

## APLICACIONES DIDACTICAS DEL POLARISCOPIO

**Teresa M<sup>a</sup> Correig Blancher.** Centre de Documentació i Experimentació de Ciències.  
Barcelona.

**Joaquín M<sup>a</sup> Nogués Carulla.** Departament de Cristal·lografia i Mineralogia.  
UNIVERSITAT DE BARCELONA.

### RESUMEN

Se propone la construcción de un polariscopio, equipo muy sencillo, que está constituido por aquellos elementos básicos que permiten el estudio del comportamiento óptico de los cristales.

Para ello se indican las características esenciales del equipo, así como los elementos que lo forman, indicando además una serie de complementos del mismo que lo hacen equiparable al microscopio petrográfico.

A continuación se indica la realización de una práctica, con un conjunto de observaciones seriadas, a visualizar con el polariscopio. Dicha práctica es un resumen de las propiedades ópticas fundamentales de los cristales, y es lo suficiente atractivo para que el alumno pueda comprender fácilmente las causas de los fenómenos ópticos.

### ABSTRACT

*We explain the construction of a very cheap and simple equipment for to study a optical proprieties of crystals. It's named polariscope. The essentials elements of equipement are listed, and their use is very similar to polarizing microscope.*

*Finally, we suggest a practical exercise, with a set of specimens or thin sections for to understood the fundamentals optical proprieties of crystals.*

### INTRODUCCION

Este trabajo pretende ser una ayuda para explicar el comportamiento óptico de los minerales en el microscopio petrográfico. Dicho microscopio es un equipo caro y por tanto en los centros de enseñanza o bien no lo poseen o a lo sumo disponen de algún ejemplar. Por ello se plantea la alternativa de utilizar otro equipo mucho más sencillo, y que con un poco de habilidad manual nos lo podamos construir nosotros mismos.

Además con este equipo podemos estudiar los fenómenos ópticos más importantes, igual que con el microscopio petrográfico, y en cierto sentido creemos que de un modo más didáctico. Dicho equipo se llama POLARISCOPIO (más adelante explicamos como podemos construirlo).

Como complemento se indica la elaboración de una práctica, con un conjunto de preparaciones seriadas, que permiten al alumno observar de modo gradual el comportamiento óptico de los cristales, y al mismo tiempo deducir cuáles son los principales factores que las provocan. Dichas experiencias se han pensado básicamente para 3<sup>o</sup>

de B.U.P. y C.O.U. Si los alumnos asimilan estos fenómenos estarán en condiciones de comprender el aspecto que presentan las preparaciones petrográficas entre nicoles cruzados.

### CONSTRUCCION DE UN POLARISCOPIO

La construcción del equipo es muy sencilla, y evidentemente admite modificaciones y variantes. Aquí explicamos un modelo básico construido en madera. El material necesario es el siguiente:

- 1.- Dos piezas de aglomerado, una de 90 x 90 mm. y otra de 140 x 90 mm. Listón de sección 10 x 10 mm., y otro de 3 x 3 mm., de los empleados en la construcción de miniaturas. Tornillos, puntas de clavo y pegamento para montar la estructura.
- 2.- La parte eléctrica está compuesta por una bombilla de bajo voltaje (10 V) con su correspondiente portalámparas. El cable eléctrico, la clavija

de conexión a la red, y si es posible un interruptor intercalado, completan el conjunto.

- 3.- Finalmente la parte óptica, formada por un par de láminas polarizadoras de 60 x 60 mm. Dichas láminas las montamos en marquitos de diapositivas protegidas por vidrio, del mismo tamaño que las placas (son los del tamaño estándar de fotografía, formato grande). Un cuadrado de papel vegetal de 60 x 60 mm. Una bola de vidrio transparente y con burbujas (de los que utilizan los niños para jugar a canicas sujeta a una varilla, nos servirá de lente convergente.

Lo primero que haremos será montar la infraestructura de madera, tal como indica la figura nº 1. Luego añadimos la instalación eléctrica de acuerdo con el mismo esquema. A continuación colocamos cada polarizador en su marquito de diapositivas, y en uno de ellos añadimos además el papel vegetal. Dicho papel realiza la función de elemento difusor de la luz, para evitar la visión de la imagen del filamento de la bombilla. La bola de vidrio la sujetamos a la varilla (de madera, metal o plástico) y la mantenemos libre, o bien montada en el polariscopio de tal manera que pueda intercalarse a voluntad.

