

Mineralogía I de Grado en Geología. Prácticas.

4. Identificación de visu y microscopio de Nesosilicatos

Rubén Piña García. Nuria Sánchez-Pastor. Lurdes Fernández-Díaz.

Dpto. de Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense.

c/ José Antonio Nováis nº 2. 28040-Madrid.

rpinagar@geo.ucm.es nsanchez@geo.ucm.es lfdez@geo.ucm.es

Resumen: Los nesosilicatos constituyen la subclase de silicatos menos polimerizada, en donde los grupos aniónicos tetraédricos $(\text{SiO}_4)^{4-}$, comunes a todos los silicatos, no están enlazados entre sí, sino que se unen mediante enlace iónico con cationes intersticiales, como Ca^{2+} , Al^{3+} , Mg^{2+} y Fe^{2+} , formando estructuras de tipo empaquetado. Como resultado, estos silicatos suelen presentar hábitos equidimensionales, elevado peso específico, alta dureza y no muestran direcciones pronunciadas de exfoliación. La relación Si:O es invariablemente de 1:4 o 0.25, la menor de todos los silicatos. A esta subclase pertenecen importantes minerales del ambiente ígneo y metamórfico. Por ejemplo, el olivino constituye uno de los minerales más comunes del magmatismo básico-ultrabásico, mientras que el grupo del granate y de los nesosilicatos aluminicos (con sus tres polimorfos, andalucita, sillimanita y distena o cianita) son minerales característicos del metamorfismo. Además de estos minerales, en esta práctica también se estudiarán otros nesosilicatos, como la estaurilita y el cloritoide (minerales índice de grado de metamorfismo), y la esfena (mineral accesorio común de rocas ígneas de composición ácida e intermedia). El objetivo de la práctica es aprender a identificar y reconocer estos minerales, tanto en muestra de mano, de visu, como en lámina delgada, usando el microscopio óptico, en rocas características del ambiente en donde aparecen. Ser capaz de realizar esta identificación es fundamental para poder afrontar posteriormente el estudio petrológico de la roca.

Palabras clave: Nesosilicatos. Visu. Propiedades ópticas. Olivino. Granate. Nesosilicatos aluminicos. Estaurilita. Cloritoide. Esfena.

GRUPO DEL OLIVINO

Los principales minerales del Grupo del Olivino son los miembros de la solución sólida completa forsterita (Mg_2SiO_4) – fayalita (Fe_2SiO_4), los cuales comparten propiedades físicas y ópticas.

Propiedades físicas (Fig. 1)

Hábito: cristales equidimensionales con hábito prismático.

Color: de verde oliva a verde amarillento.

Brillo: vítreo.

Dureza: 6,5.

Densidad: 3,27 a 4,20 g/cm³.

Exfoliación o fractura: no posee exfoliación; fractura concoidea.

Otras características: mineral característico de rocas ígneas básicas-ultrabásicas, mineral típico de basaltos. Se altera a idingsita, de color rojo.

Propiedades diagnóstico: color verde, cristales equidimensionales.



Figura 1. Cristales verdes de olivino.

Propiedades ópticas (Fig. 2)

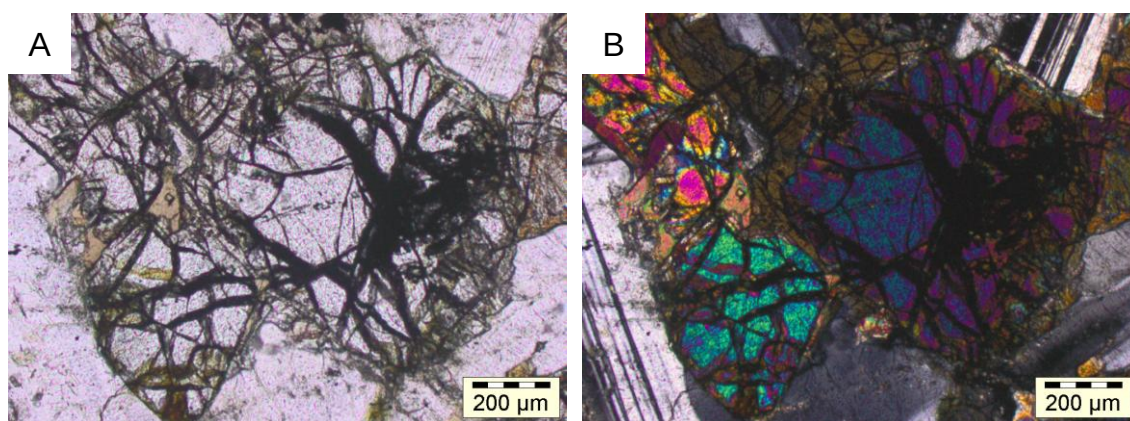


Figura 2. A. Cristales redondeados de olivino con nícoles paralelos. Observa las abundantes líneas de fractura y el relieve alto. B. Observación con nícoles cruzados en donde se aprecia la alta birrefringencia.

