



## MINERALOGIA OPTICA y LABORATORIO DE MINERALOGÍA OPTICA (G-0034) II SEMESTRE, 2016

Créditos: 4

Horas lectivas: L:13-14:50, J:13-16:50

Requisitos: G-0224 Mineralogía General, FS-0310 Física General II.

Tipo de Curso: Teórico/Laboratorio

Prof. MSc. Luis Gmo. Obando, A.

### 1. DESCRIPCIÓN

La Mineralogía Óptica, es una rama de la mineralogía que describe y clasifica los minerales y texturas petrológicas bajo el microscopio polarizante de luz transmitida (microscopio petrográfico). El microscopio polarizante es un instrumento de medición con el cual se pueden determinar las propiedades ópticas de los minerales para su posterior identificación.

El curso de Mineralogía Óptica es un curso básico para la línea curricular de las Petrografías, las cuales se encargan del estudio de la composición mineral, textura y formación de las rocas y constituyen una herramienta fundamental del geólogo. El curso de Mineralogía Óptica es pues, un prerrequisito necesario para diversos cursos obligatorios y optativos del actual Plan de Estudios de la carrera de Geología. El curso usará la Plataforma Mediación Virtual de la UCR, para transferencia de información, archivos y otros, grado de virtualidad bajo.

### 2. OBJETIVOS

#### Objetivo general

- a) Identificar y clasificar minerales basado en sus propiedades ópticas, utilizando el microscopio polarizante de luz transmitida con el fin obtener criterios más precisos de clasificación mineral.

#### Objetivos específicos.

- a) Aplicar las leyes físicas de la luz y el comportamiento de la luz dentro de los minerales.
- b) Aprender a utilizar del microscopio polarizante para los estudios petrográficos.
- c) Ajustar y utilizar correctamente el microscopio polarizante y todos sus accesorios para la medición, estimación y observación de las diferentes propiedades ópticas de los minerales con el fin de identificarlos.
- d) Efectuar mediciones de tamaños y espesores de minerales bajo el microscopio a fin de obtener un mejor criterio.
- e) Conocer la elaboración de secciones delgadas, las cuales son indispensables para un estudio petrográfico.
- f) Determinar el contenido de anortita de las plagioclasas requerido para la clasificación de muchas rocas ígneas.
- g) Desarrollar la observación, memoria visual y habilidad de análisis, ya que es necesaria para el geólogo(a), tanto en petrografía como en observaciones de campo.



### 3. CONTENIDO

#### A. Curso Teórico

La parte teórica del curso se desarrolla en dos horas semanales. Se trata de describir el comportamiento de la luz polarizada en el microscopio y en los cristales, lo cual es necesario para la comprensión de las propiedades ópticas de los minerales.

