

Marc Boada es divulgador científico y experto en ciencia experimental.

Víctor Grau, doctor en física, es profesor de didáctica de las ciencias en la Universidad de Vic.

Investigador científico en el área de física experimental. Profesor.



# El kapnoscopio: ver para crear

La manipulación de la luz mediante lentes, espejos y filtros resulta de observar. Un sencillo artefacto de construcción sencilla permite la tarea y permite experimentar en clase con la óptica geométrica.

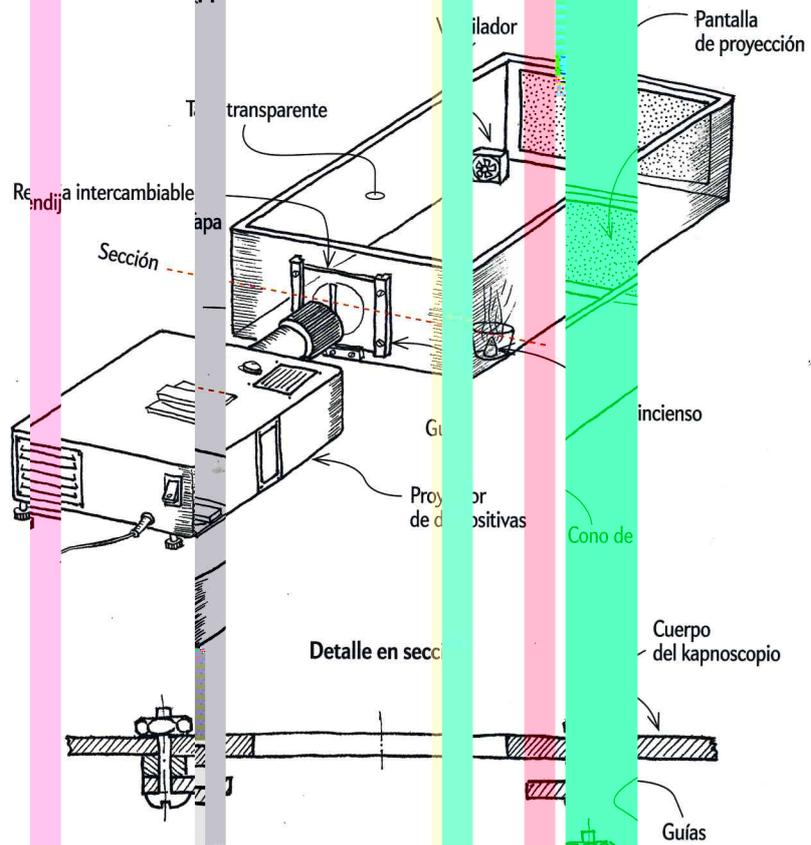
Leonardo, Newton y otros observaron que la luz que se manifiesta en un ambiente oscuro es solo perceptible en un ambiente diáfano, esta vez, a través de un agujero. En esta ocasión, proponemos un sencillo truco para el aprendizaje de la óptica y también para los aficionados.

Debo a mi buen amigo y colaborador, Víctor Grau, profesor de didáctica de las ciencias en la Universidad de Vic, la descripción del artefacto que hoy presentamos en estas páginas. Buscando maneras de enseñar a alumnos de primaria los principios de la óptica, descubrí en una publicación de la Unesco: *Número de la Unesco para la enseñanza de las ciencias* (1973). Cansados de una forma tan poco clara como la de «capnoscopio», lo hemos bautizado con el nombre de «kapnoscopio» (del griego *kapnòs*, «humo», y *skopein*, «observar»). Consiste, en esencia, en una caja ligeramente modificada para observar, mediante un poco de humo, el interior. Procedamos a su construcción detallada y luego nos ocuparemos de sus aplicaciones.

Para la construcción del kapnoscopio podríamos aprovechar un recipiente cualquiera de las botellas de vino (de las de seis litros), una caja de botas o zapatos bien grande, o incluso una caja de regalo. Pero sería mucho más interesante partir de este caso, el cartón pluma será el material de primera elección. En primer lugar, tendremos que cortar las distintas partes con

papel engomado, que encontraremos en librerías y comercios de papelería. Las medidas recomendadas son unos 380 x 290 milímetros para la base y unos 200 milímetros para la altura. (En caso de haber aprovechado una caja negra, deberemos aplicar en su interior una buena capa de pintura negra y mate.) La caja debe poder abrirse por arriba y, además, la tapa debe ser transparente para observar el interior. Podemos escoger entre diversos materiales: Muy duradero es el cristal; sin embargo, por su fragili-