Forma-hábito: idiomorfo-alotriomorfo; cristales comúnmente redondeados, granulares. En ocasiones prismáticos.

Color: incoloro.

Pleocroismo: no presenta.

Relieve: alto.

Exfoliación: no presenta. Frecuentes líneas de fractura.

Extinción: recta (los hábitos redondeados y la ausencia de líneas de exfoliación hace que sea muy difícil reconocer la extinción recta).

Birrefringencia: muy alta, colores rojos, azules, amarillos.

Carácter óptico: biáxico (-).

Otras características: se altera a serpentina, talco e idingsita (agregados microgranulares de óxidos de Fe y otros minerales).

Propiedades diagnóstico: hábitos granulares, líneas de fractura, birrefringencia.

GRUPO DEL GRANATE

Propiedades físicas (Fig. 3)

Hábito: cristales equidimensionales, los hábitos más comunes son rombododecaedros, trapezoedros o combinación de ambos.

Color: varía según la especie de granate, los más frecuentes son rojos, pardos oscuros o pardos rojizos.

Brillo: vítreo.

Dureza: 7-7,5.

Densidad: 3,58 a 4,32 g/cm³.

Exfoliación o fractura: no posee exfoliación; rotura en astillas.

Propiedades diagnóstico: hábito, color rojo-pardo.

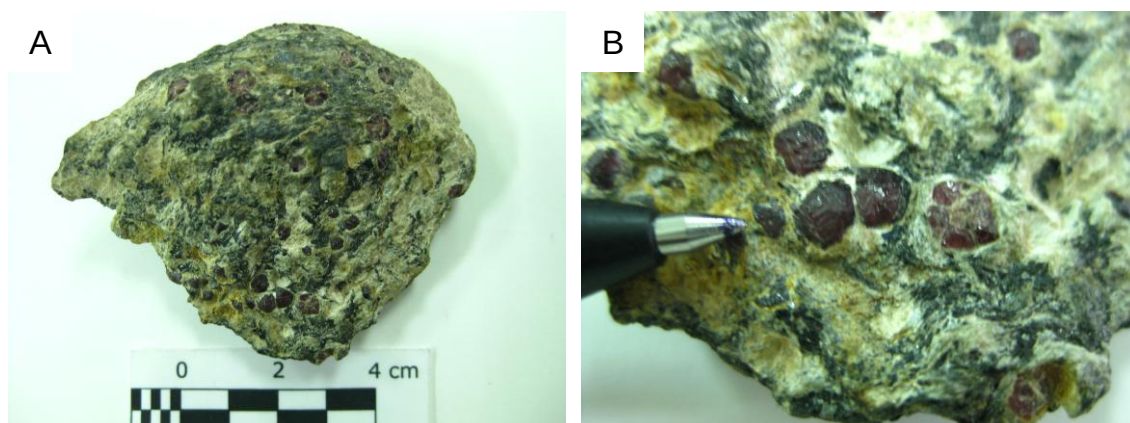


Figura 3. A. Cristales equidimensionales de granate de color rojo oscuro. B. Detalle de los granates en donde se observa sus formas cúbicas.

Propiedades ópticas (Fig. 4)

Forma-hábito: idiomorfo, cristales comúnmente redondeados. Son frecuentes también las secciones transversales hexagonales.

Color: incoloro o débilmente rosado.

Pleocroismo: no presenta.

Relieve: alto.

Exfoliación: no presenta. Frecuentes líneas de fractura.

Extinción: no procede, isótropo.

Birrefringencia: no procede, isótropo.

Carácter óptico: isótropo.

Otras características: puede confundirse con otros minerales isótropos, pero los granates tienen el relieve muy elevado.

Propiedades diagnóstico: isótropo, hábito redondeado, relieve alto.