#### Semana

- 1y2 CAPITULO I: La naturaleza de la luz: Las diferentes teorías de la luz y su aplicación en la mineralogía óptica. Definiciones de luz blanca, "luz monocromática", "luz polarizada", índice de refracción, medios isótropos y anisótropos. La propagación de la luz en medios isótropos, reflexión, refracción, ángulo crítico y reflexión total; polarización por reflexión y refracción, dispersión y absorción.
- 2 CAPITULO II: El microscopio polarizante: El ojo humano, lentes y sus imágenes, aumento y defecto de lentes. Las partes esenciales de un microscopio y selección de objetivos, oculares e iluminación. Función de los polarizadores, del condensador de la platina giratoria y del lente Amici-Bertrand en su microscopio polarizante. Ajuste del microscopio polarizante, alineación y cruzado de los polarizadores, limpieza de los lentes, el problema del centrado de los objetivos.
- 3 CAPITULO III: Propagación de la luz en los minerales uniáxicos: La propagación de la luz en un medio anisótropo. La indicatriz uniáxica, definición del carácter óptico, las diferentes secciones de un cristal uniáxico. Direcciones de vibración de la luz en un cristal. Incidencia de la luz en las superficies cristalinas de los cristales uniáxicos.
- 4y5 CAPITULO IV: La interferencia de la luz polarizada. El movimiento ondulatorio de la luz. Definición de fase, diferencia de fase y retardación en un cristal. La interferencia constructiva y destructiva con y sin microscopio. Origen de los colores de interferencia: efecto de la rotación de la platina, colores de interferencia. Origen de los colores anómalos de interferencia y su significado para la identificación de los minerales. Determinación del ángulo de extinción. Uso de la lámina de cuarzo y mica para la determinación de la elongación de los cristales.
- 6y7 CAPITULO V: Los cristales uniáxicos en luz polarizada convergente: Diferencias entre la observación ortoscópica y conoscópica. Las figuras de interferencia en secciones circulares, al azar y principales y su interpretación. Origen de las isogiras e isocromas de una figura de interferencia. Determinación del signo óptico de los minerales uniáxicos con las láminas auxiliadoras. Notas prácticas para la observación conoscópica.
- 8y9 CAPITULO VI: Los cristales biáxicos en luz polarizada convergente: Definición de la indicatriz biáxica; relación entre la indicatriz biáxica y el sistema cristalográfico. Determinación del carácter óptico de los minerales biáxicos. Interpretación de las figuras de interferencia biáxicas en dependencia del tipo de corte. Definición y medición del ángulo axial.
- 10 a 16 CAPITULO VII: Mineralogía óptica descriptiva (véase ítem B: Curso Práctico) :  
La descripción se realiza mediante diapositivas, sólo se muestran las características diagnósticas de los diferentes minerales y sus características distintivas con respecto a minerales parecidos.  
*Minerales*: Cuarzo y sus variedades, feldespatos, micas, piroxenos, anfíboles, olivino, feldespatoides, minerales accesorios (apatito, circón, titanita, turmalina, granate), minerales de alteración (epidota, clinzoisita, serpentina, ceolitas), minerales opacos (magnetita, hematita, limonita, pirita, cromita), minerales metamórficos (sillimanita, distena, andalusita, estauroлита, cordierita, granate).



## B. Curso práctico

La parte práctica del curso se desarrolla en 4 horas semanales y estas horas se ajustarán en dependencia de la Teoría. El ó la estudiante tiene que familiarizarse con el cuidado, uso correcto del microscopio polarizante y de las secciones delgadas, el o la estudiante será responsable del equipo asignado a él, así como de las secciones delgadas. En el caso de las secciones delgadas (siendo éstas material de difícil reposición), si el ó la estudiante daña alguna de ellas, tendrá que reponerla de acuerdo a las especificaciones del profesor. Deberá reportar al profesor cualquier faltante de equipo o anomalía del mismo al inicio de la clase.

Antes de las clases de laboratorio es necesario la lectura previa del laboratorio y/o de las descripciones de los minerales a tratar en la clase respectiva, ya sea en el folleto "Mineralogía Óptica" o en cualquier libro de texto relativo al tema (véase Bibliografía). Para efectos de que el ó la estudiante ilustre lo observado, se recomienda fuertemente el dibujo y el uso de lápices de colores ya que existen muchos patrones de colores.

### Semana

1. Asignación de equipo. I) Preparación de secciones delgadas. II) Ajuste y cuidado del microscopio polarizante, manejo de secciones delgadas. Calibración del micrómetro ocular, medición de ángulos y longitudes, ajuste de los polarizadores, centrado de objetivos.
2. III) Observación del chagrín, relieve y pleocroismo de relieve; determinación del índice de refracción con el método de inmersión y en sección delgada mediante la línea de Becke.
3. IV) Determinación de las características morfológicas de los cristales, forma, hábito, agregación, exfoliación, transparencia y limpidez, inclusiones, alteración.
4. V) Color y pleocroismo; ángulo de extinción; determinación de la birrefringencia; carácter de elongación, colores anómalos de interferencia.
5. VI) Maclas sencillas y polisintéticas; estructura zonal, determinación del contenido de anortita en las plagioclasas con el método de TOBI y MICHEL-LEVY.
6. VII) Figuras de interferencia uniaxial, su interpretación y determinación del carácter óptico.
7. VIII) Figuras de interferencia biaxial, su interpretación y determinación del carácter óptico, medición del ángulo axial.

### Mineralogía Descriptiva

8. CUARZO y sus variedades
9. MICAS: biotita y muscovita (y sericita).
10. FELDESPATOS: plagioclasa, microclina, ortosa, pertita, sanidina y sus alteraciones
11. PIROXENOS: augita e hipersteno y sus alteraciones / ANFIBOLES: hornblendas y sus alteraciones.
12. OLIVINO y sus alteraciones.
13. MINERALES ACCESORIOS: apatito, titanita, turmalina, circón.
14. FELDESPATOIDES: leucita, nefelina, sodalita, analcima / MINERALES OPACOS: magnetita, pirita, hematita, limonita, cromita.
15. MINERALES DE ALTERACION: epidota, cloritas, serpentina, clinozoisita, ceolitas y calcita /
16. MINERALES METAMORFICOS: sillimanita, granate, quiastolita, estauroilita, cordierita.

