



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
República Argentina

Programa de:

## Mineralogía

Código:

Carrera: *Ciencias Geológicas*  
Escuela: *Geología*  
Departamento: *Geología Básica*

Plan: 2012  
Carga Horaria: 90  
Semestre: *Tercero*  
Carácter: *Obligatoria*  
Bloque: *Geológicas Básicas*

Puntos:  
Hs. Semanales: 6  
Año: *Segundo*

### Objetivos:

*El objetivo general de la materia es formar al alumno de segundo año de la carrera de Geología en los fundamentos teóricos y prácticos vinculados con las sustancias sólidas cristalinas de origen natural (minerales). Se pretende que el alumno adquiera las capacidades para:*

- Reconocer y describir el ordenamiento espacial de los sólidos cristalinos (cristalografía morfológica)*
- Comprender los principios físico-químicos que gobiernan las propiedades químicas de los minerales (cristaloquímica)*
- Reconocer y cuantificar las propiedades físicas de los minerales (Cristalofísica)*
- Comprender el comportamiento de la luz en los sólidos cristalinos transparentes (Óptica Mineral) y su utilización como una herramienta de diagnóstico.*
- Reconocer y clasificar las diferentes especies minerales mediante sus propiedades físicas y químicas (Mineralogía Sistemática)*

### Programa Sintético:

1. *Introducción*
2. *Cristalografía morfológica y estructural*
3. *Cristaloquímica*
4. *Cristalofísica*
5. *Mineralogía sistemática: generalidades y reconocimiento de especies*
6. *Óptica mineral (luz transmitida y reflejada)*

Programa Analítico: de foja 2 a foja 7.

Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja .

Bibliografía: de foja 7a foja 8

Correlativas Obligatorias: *Química General*  
*Introducción a la Geología*

Correlativas Aconsejadas:

### Rige:

Aprobado HCD, Res.:

Modificado / Anulado / Sust. HCD Res.:

Fecha:

Fecha:

El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / / .

Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica:

## PROGRAMA ANALÍTICO

### LINEAMIENTOS GENERALES

La asignatura Mineralogía dictada en el segundo año en el tercer semestre, está orientada a proporcionar a los alumnos los fundamentos del estudio de los minerales y los conceptos básicos de simetría que regulan el ordenamiento atómico en las estructuras cristalinas. La comprensión del conocimiento esencial de cristalografía morfológica y estructural, cristaloquímica, cristalofísica, mineralogía determinativa, mineralogía sistemática, gemología y cristalografía óptica está dirigido a proporcionar las bases para el estudio de los minerales, vistos como unidades del registro inorgánico de las condiciones imperantes durante los diferentes procesos de la historia geológica. Asimismo, se explorará la noción de los usos y aplicaciones de los minerales como constituyentes de las materias primas imprescindibles para el desarrollo de la sociedad.

### METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La parte teórica se basará principalmente en clases donde la participación de los alumnos es muy importante. La metodología será una combinación de: A) clases expositivas, y B) planteo de preguntas que conduzcan a discusión y debate.

Se usará un cañón proyector con las clases preparadas con Power Point, lo que permite mostrar numerosas fotografías y gráficos. Para una mejor comprensión de algunos temas abstractos se empleará material didáctico complementario tal como modelos de estructuras atómicas y de cuerpos poliédricos. Se planea un viaje de campo a un lugar a determinar enmarcado en el Taller Integral de Campo 2. Las observaciones serán combinadas con información bibliográfica para elaborar un informe.

Las clases de laboratorio prevén el manejo de muestras de minerales y modelos cristalográficos para aplicar los conocimientos vistos en la parte teórica y desarrollar habilidades de índole netamente prácticas. Asimismo, y cuando los temas lo permitan, se resolverán problemas prácticos de manera analítica. Se aprenderá el manejo del microscopio de polarización.

Tanto en las clases teóricas como en las prácticas se pondrá énfasis en la relación de los temas con los vistos en Química y Geología y con los que serán tratados en Petrología y Yacimientos Minerales.

Se darán clases de consulta para resolver las dudas planteadas sobre los trabajos de laboratorio o sobre contenidos programáticos.