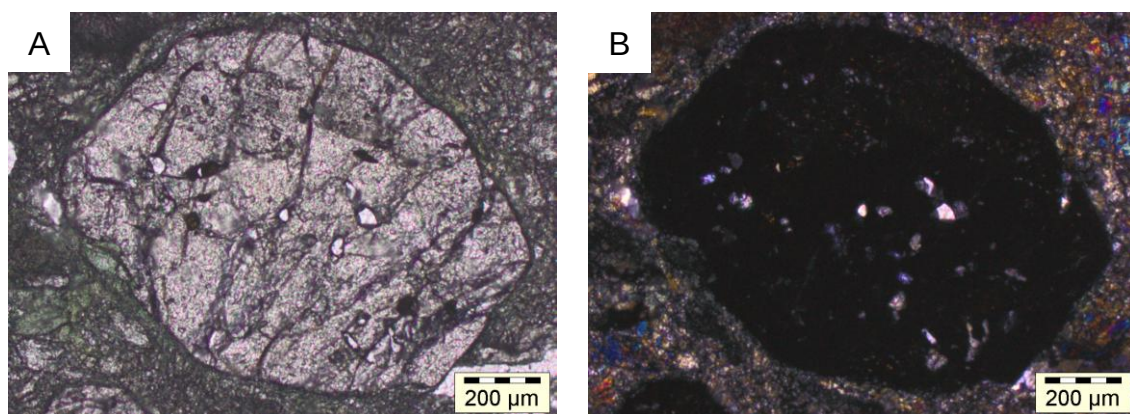


Figura 4. A. Cristal equidimensional redondeado de granate con nícoles paralelos. Observa las abundantes líneas de fractura y el relieve alto. B. Observación con nícoles cruzados, mineral isótropo.

El granate cálcico de tipo grosularia $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ muestra las mismas propiedades ópticas que el resto de granates (hábitos redondeados, relieve alto, sin exfoliación, incoloro), pero se diferencia en que es anisótropo, tiene colores de interferencia grises-amarillos de primer orden y muestra maclado cíclico (Fig. 5).

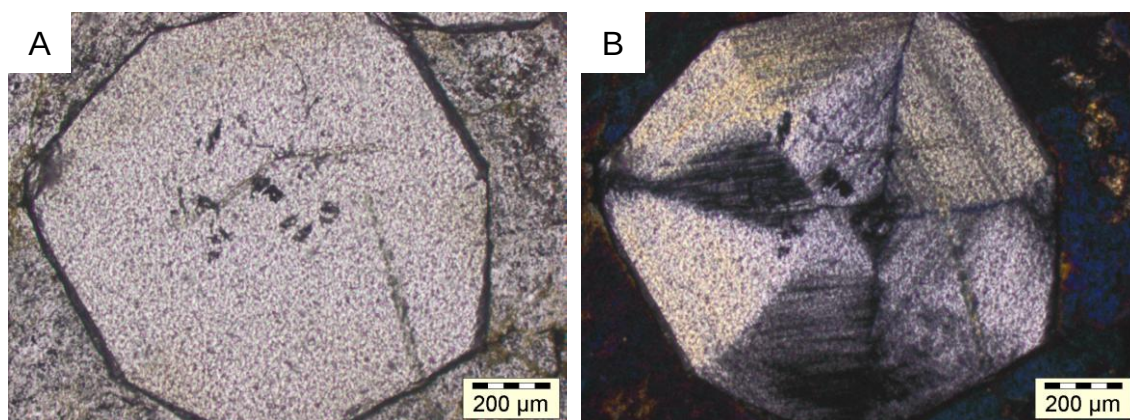


Figura 5. Cristal equidimensional de granate grosularia (A) con maclado cíclico con nícoles cruzados (B).

GRUPO DE LOS NESOSILICATOS ALUMÍNICOS

A este grupo pertenecen los tres polimorfos del Al_2SiO_5 , andalucita, sillimanita, distena o cianita, y la estauroлита, $\text{Fe}^{2+}_2\text{Al}_9\text{O}_6(\text{SiO}_4)_4(\text{O}, \text{OH})_2$.

ANDALUCITA

Propiedades físicas (Fig. 6)

Hábito: cristales prismáticos con sección transversal cuadrangular.

Color: rosa carne o pardo.

Brillo: vítreo.

Dureza: 7,5.

Densidad: 3,15 g/cm³.

Exfoliación o fractura: exfoliación buena según (110).

Otras características: aparece en rocas metamórficas. La variedad quistolita presenta inclusiones carbonosas orientadas regularmente en forma de cruz.

Propiedades diagnóstico: hábito prismático, color rosa.



Figura 6. Variedad quistolita de la andalucita: inclusiones carbonosas orientadas regularmente en forma de cruz. Observa la sección cuadrangular del mineral.