#### PEREPARACIONES QUE DEBEN MONTARSE

A continuación se indica el conjunto de preparaciones que se necesita para la realización de las experiencias que se indican en el apartado siguiente. La mayoría de las preparaciones las podemos montar sin ninguna dificultad.

- A.- Un cuadrado de un tamaño aproximado de 70 x 70 mm. de material rígido y opaco (plástico o cartulina negra) con un agujero pequeño y bien definido en el centro. Además tendremos un romboedro de exfoliación de espato de Islandia.
- B.- Tres preparaciones petrográficas, una de una roca monomineral de grano grueso (por ejemplo mármol o cuarcita); la segunda de una roca plutónica también de grano grueso (por ejemplo el granito); finalmente una preparación de un mineral ópticamente uniaxial (calcita o cuarzo). Dichas preparaciones son las únicas que debemos comprar o encargar su realización.
- C.- Finalmente indicamos las preparaciones que hemos de montar, debidamente numeradas, para facilitar su identificación. El material necesario es: cinta adhesiva transparente, 7 portaobjetos, lámina de exfoliación de mica y pegamento instantáneo.

Preparación nº 1.- Sobre un portaobjetos pegamos un trozo de cinta adhesiva (ver figura nº 2).

Preparación nº 2.- Pegamos un trozo de mica de exfoliación en un portaobjetos, utilizando para ello el pegamento instantáneo.

Preparación nº 3.- Sobre un portaobjetos, pegamos dos tiras de cinta adhesiva, que en parte queden superpuestas (ver figura nº 2).

Preparación nº 4.- Pegar una encima de la otra, un conjunto de tiras adhesivas, cada una de ellas un poco más corta que la anterior, formando una escalera (ver figura nº 2).

Preparación nº 5.- Sobre un portaobjetos pegamos dos tiras de cinta adhesiva, formando una cruz (ver figura nº 2).

Preparación nº 6.- Igual que la preparación anterior, pero las dos tiras de cinta adhesiva deben ser de distinta marca.

Preparación nº 7.- Finalmente pegamos sobre un portaobjetos, trozos de cinta adhesiva al azar. (ver figura nº 2).

#### OBSERVACIONES QUE PUEDEN REALIZARSE

A continuación se indican de modo cronológico, todas las observaciones a realizar en cada una de las preparaciones para que sea perfectamente comprensible por el alumno:

OBSERVACION nº 1.- La luz que pasa a través de una lámina polarizadora vibra en un solo plano. Esto lo podemos comprobar con las dos láminas polarizantes del polariscopio (en las cuales se indica la dirección de vibración permitida). Cuando las direcciones de ambas láminas coinciden (decimos que los polarizadores están en posición paralela) vemos luz. Cuando la dirección de ambas láminas es perpendicular (decimos que los polarizadores están en posición cruzada) no pasa luz: vemos por tanto extinción.

OBSERVACION nº 2.- Sacamos polarizadores del polariscopio, y en lugar de la placa inferior colocamos la pieza cuadrada de material opaco con el agujero en el centro. De este modo observamos la imagen del agujero a través del cual pasa luz. Si ahora colocamos encima el romboedro de exfoliación de calcita, vemos dos puntos luminosos. Por tanto la luz viaja por dos caminos distintos dentro del cristal de calcita: se trata pues de un material ópticamente