### SISTEMA DE EVALUACIÓN

La evaluación se hará de manera discreta (como se detalla más adelante) y continua. Al comienzo de la clase práctica se les podrá preguntar de manera individual y por escrito sobre algunos de los conceptos y ejercicios del cuestionario del día. Esto tendrá carácter evaluativo. Alternativamente se podrá pedir a los alumnos que completen el cuestionario fuera del horario de clases y lo entreguen la semana siguiente. Los cuestionarios entregados fuera del plazo estipulado no serán recibidos. Tanto en estas evaluaciones como en los exámenes parciales, los parámetros a considerar en la calificación serán la pertinencia de la respuesta, la profundidad y calidad de su contenido, y (en el caso de ejercicios numéricos) la forma en que se desarrollaron los cálculos y si el resultado final es correcto. Un resultado numérico correcto sin un desarrollo que evidencie los pasos seguidos para su obtención no será considerado válido. En el caso de un desarrollo aproximadamente correcto pero un resultado final erróneo, se evaluarán las causas (si son conceptuales o un error de cálculo, por ejemplo) y se considerará parcialmente válida la respuesta *si el error no es conceptual*.

La evaluación continua se basará en la participación de los alumnos durante la clase y el manejo del lenguaje técnico.

La materia se aprobará mediante un examen final, el cual se tomará basado en el programa que figura en esta propuesta docente. La nota estará basada en la calidad de los contenidos presentados, su extensión, la precisión del vocabulario, la pertinencia de las respuestas a las preguntas del tribunal examinador, y la capacidad de relacionar los temas entre sí y con los de las materias correlativas, así como la solvencia para proponer soluciones para resolver situaciones problemáticas planteadas.

A continuación se detallan las condiciones para la regularización de la materia, y promoción de la parte práctica

#### ***Condiciones para regularizar la materia.***

- 1.- Asistir al como mínimo al 80% de las clases prácticas.
- 2.- Aprobar todos los exámenes parciales (3).
- 3.- El alumno tiene una oportunidad para recuperar un parcial al finalizar el semestre.
- 4.- Presentar y aprobar los trabajos que se exijan durante el desarrollo de los trabajos prácticos.
- 5.- Aprobar los trabajos de Laboratorio.

#### ***Condiciones para la promoción de los trabajos prácticos.***

- 1.- Asistir como mínimo al 80% de las clases prácticas.
- 2.- Aprobar todos los exámenes parciales (3) y tener un promedio no inferior a siete (7), sin notas menores que 4.
- 3.- El alumno tiene una oportunidad para recuperar un parcial al finalizar el semestre, en el caso que la nota obtenida haya sido menor a 7 e igual o mayor a 4.
- 5.- Presentar y aprobar los trabajos que se exijan durante el desarrollo de los trabajos prácticos.
- 6.- Aprobar los trabajos de Laboratorio.-

## **CONTENIDOS TEMÁTICOS**

### **UNIDAD 1: Definiciones preliminares; inserción de la mineralogía en la geología.**

1.- La Mineralogía y los minerales: definiciones, alcance, importancia tecnológica, económica, ambiental y artística, evolución histórica e interrelación con otras disciplinas geológicas y de ciencias de los materiales. Estado actual de las investigaciones mineralógicas en Argentina y el mundo.

### **UNIDAD 2: Cristalografía morfológica: como la simetría armoniza los elementos geométricos y morfológicos de los cristales.**

2.- Cristalografía, sustancias cristalinas y amorfas. Simetría de los cristales. Los elementos de simetría de 1ª y 2ª especie. Reglas de simetría. 3.- Ejes cristalográficos. Los sistemas cristalográficos y sus relaciones axiales. 4.- Elementos geométricos de los cristales. Formas cristalográficas. Formas abiertas y cerradas, formas combinadas. 5.- Los 32 grupos puntuales. Holoedrias y Meroedrias: diferentes tipos. Símbolos de Hermann-Mauguin de los grupos puntuales. 6.- Simetría geométrica y cristalográfica. Pseudosimetría.