Propiedades ópticas (Fig. 7)

Forma-hábito: cristales prismáticos gruesos, secciones basales casi cuadradas.

Color: de incoloro a rosa pálido.

Pleocroismo: débil en tonos rosados.

Relieve: de moderado a alto.

Exfoliación: buena, en dos direcciones casi perpendiculares.

Extinción: recta.

Birrefringencia: baja, colores de interferencia de grises o amarillos de primer orden.

Carácter óptico: biáxico (-).

Propiedades diagnóstico: hábito, pleocroismo en tonos rosas, colores de interferencia de primer orden. Se distingue de los ortopiroxenos por tener más marcadas las líneas de exfoliación (relieve más alto) y por el pleocroísmo rosado.

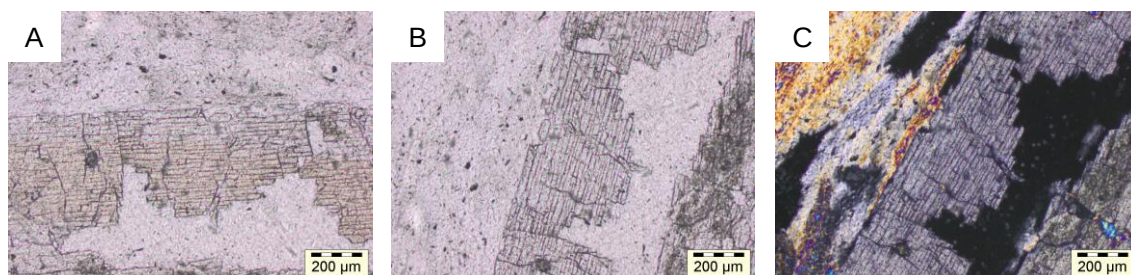


Figura 7. A y B. Cristal prismático de andalucita donde se observa la exfoliación y el pleocroismo rosa. Observa que la foto B fue tomada tras girar la platina aproximadamente 80° respecto a A. C.- Colores de interferencia grises de primer orden de la andalucita.

SILLIMANITA

Propiedades físicas (Fig. 8)

Hábito: cristales aciculares o finamente fibrosos.

Color: blanco grisáceo, a veces pardo.

Brillo: céreo o sedoso.

Dureza: 7.

Densidad: 3,24 g/cm³.

Exfoliación o fractura: exfoliación perfecta según (010).

Otras características: aparece en rocas metamórficas (mineral índice de metamorfismo de alta temperatura).

Propiedades diagnóstico: al tacto es céreo o sedoso, colores blancos-pardos.



Figura 8. Sillimanita de color blanco-pardo.

Propiedades ópticas (Fig. 9)

Forma-hábito: son muy frecuentes los cristales fibrosos.

Color: incoloro. A veces intercrecida con biotita muestra una falsa coloración parda.

Pleocroismo: no presenta.

Relieve: alto.

Exfoliación: buena.

Extinción: recta.

Birrefringencia: baja, colores de interferencia gris-amarillo de primer orden.

Carácter óptico: biáxico (+).

Propiedades diagnóstico: hábito fibroso. Se podría confundir con la moscovita, pero ésta tiene menor relieve, la birrefringencia más fuerte y no presenta hábitos tan fibrosos.

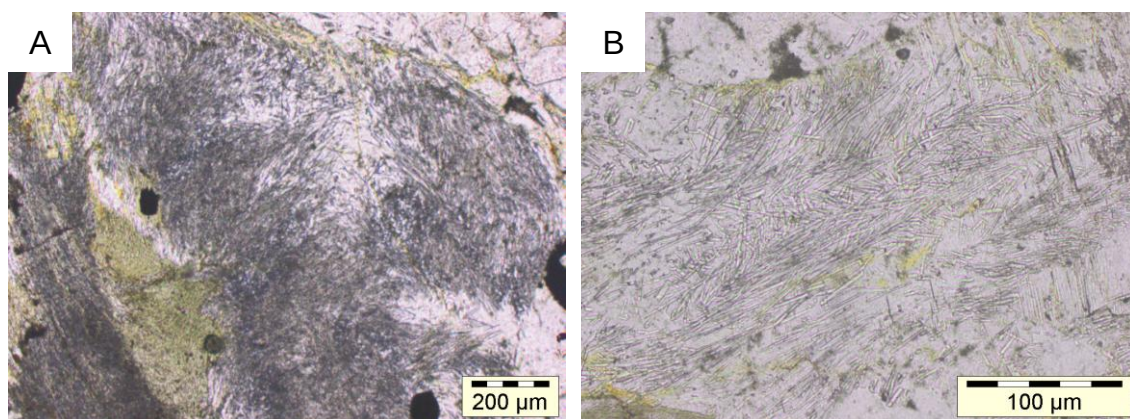


Figura 9. Cristales incoloros con hábito fibroso de sillimanita.