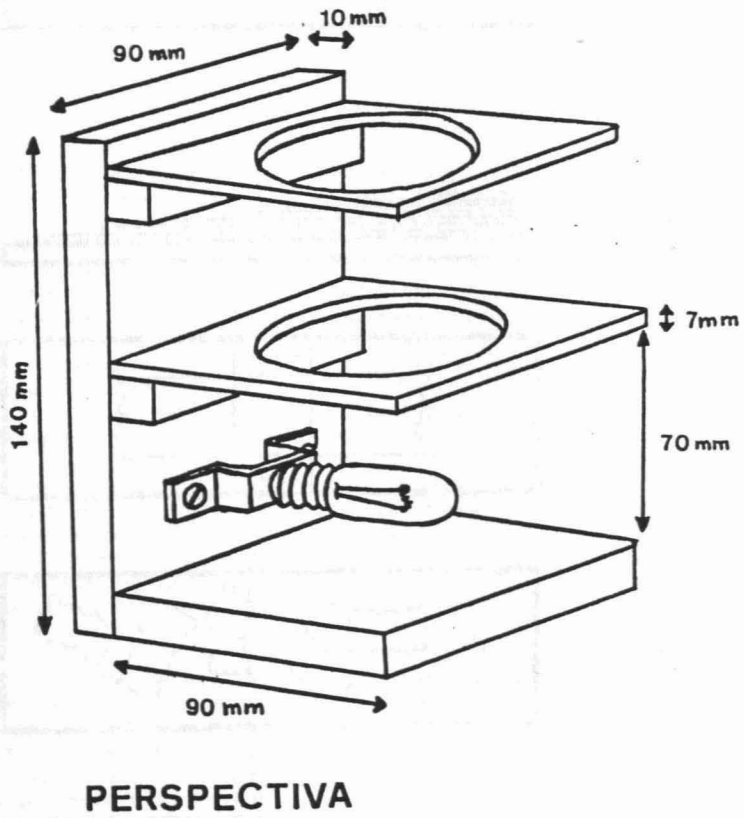
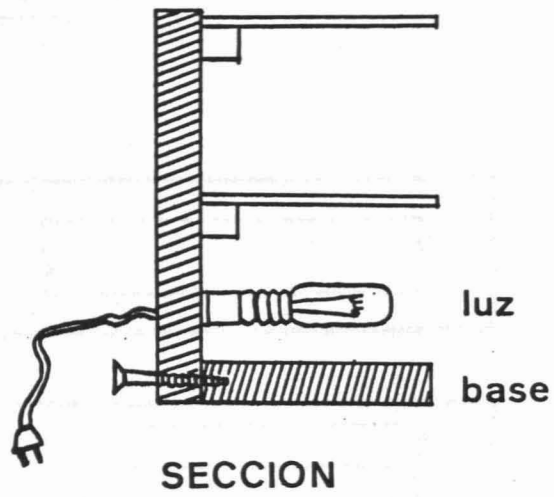


FIGURA 1.- Estructura del polariscopio.

