4)	E.F(5)	P.(6)
Objetivos programados	7	7	6	6	6	6,4
Motivación	8	8	6	8	-	7,5
Actividades	7	6	8	5	5	6,2
Planificación	-	-	6	5	-	5,5
Uso Experimental	6	8	8	6	7	7
Montaje experimental	6	7	6	6	-	6,25
Recursos didácticos	7	8	6	5	-	6,25
Exposición clase	6	7	6	6	-	6,25

PUNTAJACION FINAL = 6,45

GRUPO III. (3º B)

INDICADORES	V(1)	C(2)	Dr(3)	N.F(4)	E.F(5)	P.(6)
Objetivos programados	8	8	6	8	8	7,6
Motivación	7	8	7	6	-	7
Actividades	8	8	6	6	7	7
Planificación	-	-	7	6	-	6,5
Uso Experimental	8	8	7	7	7	7,4
Montaje experimental	8	8	6	7	-	7,25
Recursos didácticos	9	9	8	7	-	8,25
Exposición clase	8	8	7	8	-	7,75

PUNTAJACION FINAL = 7,34

GRUPO III (3º C)

INDICADORES	V(1)	C(2)	Dr(3)	N.F(4)	E.F(5)	P.(6)
Objetivos programados	7	7	8	8	8	7,6
Motivación	9	9	8	-	-	8,66
Actividades	8	9	8	8	9	8,4
Planificación	-	-	8	8	-	8
Uso Experimental	9	9	8	7	8	8,2
Montaje experimental	9	8	7	7	-	7,75
Recursos didácticos	10	9	8	8	-	8,75
Exposición clase	9	9	8	8	-	8,5

PUNTAJACION FINAL = 8,24

IV. CÁMERA Y CÁMARA FOTOGRAFICA COMO AP. DE OPTICOS

GRUPO IV. (3º A)

INDICADORES	V(1)	C(2)	Dr(3)	N.F(4)	E.F(5)	P.(6)
Objetivos programados	9	8	9	9	8	8,6
Motivación	7	6	7	7	-	6,75
Actividades	8	7	6	8	7	7,6
Planificación	-	-	5	6	-	5,5
Uso Experimental	7	6	7	5	6	7,75
Montaje experimental	7	6	7	6	-	6,5
Recursos didácticos	8	7	5	5	-	6,25
Exposición clase	6	6	6	6	-	6

PUNTAJACION FINAL = 6,1

GRUPO IV. (3º B)

INDICADORES	V(1)	C(2)	Dr(3)	N.F(4)	E.F(5)	P.(6)
Objetivos programados	7	7	6	5	6	6,2
Motivación	7	7	5	7	-	6,5
Actividades	8	9	6	6	8	7,4
Planificación	-	-	8	8	-	8
Uso Experimental	8	8	8	8	8	8
Montaje experimental	9	9	9	9	-	9
Recursos didácticos	8	8	8	7	-	7,75
Exposición clase	9	8	9	7	-	8,25

PUNTAJACION FINAL = 7,63

GRUPO IV. (3º C)

INDICADORES	V(1)	C(2)	Dr(3)	N.F(4)	E.F(5)	P.(6)
Objetivos programados	9	8	9	9	9	8,8
Motivación	8	8	9	-	-	8,33
Actividades	9	8	10	9	8	8,8
Planificación	-	-	9	8	-	8,5
Uso Experimental	9	8	8	7	8	8
Montaje experimental	9	9	7	8	-	8,25
Recursos didácticos	10	9	8	8	-	8,75
Exposición clase	10	10	9	8	-	9,25

PUNTAJACION FINAL = 8,33

REVISTA GUINIGUADA

Grupo V. Varioni Unaleidoscopio y Periscopio

39A

INDICADORES	V ₍₁₎	O ₍₂₎	Or ₍₃₎	M. ₍₄₎	Er ₍₅₎	P. ₍₆₎
Objetivos programado	8	9	7	8	8	8
Motivación	9	7	8	6	-	7,5
Actividades	9	8	8	9	9	8,6
Planificación	-	-	8	8	-	8
Diseño Experimental	9	7	7	6	7	7,2
Montaje experiencias	9	7	8	8	-	8
Recursos didácticos	8	8	8	7	-	7,75
Exposición clase	6	7	6	8	-	6,5