DISTENA

Propiedades físicas (Fig. 10)

Hábito: cristales tabulares alargados.

Color: azul, más intenso hacia el centro del cristal, también blanco.

Brillo: vítreo.

Dureza: variable, 4-5 paralelamente al alargamiento del cristal y 6-7 según la dirección transversal.

Densidad: 3,65 g/cm³.

Exfoliación o fractura: exfoliación perfecta según (100) y buena según (010).

Otras características: aparece en rocas metamórficas (mineral índice de metamorfismo de alta presión).

Propiedades diagnóstico: hábito tabular, color azul.



Figura 10. Cristales tabulares de color azul de distena.

Propiedades ópticas (Fig. 11)

Forma-hábito: en cristales prismáticos o tabulares.

Color: de incoloro a gris azulado.

Pleocroismo: débil en tonos azules.

Relieve: alto.

Exfoliación: buena, en dos familias de líneas que se cruzan a 90°.

Extinción: oblicua, generalmente con ángulos menores a 30°. En secciones paralelas al eje "c", puede presentar ángulos de extinción muy pequeños.

Birrefringencia: baja, colores de interferencia gris-amarillo de primer orden.

Carácter óptico: biáxico (-).

Otras propiedades: puede presentar maclado.

Propiedades diagnóstico: hábito tabular, pleocroismo ligero en tonos azules, dos sistemas de líneas de exfoliación perpendiculares entre sí.

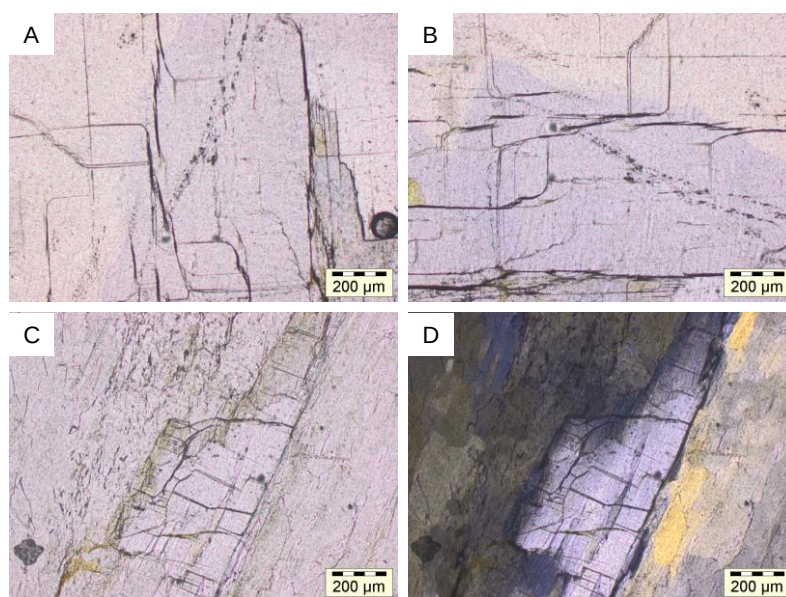


Figura 11. A y B.- Pleocroismo en tonos azul de la distena. La foto B se ha tomada tras girar la platina 90° respecto a A. C.- Cristal prismático de distena mostrando los dos sistemas de líneas de exfoliación perpendiculares entre sí. D.- Colores de interferencia grises de la distena con nícoles cruzados.

ESTAUROLITA

Propiedades ópticas (Figs. 12 y 13)

Forma-hábito: cristales prismáticos con secciones basales hexagonales. Es frecuente la textura poquilítica, englobando pequeños cristales de cuarzo.

Color: de amarillo a pardo.

Pleocroismo: de moderado a fuerte en tonos amarillos.

Relieve: alto.

Exfoliación: imperfecta según (010).

Extinción: oblicua en secciones longitudinales, simétrica en secciones transversales.

Birrefringencia: baja, colores de interferencia amarillo de primer orden.

Carácter óptico: biáxico (+).

Otras propiedades: ocasionalmente puede presentar maclado en cruz.

Propiedades diagnóstico: secciones basales hexagonales, pleocroismo en tonos amarillos, texturas poquilíticas.