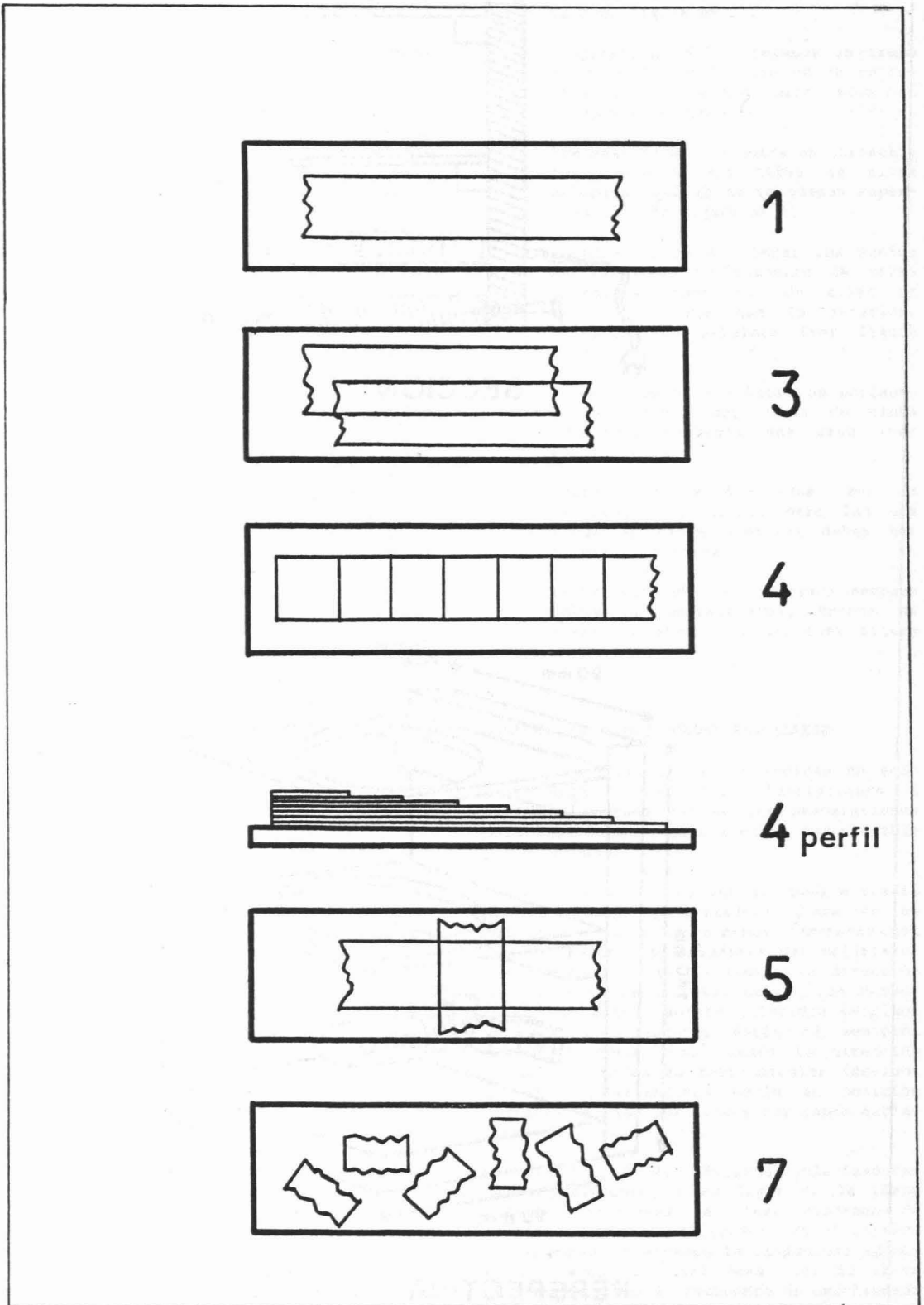


FIGURA 2.- Esquema del montaje de las preparaciones.

anisótropo (presenta birrefringencia o doble refracción). Si vamos girando el romboedro de calcita, vemos como uno de los puntos se mantiene fijo, y el otro gira a su alrededor.

OBSERVACION nº 3.- Repetimos la observación anterior, pero a través de un polarizador (colocamos el polarizador superior). Las dos imágenes del agujero se extinguen alternativamente cada 90°. Esto indica que los dos rayos de luz atraviesan el cristal están polarizados y en planos mutuamente perpendiculares, ya que el polarizador, sólo deja pasar la luz cuya dirección de vibración coincida con la suya.

OBSERVACION nº 4.- Colocamos la preparación nº 1 entre polarizadores cruzados. Vemos que presenta un color determinado y en unas posiciones determinadas se extingue. Esto permite situar la dirección de vibración de la luz al atravesar la cinta (una dirección coincide con la longitud de la cinta, la otra es perpendicular).

OBSERVACION nº 5.- Examinamos la preparación nº 2 y vemos que presenta también un color determinado (este color se denomina color de interferencia), pero es distinto del caso anterior. También aquí podemos indicar las direcciones de vibración de la luz dentro del cristal. Todos los cristales son anisótropos, excepto casos particulares (los que cristalizan en el sistema cúbico, y materiales amorfos como el vidrio).

OBSERVACION nº 6.- Colocamos la preparación nº 3 y vemos como en el lugar donde se superponen las dos cintas el color de interferencia varía (las direcciones de vibración de la luz en las dos cintas son paralelas).

OBSERVACION nº 7.- Aquí podemos ver la variación del color de interferencia con el grosor. Colocamos la preparación nº 4 (en la que las cintas están superpuestas, formando una escalera). Las direcciones de vibración de la luz son paralelas en todas las cintas, y cada vez va aumentando el retardo (diferencia de velocidad) entre los dos rayos que vibran perpendicularmente.

OBSERVACION nº 8.- Sin tocar la preparación anterior, colocamos encima la preparación nº 1, de modo que la cinta de éste se superponga en parte a la preparación nº 4. Vemos como los colores de la escala, se desplazan un grado. Hemos aumentado uniformemente el color por tanto también el retardo.