### 4. METODOLOGIA:

Como instrumentos y técnicas de clase se usarán:

- Exposiciones en clase.
- Uso de objetos reales: minerales, secciones delgadas, microscopios u otros.
- Técnicas audiovisuales, diapositivas, etc.



## 5. CRONOGRAMA

Semana	Tema teoría	Semana	Tema Laboratorio
1	CAPITULO I: La naturaleza de la luz.	1	Asignación de equipo. I) Preparación de secciones delgadas. II) Ajuste y cuidado del microscopio polarizante, manejo de secciones delgadas. Calibración del micrómetro ocular, medición de ángulos y longitudes, ajuste de los polarizadores, centrado de objetivos. .
2	CAPITULO II: El microscopio polarizante. CAPITULO III: Propagación de la luz en los minerales uniáxicos.	2	III) Observación del chagrín, relieve y pleocroismo de relieve; determinación del índice de refracción y la línea de Becke.
		3	IV) Determinación de las características morfológicas de los cristales
3	CAPITULO III: Propagación de la luz en los minerales uniáxicos.	4	V) Color y pleocroismo; ángulo de extinción; determinación de la birrefringencia; carácter de elongación, colores anómalos de interferencia.
	<b>Evaluación Corta (Capítulos 1 al 3)</b>		
4/5	CAPITULO IV: La interferencia de la luz polarizada.	5	VI) Maclas sencillas y polisintéticas; estructura zonal, determinación del contenido de anortita en las plagioclasas
6/7	CAPITULO V: Los cristales uniáxicos en luz polarizada convergente	6	VII) Figuras de interferencia uniáxica, su interpretación y determinación del carácter óptico.
8/9	CAPITULO VI: Los cristales biáxicos en luz polarizada convergente.	7	VIII) Figuras de interferencia biáxica, su interpretación y determinación del carácter óptico, medición del ángulo axial.
	<b>Primer Examen parcial. (Principalmente teoría, considerar las prácticas como apoyo a los temas)</b>		
10/16	CAPITULO VII: Mineralogía óptica descriptiva.	8/16	CUARZO y sus variedades
			MICAS: biotita y muscovita (y sericita).
			FELDESPATOS: plagioclasa, microclina, ortosa, pertita, sanidina y sus alteraciones.
			<b>- Evaluación Corta (Semana 10).</b>
			PIROXENOS: augita e hipersteno y sus alteraciones / ANFIBOLES: hornblendas y sus alteraciones.
			OLIVINO y sus alteraciones.
			<b>-Segundo Examen Parcial (Laboratorio, Semana 12)</b>
			MINERALES ACCESORIOS: apatito, titanita, turmalina, circón.
			FELDESPATOIDES: leucita, nefelina, sodalita, analcima /
			MINERALES OPACOS: magnetita, pirita, hematita, limonita, cromita.
			MINERALES DE ALTERACION: epidota, cloritas, serpentina, clinozoisita, ceolitas y calcita /
			MINERALES METAMORFICOS: sillimanita, granate, quiastolita, estaurolita, cordierita.
<b>Examen final</b>			
<b>Teoría y Laboratorio ( materia acumulativa)</b>			



## 6. EVALUACION:

Evaluación del curso		
A	Una evaluación parcial de teoría.	30%
B	Una evaluación parcial de laboratorio.	30%
C	Evaluaciones cortas	10%
D	Examen Final (Teoría y Laboratorio), materia acumulativa	30%
<b>TOTAL</b>		<b>100%</b>

**NOTA:** La nota final será la suma del resultado de las evaluaciones “A” hasta “D” (examen final) y se registrará por los reglamentos universitarios. No se harán exámenes fuera de las fechas establecidas para los mismos. Si por alguna razón algún estudiante faltase a una de las pruebas y presente la debida justificación, la reposición de la prueba se registrará por el Reglamento de Régimen Académico Estudiantil. No se aceptarán exámenes cuyas respuestas estén realizadas con lápiz.