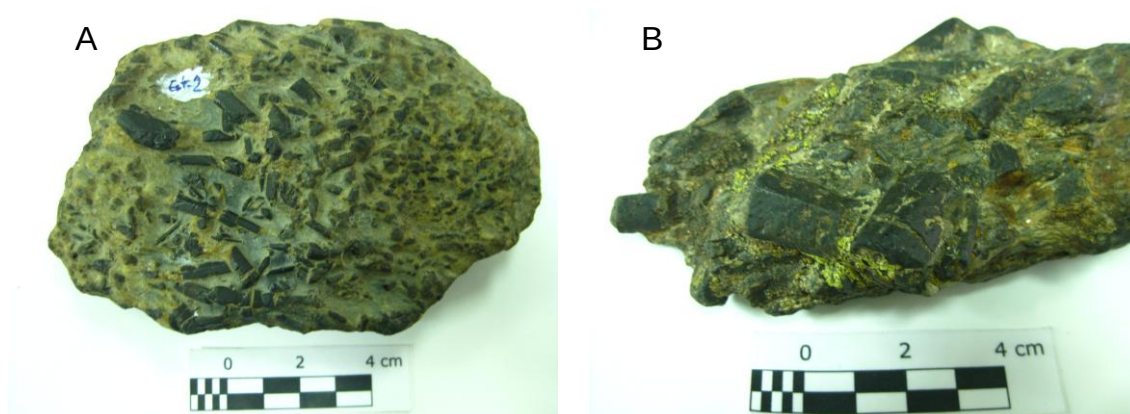


Figura 12. Cristales prismáticos de color pardo oscuro de estaurolita.

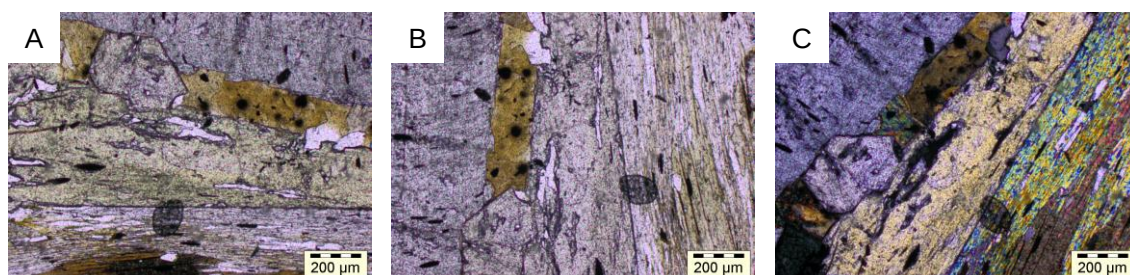


Figura 13. A y B. Cristal prismático de estaurolita donde se muestra su pleocroismo en tonos amarillos. La foto B se ha tomada tras girar la platina 90° respecto a A. C. Colores de interferencia amarillos de la estaurolita.

ESFENA

Este mineral solamente se estudiará en microscopio óptico.

Propiedades ópticas (Fig. 14)

Forma-hábito: cristales en sección rómbica aguda o granos irregulares.

Color: de incoloro a pardo.

Pleocroismo: débil en las secciones más coloreadas.

Relieve: muy alto.

Exfoliación: no presenta.

Extinción: debido a la fuerte dispersión, a veces no tiene extinción completa.

Birrefringencia: extrema en tonos pastel.

Carácter óptico: biáxico (+).

Propiedades diagnóstico: hábito rómbico agudo, tonos pardos, birrefringencia extrema.