Puntuación final = 7,69

39B

INDICADORES	V ₍₁₎	O ₍₂₎	Or ₍₃₎	M. ₍₄₎	Er ₍₅₎	P. ₍₆₎
Objetivos programado	8	8	6	7	7	7,2
Motivación	8	8	8	7	-	7,75
Actividades	9	7	8	6	7	7,4
Planificación	-	-	9	8	-	8,5
Diseño Experimental	8	9	7	7	8	7,8
Montaje experiencias	9	6	7	8	-	7,5
Recursos didácticos	8	7	9	8	-	8
Exposición clase	6	6	8	7	-	6,75

Puntuación final = 7,61

39C

INDICADORES	V ₍₁₎	O ₍₂₎	Or ₍₃₎	M. ₍₄₎	Er ₍₅₎	P. ₍₆₎
Objetivos programado	8	7	8	8	8	7,8
Motivación	8	7	7	8	-	7,5
Actividades	9	8	8	8	8	8,2
Planificación	-	-	8	8	-	8
Diseño Experimental	8	8	7	7	8	7,6
Montaje experiencias	9	8	8	8	-	7,75
Recursos didácticos	8	7	8	7	-	7,5
Exposición clase	7	6	7	7	-	6,7

Puntuación final = 7,63

TECNICAS PEDAGOGICAS APLICADAS AL ESTUDIO DE LOS APARATOS OPTICOS

Del estudio de dichas tablas pudo deducirse:

- 1.— La poca práctica que la mayoría de los alumnos tienen en la exposición de temas, por ello en este apartado las calificaciones en general fueron más bajas.
- 2.— La evaluación de los objetivos programados presentó en general bastantes fallos en casi todos los grupos de trabajo.
- 3.— Las mejores puntuaciones se obtuvieron en “Montaje de experiencias” y “Utilización de recursos”, debido probablemente al gran hincapié que se hizo en las clases de Didáctica de Física y Química de la necesidad de utilizar una metodología activa, con participación del alumno en el aprendizaje, y también a la obligación impuesta a partir siempre de la experiencia para llegar a los contenidos.
- 4.— Los alumnos estuvieron muy motivados ya que su participación en las clases y el rendimiento en su aprendizaje fue superior al obtenido en otros temas a los que aplicó una metodología tradicional.

VI. CONCLUSIONES

De la discusión de los resultados obtenidos en los diferentes grupos de trabajo se dedujeron las siguientes conclusiones:

- 1.— Los alumnos participan desde el principio en la elaboración del tema a estudiar.
- 2.— Adquieren destrezas en las técnicas expositivas.
- 3.— Se estimula el trabajo en equipo, la colaboración entre los compañeros, el intercambio de ideas y la participación activa en la clase.
- 4.— Se plantean las dificultades encontradas tanto en la exposición en clase como en la preparación de las unidades y se buscan las vías de solución.
- 5.— Los alumnos adquieren un juicio crítico al valorar objetivamente la actuación de los diferentes equipos de trabajo.
- 6.— Finalmente, se mejora notablemente la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

REVISTA GUINIGUADA

Bibliografía:

- Benediño, V.: (1967), *Introducción a los métodos de Investigación Pedagógica*. C.E.U. Barcelona.
- Berckhard, R.: (1973), *Desarrollo organizacional: estrategias y modelos*. Fondo Educativo Interamericano. México.
- Gil Pérez, D.: (1982), *La investigación en el aula de Física y Química*. Anaya/2. Madrid.
- Havelock, R. G. y Huberman, A. M.: (1980), *Innovación y problemas de la Educación*. Unesco. París.
- Lafourcade, P. D.: (1972), *Evaluación de los aprendizajes*. Cincel. Madrid.
- Luzón Cuesta, R.: (1971), *Didáctica de la Física y Química*. Ed. Santiago Rodríguez. Burgos.
- Morrish, J.: (1978), *Cambios e innovación en la Enseñanza*. Anaya. Salamanca.
- Romano, D.: (1978), *Elementos y técnicas del trabajo científico*. Teide. Barcelona.
- Scars, F.: (1979), *Fundamentos de Física. Volumen III. Óptica*. Aguilar. Madrid.
- Tilley, D. y Thumm, W.: (1976), *Física*. Fondo Educativo Interamericano. Barcelona.
- Uria, E. F.: (1979), *Estructura y Didáctica de las Ciencias*. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid.
- Warren, J.: (1970), *Enfoques sobre Física. Óptica*. Ceca. Barcelona.