## 7. BIBLIOGRAFIA:

La presente lista únicamente muestra algunos de los textos obtenibles en la Biblioteca Central de la Universidad de Costa Rica o en la Biblioteca de la Escuela de Geología. Utilice también las referencias del SIBDI y sitios Web.

### TEORIA:

- BONORINO, F.**, 1976: Mineralogía optica.- Editorial Universitaria de Buenos Aires. 344 págs.  
**BLOSS, F.D.**, 1970: Introducción a los métodos de cristalografía óptica.- Omega (Barcelona), 320 págs.  
**BUCHWLAD, E.**, 1966: Introducción a la óptica Cristalográfica.- Ed. Rabasa, S.A., 158 pág. (Para Teoría, 548.9 B 926I, Biblioteca. Tinoco)  
**DANA, E.S. (FORD, W.E.)**, 1969: Tratado de Mineralogía.- págs.: 252-370. Edit. Continental (México), (Para la teoría).  
**GRIBBLE, C.; HALL, A.**, 1992: Optical Mineralogy, principles & practice.- Ed. UCL Press (University College London), 302 págs.  
**JAMET, J.**, 1974: Mineralogía Optica, I Parte.- Escuela de Geología, 105 págs.  
**JENKINS, F.A.; WHITE, H.E.**; 1957: Fundamentals of optics.- Mc. Graw-Hill, 637 págs.  
**MOORHOUSE, W.W.**, 1959: The study of rocks in thin section.- 1-149 págs, Harper & Row (New York), (Para la teoría).  
**SOMMERFELD, A.**; 1964: Optics. Academic Press.- N. York, US. Volumen IV, 383 p. (Para la teoría).  
**STOIBER, R., MORSE, S.**; 1994: Cristal identification with the Polarizing Microscope. -Chapman y Hall. 358 Pags. (Para la teoría)  
**STRONG, J.**, 1958: Concepts of classical optics.- Freeman and Company, 692 págs. (Para la Teoría)

### PRACTICA:

- HUMPHRIES, DW**, 1992: The preparation of thin Sections of Rocks. Minerals and Ceramics.  
**KEER, P.F.** 1965: Mineralogía Optica.-433 págs, Mc Graw-Hill (New York): edición agotada. (Para la práctica)  
**NESSE, W. D.** 2004: Introduction to Optical Mineralogy. (3a. ed).- New York. Oxford University Press. 348 págs. (Teoría y práctica)  
**PERKINS, D; HENKE, K. R.**, 2002: Minerales en lámina delgada.-, Prentice Hall, Madrid 139 pag. (Teoría y práctica)



OBANDO, L.G. 2014: Mineralogía Óptica. Parte descriptiva.- Escuela Centroamericana de Geología. Universidad de Costa Rica, Curso de Mineralogía Óptica. 40 págs.

RAITH, M.; RAASE, P. & REINHARDT, J.; 2011: Guide to Thin Section Microscopy.- 107 págs.

Ebook. [http://www.minsocam.org/msa/openaccess\\_publications/](http://www.minsocam.org/msa/openaccess_publications/)

WAHLSTROM, E.E, 1948: Optical crystallography. - John Wiley & Sons. 206 págs. (Teoría y práctica)

WINCHELL, A.N., & WINCHELL, H., 1964: Elements of Optical Mineralogy.- 551 pp., John Wiley (New York) (Para la práctica).

*Puede buscar en internet, consultas al 2016:*

**Sitio Web:**

[http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/mineralogy/optical\\_mineralogy\\_petrography.html](http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/mineralogy/optical_mineralogy_petrography.html)

<http://www.olympusmicro.com/primer/techniques/polarized/polarizedreferences.html>

<http://kurdistan-geology.com/wp-content/uploads/2011/11/Optical-mineralogy.pdf>

<http://www.microscopyu.com/articles/polarized/polarizedintro.html>

<http://www.gly.bris.ac.uk/www/teach/opmin/mins.html>

<http://rruff.geo.arizona.edu/AMS/amcsd.php>

<http://edafologia.ugr.es/optmine/indexw.htm>

<http://www.edafologia.net/>

<http://webmineral.com/>

<http://www.mindat.org/>

*Busque el tema inglés: polarized microscopy, microscopy polarized light, optical mineralogy*

[www.google.com](http://www.google.com)

<http://scholar.google.com/>

<http://search.yahoo.com/?fr=altavista>