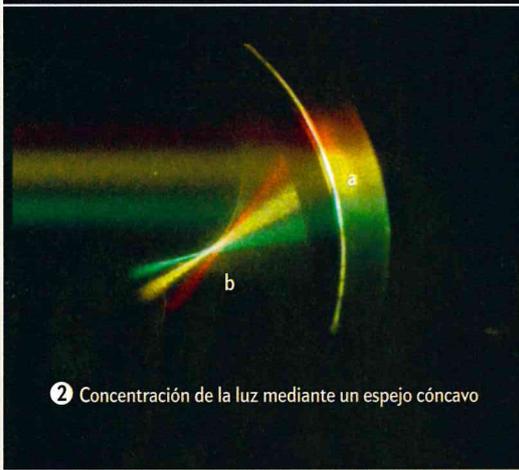
dad, lo recomendamos en el laboratorio escolar. Más barato, pero caro, es el metal. Y de cualquier modo podemos prescindir, si el presupuesto es bajo, del acetato o el celofán. Si el presupuesto es como fuere, la tapa debe ser sólida y cerrarse con precisión. Hemos ensayado las menos prácticas, sobre todo de plástico, y también tapas sueltas que simplemente se deslizarían por gravedad. Son las últimas, quizás, que dan el mejor resultado para el transporte y también se apoyan sobre las que



VÍCTOR GRAU (fotografías), MARC BOADA (dibujos)



1 Reflexión de la luz en un espejo plano



2 Concentración de la luz mediante un espejo cóncavo



3 División del haz de luz mediante un vidrio semirreflectante



4 Refracción de tres haces en una lámina transparente gruesa

Recolectaremos una amplia variedad de materiales transparentes; algunos de ellos, como el vidrio, el plástico y el agua, ya los utilizamos habitualmente. En la práctica, utilizaremos una lámina transparente para observar la refracción de la luz. En la práctica, utilizaremos una lámina transparente para observar la refracción de la luz. En la práctica, utilizaremos una lámina transparente para observar la refracción de la luz.

Esta última es, quizás, la más delicada, ya que deberá recibir los rayos de luz que proceden de la fuente. Para ello, utilizaremos un espejo cóncavo que concentre la luz en un punto focal. Este punto focal será el lugar donde se encuentren los rayos de luz. Este punto focal será el lugar donde se encuentren los rayos de luz.

Centraremos ahora en el punto focal de la caja. Para ello, utilizaremos un espejo cóncavo que concentre la luz en un punto focal. Este punto focal será el lugar donde se encuentren los rayos de luz. Este punto focal será el lugar donde se encuentren los rayos de luz.

Una mejora de un dimmer es la utilización de un interruptor que permita controlar la intensidad de la luz. Este interruptor será el lugar donde se encuentren los rayos de luz. Este interruptor será el lugar donde se encuentren los rayos de luz.

Pasen ahora al segundo punto crítico: la fuente de luz. La fuente de luz será el lugar donde se encuentren los rayos de luz. Este punto crítico será el lugar donde se encuentren los rayos de luz.

o, convertiremos el haz de luz en un haz de luz. Este punto crítico será el lugar donde se encuentren los rayos de luz. Este punto crítico será el lugar donde se encuentren los rayos de luz.

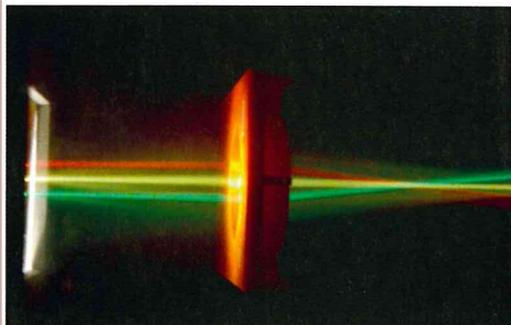
Si no conseguimos el punto focal, utilizaremos un espejo cóncavo que concentre la luz en un punto focal. Este punto focal será el lugar donde se encuentren los rayos de luz. Este punto focal será el lugar donde se encuentren los rayos de luz.

Aparecerá a los ojos una imagen invertida. Este punto crítico será el lugar donde se encuentren los rayos de luz. Este punto crítico será el lugar donde se encuentren los rayos de luz.

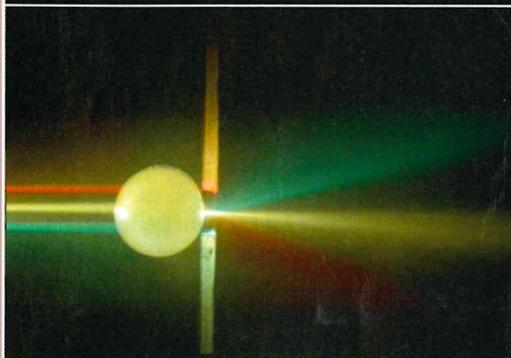
El siguiente paso es la utilización de un interruptor que permita controlar la intensidad de la luz. Este interruptor será el lugar donde se encuentren los rayos de luz. Este interruptor será el lugar donde se encuentren los rayos de luz.

Sustituiremos ahora el punto crítico por un punto crítico. Este punto crítico será el lugar donde se encuentren los rayos de luz. Este punto crítico será el lugar donde se encuentren los rayos de luz.