OBSERVACION nº 9.- En la preparación nº 5 vemos como la parte central en que se cruzan las dos cintas a 90° está en extinción total, esto es debido a que las direcciones de vibración están cruzadas y las cintas tienen el mismo grosor: por esto los retardos se compensan. El resto de los brazos de la cruz, tiene el color de interferencia que le corresponde.

OBSERVACION nº 10.- Colocamos la preparación nº 6, y parece idéntica a la nº 5, pero no es así. Vemos como la parte central no se extingue, y esto se debe a que las cintas son de distinta marca. En realidad lo que sucede es que el grosor no es exactamente el mismo, y por tanto los retardos no pueden compensarse.

OBSERVACION nº 11.- Vemos la preparación nº 7, y al girarla, los pedazos de cinta adhesiva se extinguen alternativamente. Al estar colocadas al azar, la extinción se produce en el momento en que las direcciones de vibración coinciden con las de los polarizadores.

OBSERVACION nº 12.- Examinamos la lámina delgada de mármol (preparación nº 8). En realidad una lámina delgada de mármol son trozos del mismo mineral (calcita) con el mismo grosor. Igual que en el caso anterior, la extinción se produce alternativamente, porque la orientación de los trozos de mineral es el azar.

OBSERVACION nº 13.- Vemos la lámina delgada de granito (preparación nº 9). Una preparación de granito, son trozos de distintos minerales: cuarzo, feldespato y mica, con el mismo grosor. Los minerales presentan colores de interferencia distintos. Ahora el fenómeno no se debe al grosor (que es el mismo) sino a las diferencias de birrefringencia (cada material anisótropo presenta una birrefringencia determinada, la de la cinta adhesiva es distinta de la de la mica empleada en la preparación nº 2).

OBSERVACION nº 14.- Observamos la preparación de calcita o cuarzo, y encima colocamos (a 1 ó 2 cm. de la preparación) la bola de vidrio (luz convergente). Al mirar el conjunto entre polarizadores cruzados, vemos la llamada figura de interferencia uniaxial (esta figura la presentan los cristales con simetría hexagonal, tetragonal o romboédrica).

OBSERVACION nº 15.- Cogemos la preparación de mica (la nº 2) y hacemos lo mismo que en el caso anterior. Veremos ahora la figura de interferencia biaxial (dicha figura la presentan los cristales con simetría rómbica, monoclinica y triclinica).

## CONCLUSIONES

Al utilizar el polariscopio para analizar ópticamente los cristales no hacemos otra cosa que trabajar con un modelo simplificado de microscopio petrográfico.

En el polariscopio tenemos el polarizador y el analizador que son los elementos característicos del microscopio petrográfico. Además, al añadir la bola de vidrio (lente convergente), tenemos un montaje equivalente a la lente de Ber-

trand. La platina rotatoria del microscopio, la suplimos con movimiento manual.

En este conjunto, lo único que falta respecto al microscopio es el sistema óptico para aumentar la imagen, es decir objetivo y ocular. De hecho no hace falta ya que las preparaciones son de tamaño que se pueden visualizar fácilmente. Como resumen de todas las observaciones, los conceptos que deben quedar claros son:

- 1.- Casi todos los cristales son ópticamente anisótropos (excepto los cristales con simetría cúbica), y por ello presentan doble refracción (birrefringencia).
- 2.- La luz al pasar a través de los cristales, queda polarizada. De hecho los cristales se pueden utilizar como polarizadores, recordemos la turmalina (pinzas de turmalina) y la calcita (prisma de Nicol).
- 3.- Al observar un cristal a través de polarizadores cruzados, vemos un

determinado color llamado de interferencia. Al girar el cristal, en un momento determinado no pasa luz: decimos que hay extinción. En un giro completo de  $360^\circ$  un cristal anisótropo presenta cuatro posiciones de extinción (cada  $90^\circ$ ).

4.- El color de interferencia depende fundamentalmente de tres factores:

- a) El grosor de la lámina cristalina.
- b) La birrefringencia del cristal.
- c) La situación de las direcciones de vibración del cristal, en relación a las direcciones de los polarizadores.

Las observaciones nº 14 y 15, se citan casi de forma anecdótica, simplemente para comprobar que las figuras de interferencia se pueden obtener fácilmente, incluso sin microscopio. Tienen importancia para identificar los minerales, pero la justificación de las mismas se aparta del propósito del trabajo.