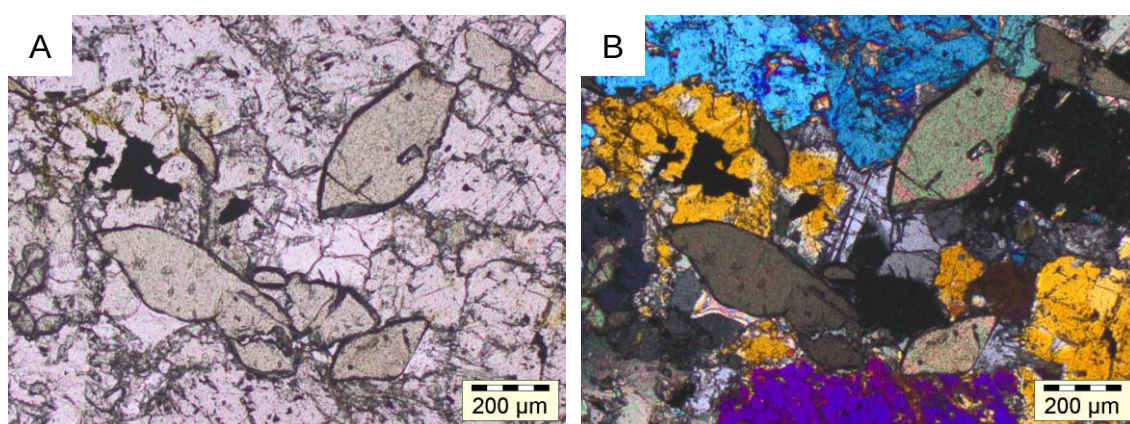


Figura 14. A Cristales con hábito rómbico de esfena. Observa los tonos pardos y el elevado relieve. B.- Birrefringencia extrema de la esfena.

CLORITOIDE

Propiedades de visu

Hábito: cristales prismáticos.

Color: de pardo oscuro a negro.

Brillo: vítreo.

Dureza: 7-7,5.

Densidad: 3,7 g/cm³.

Exfoliación o fractura: exfolia mal. Fácilmente fracturable en dirección transversal al alargamiento de los cristales.

Otras características: aparece en rocas metamórficas (mineral índice de metamorfismo de grado bajo). Casi siempre aparece en cristales, muy rara de forma masiva.

Propiedades diagnóstico: hábito prismático, color pardo-oscuro, en rocas metamórficas.

Propiedades ópticas (Fig. 15)

Forma-hábito: cristales tabulares.

Color: de incoloro a gris.

Pleocroismo: muy débil, de incoloro a gris.

Relieve: alto.

Exfoliación: buena.

Extinción: oblicua.

Birrefringencia: baja, colores de interferencia grises de primer orden.

Carácter óptico: biáxico (+).

Otras propiedades: muestra maclado polisintético.

Propiedades diagnóstico: hábito prismático, color gris, maclado polisintético. Por la presencia de maclado polisintético, podría confundirse con la plagioclasa, pero ésta es incolora y tiene relieve bajo.

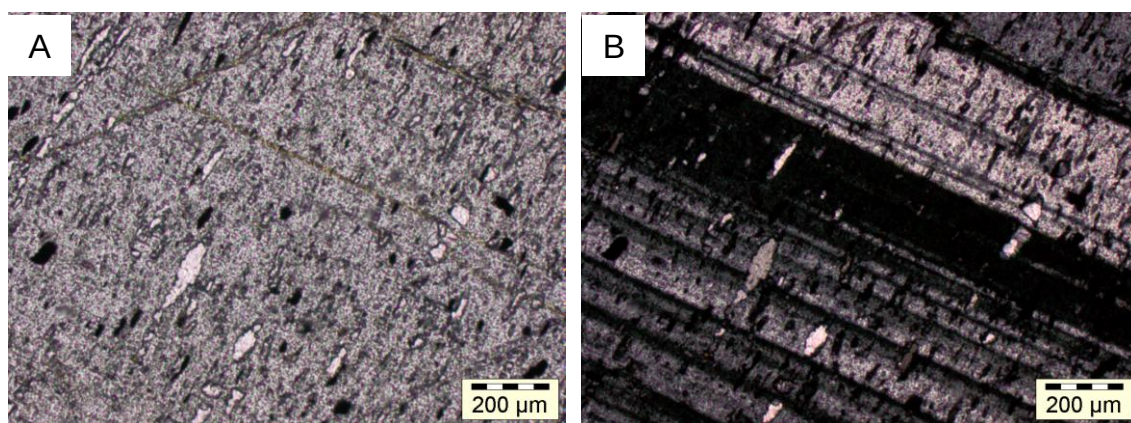


Figura 15. A. Cristal gris de cloritoide. B. Colores de interferencia grises y maclado polisintético con nícoles cruzados.

PRÁCTICA

La práctica se divide en dos partes:

1. Reconocimiento e identificación de los minerales en muestras de mano.
2. Observación y descripción de las propiedades ópticas de los minerales en microscopio óptico de luz transmitida.

Con respecto a la identificación de minerales *de visu*, el alumno deberá reconocer y describir de manera adecuada las propiedades físicas de cada uno de los minerales. El objetivo final es que el alumno sea capaz de identificar por sí solo de qué mineral se trata. Se hace especial hincapié en que el alumno señale las propiedades físicas que le han permitido alcanzar una conclusión sobre la naturaleza del mineral.