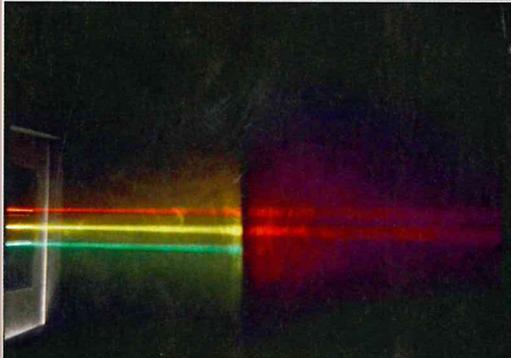
con enorme facilidad ad la distancia fo al del astro nómico se nita a pequeña escala con  
 rector, la que h entre el centro de óptica de los lentes, un gran e de foco largo y o tra  
 ta del espejo (a) el punto donde se ubica el eje óptico, una de foco corto. Para desc ub  
 los tres rayos (b). entrega al alumno de una remoción de la función de un anteojo galileano, b us ca  
 Merece la pena de l e matemáticas con l de no-cóncavo el bico lar, u a (si no encontr Fl a  
 pequeña par oploplia e matemáticas. Una pie os na po nos onca icarla al torno). Res los  
 investigar si as pr oiedad es. Una pie os na po nos onca icarla al torno). Res los  
 patada de color b nco brillante se co mpr lisa ta práctico por er en la guía un diafragma ul  
 tá de forma muy istinta a otra de ad alpor do una ventana es en  
 nte. Tambi én no serán ú tiles las e bado ma de «F». Aju sta do la posición y la dis for  
 rfectantes con la que de coramos e aras cia de las le nte lo grare mos proyectar la l en  
 d navidad q algún prisma e extraído de arbol en la ventan ate al, q ue hasta ese mome tra  
 p smáticos rotos. tivam te fácil m ontar con un lentes con un bio, la ansite mos a hora a investigar la nat ura  
 Más aún, es rel que cu in aplán la fu ontar con un lentes con un bio, la ansite mos a hora a investigar la nat ura  
 de retrorefle espejo que cu in aplán la fu ontar con un lentes con un bio, la ansite mos a hora a investigar la nat ura  
 e alguna vic ctore próximo a algún re arscar al de Tr el color. Para opezar, ubiquemos e ura  
 vario semirr rierf. mte que le fijaremos al de Tr el color. Para opezar, ubiquemos e ura  
 una bola de efect ina blanca. Ello p obre leza or de la caja emi ntos filtros que in el  
 t observar q ue plásti rte de la luz se ref rmi secte el tr aye de t un rayo de luz blan er  
 parte lo atrav iesa e). Después, u tili cer nos d e nuevo las tres l ca  
 Pasemos a la óptica refractiva. Para dij as color ad as. Los alumnos descubri an  
 e o seguirem os us: ndo el conjunto an erior intuitivamente la función de los filtros an  
 tres rendij as. Po ngam os en cada un a un absorción select va de los colores. Aplic  
 firo de color (las máge le s correspo un filtro rojo per endicular a los h  
 as experiment os co rojo, amarillo y verde, pero no a ve ar la luz roja y la a na  
 lo colores p mient s). De rto del kapno azul, verde y rojo. Ahora, p ngamos dentro del kapno e y  
 pi, y cortanq mari lo pe amos l m lámina e tra colos abie to t es a tro. Cada uno lo de  
 ye to de la luz de caras plan as y pon ralelas d e cualquie pesa emi tentare m  
 de al transpa rente Los rayo s la atrave marán arán  
 imperturbabl es. Si giramo s la l mina de forma que e los  
 haces de color r inc dan cierto ángulo, al fon de, u na pa ntalla blanca de l  
 veremos que esto emer ge n desplaz dos, y ección. ¿Dy qué color r serán las somb  
 observación que r os rend ite a la con ita de los comple eme ntal ios, claro. La me z  
 imagen de un a vari la sum er gida en un a aditiv de color es q uizás uno de los fe  
 de agua 4. A continu ación, supli mos la lá mina de forma que e los  
 por una lupa ación, uno (le re te converg hna (ente) cido es el comp o r  
 que habremo de m o a un naco de ma tera, tanto de los l rism as. Es relativame nt  
 garantizando as s i posición vertical, f fácil construir un no eq uilátero de meta cri  
 bl. Los haces de lu z se concentrarán e sta n un l ato e l  
 punto, el foco 5. Aquí la im agina ión de se mpeña un apel  
 importante. Qué sa si onemos un bote bote ente  
 de cristal llen o de agua en un ando una vez de a gua, utiliz mos  
 cilíndrica? Y si, er una d olución co cen  
 glicerina, alc ohol c alumi no cuenta co un  
 trada de azú ar? E exper ientación, a un  
 anplio marg en de le con an para que el sufi  
 cientemente a cesil do. El abanico de posibilid éxito  
 es é garantiza do. El de met acrilato, bol ades  
 es enorme: cil ndro de met acrilato, bol ades de  
 cristal, cuent ahflor... todo odrá servi s de  
 Er la imagen 3, lo haces de colores in nos.  
 sobre un cilin dro d e cristal y se conce den  
 en la superficie e pos erior. rtran  
 Adentrém onos e ahora n los siste mas  
 compuestos de var as lente s. Un teles copio



5 Concentración de la luz mediante una lente convergente (lupa)



6 Concentración de la luz en la superficie de un cilindro de cristal



7 Absorción de la luz verde por un filtro rojo



8 Refracción de la luz en un prisma de metacrilato