Para el estudio de los minerales en microscopio óptico, se proponen las siguientes láminas transparentes pulidas (Tabla 1). El alumno deberá observar y describir las distintas propiedades ópticas de los minerales objeto de la práctica. El objetivo final es que al alumno adquiera los conocimientos y la destreza necesaria para identificar los distintos minerales con el microscopio óptico.

NESO 1	Olivino , ortopiroxeno, clinopiroxeno
NESO 2	Olivino , biotita, plagioclasa
NESO 3	Olivino , ortopiroxeno
NESO 4	Granate (grosularia)
NESO 5	Granate , anfíbol, cuarzo
NESO 6	Granate , epidota
NESO 7	Estaurolita , granate, biotita, cuarzo
NESO 8	Estaurolita , granate, biotita
NESO 9	Sillimanita , moscovita
NESO 10	Distena , moscovita, cuarzo
NESO 11	Distena , moscovita, cuarzo
NESO 12	Andalucita , moscovita, clorita
NESO 13	Andalucita , sillimanita
NESO 14	Andalucita , moscovita, cuarzo
NESO 15	Cloritoide , granate, cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, moscovita
NESO 16	Esfena , clorita, ortopiroxeno, anfíbol, biotita, plagioclasa, cuarzo

Tabla 1. Colección de láminas transparentes pulidas con la asociación de silicatos presente. En negrita se indica los nesosilicatos que deben reconocerse.

Para la realización de la práctica, el alumno puede emplear la siguiente tabla para describir las propiedades ópticas que observa en cada nesosilicato:

<i>Nº Lámina:</i>	MINERAL I	MINERAL II	MINERAL III
FORMA			
HÁBITO			
COLOR			
PLEOCROISMO			
RELIEVE			
LÍNEAS DE EXFOLIACIÓN			
LÍNEAS DE FRACTURA			
ISÓTROPO O ANISÓTROPO			
BIRREFRINGENCIA			
EXTINCIÓN			
MACLADO			

<i>Nº Lámina:</i>	MINERAL I	MINERAL II	MINERAL III
FORMA			
HÁBITO			
COLOR			
PLEOCROISMO			
RELIEVE			
LÍNEAS DE EXFOLIACIÓN			
LÍNEAS DE FRACTURA			
ISÓTROPO O ANISÓTROPO			
BIRREFRINGENCIA			
EXTINCIÓN			
MACLADO			

BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

Berry, L. G., Mason, B. y Dietrich, R. V. 1993. *Mineralogy*. W. H. Freeman & Co., San Francisco.

Bloss, F. D. 1994. *Crystallography and Crystal Chemistry*. Mineralogical Soc America. Washington DC.

Ehlers, E. G. y Blatt, H. 1982. *Petrology. Igneous, sedimentary and metamorphic*. WH Freeman. San Francisco.

Frye, K. 1993. *Mineral science: an introductory survey*. Macmillan Publ Co. New York.

Gill, R. 1989. *Chemical Fundamentals of Geology*. Chapman & Hall. London.

Gribble, C. D. y Hall, A.J . 1992. *Optical Mineralogy: Principles and practice*. UCL Press Limited. London.

Jaffe, H. W. 1989. *Introduction to Crystal Chemistry*. Cambridge University Press. Cambridge.

Klein, C. 1989. *Minerals and rocks: exercises in Crystallography, Mineralogy, and hand specimen petrology*. John Wiley & Sons. New York.

Klein, C. y Hurlbut, C. S. 1997. *Manual de Mineralogía* (4ª edición). Reverté, Barcelona.

Mackenzie, W. S. y Adams, A. E. 1997. *Atlas en color de rocas y minerales en lámina delgada*. Masson. 239 p.

Perkins, D. y Henke, K. R. 2000. *Minerales en lámina delgada*. Prentice Hall. 139 p.

Putnis, A. 1992. *Introduction to Mineral Sciences*. Cambridge University Press. Cambridge.

RECURSOS ELECTRÓNICOS

Óptica mineral de Juan Jiménez Millán del Dpto. de Geología de la Universidad de Jaén y Nicolás Velilla del Dpto. de Mineralogía y Petrología de la Universidad de Oviedo.

Fecha de consulta: octubre 2011. Disponible en:

<http://geologia.ujaen.es/opticamineral/paginas/default.htm>

WebMineral

<http://webmineral.brgm.fr:8003/mineraux/Main.html>

Recibido: 16 enero 2012.

Aceptado: 10 diciembre 2014.