7.- Ley de constancia de los ángulos diedros. Medición de ángulos. 8.- Ley de racionalidad de los índices. Notación de Weiss e índices de Miller. 9.- Zonas: concepto, notación y cálculo. 10.- Representación de cristales. Proyecciones cristalográficas, proyección estereográfica, propiedades y problemas. 11.- La red estereográfica de Wulff, su construcción, propiedades y utilidad.

12.- Asociaciones de cristales, agregados irregulares, subregulares y regulares. Agrupaciones paralelas. 13.- Maclas: eje y plano de macla, plano de composición. Tipos de macla: morfológicos, estructurales y genéticos. 14.- Efecto de las maclas en los cristales. Causas de maclas. Epitaxia.

**UNIDAD 3: Cristalografía estructural: simetría de la estructura íntima de la materia cristalina. Métodos de investigación de estructuras cristalinas.**

15.- La estructura de los cristales. Retículos planos y espaciales. 16.- Elementos de simetría de 3ª especie: helicogiras y planos de deslizamiento-reflexión. 17.- Los 14 retículos de Bravais. Los 230 grupos espaciales. Celda Elemental.

18.- Métodos para investigar estructuras cristalinas. Los rayos X: su naturaleza y propiedades. Fenómenos de difracción de Rayos X en los retículos cristalinos: experiencia de Laue y fórmula de Bragg. 19.- Métodos de análisis por difracción de rayos X de los cristales. Métodos modernos de cristal único y policristalinos: Debye Scherrer y difractómetro. 20.- Nociones sobre determinación de estructuras cristalinas.

**UNIDAD 4: Cristalografía: los elementos fundamentales de los retículos cristalinos y sus relaciones espaciales.**

21.- Elementos constitutivos de los retículos cristalinos. Tipos de enlaces, hibridismo, polarización. Relación entre los enlaces y las propiedades de los minerales. 22.- Relación de los radios iónicos, números y poliedros de coordinación. Estructuras cristalinas homodésmicas y heterodésmicas. Composición química de los minerales.

**UNIDAD 5: Cristalografía: relaciones entre las estructuras cristalinas y los parámetros físico-químicos de formación. Mecanismos de cristalización de los minerales. Diferentes ámbitos geológicos de formación**

23.- Isomorfismo. Isotipia. Soluciones sólidas, diadocia y desmezcla. Pseudomorfismo. Paramorfismo. Polimorfismo. Politipismo. Tipos de transformaciones polimórficas. 24.- Nucleación, crecimiento e imperfecciones cristalinas. 25.- Paragénesis propias de ámbito magmático, sedimentario, metamórfico e hidrotermal. Meteoritos: composición y origen.

**UNIDAD 6: Cristalografía: la utilización de propiedades físicas en la identificación de minerales.**

26.- Propiedades físicas de los minerales. Propiedades escalares y vectoriales. Peso específico y densidad, métodos para determinarlos. 27.- Forma y Hábito. Clivaje, partición y fractura. Tenacidad. Dureza y Raya, escalas y medida. Propiedades organolépticas. 28.- Color, brillo, diafanidad. 29.- Luminiscencia. Propiedades radiactivas.

**UNIDAD 7: Sistemática mineral: diferentes ordenamientos sistemáticos de los minerales. Las gemas.**

30.- Mineralogía sistemática. Nomenclatura Mineralógica. Clasificación de los Minerales. 31.- Diferentes clases de la sistemática mineral. 32.- Clasificación estructural de los silicatos. 33.- Nociones e importancia técnica, económica y social de la Gemología.

**UNIDAD 8: Cristalografía óptica: interacción de la luz y los minerales.**

34.- Cristalografía óptica: su objeto y campo de aplicación. Naturaleza de la luz. Elementos de la onda luminosa. Luz natural y luz polarizada, obtención de luz polarizada. 35.- Isotropía y anisotropía. 36.- Óptica de los medios isotrópicos: reflexión y refracción. Reflexión total. Absorción de la luz. Dispersión. Medida del índice de refracción en líquidos. 37.- Doble refracción. Superficies de onda. Frente de onda. Construcción de Huygens. Birrefringencia en calcita. Direcciones de vibración.

**UNIDAD 9: Cristalografía óptica: fundamentos del uso del microscopio de polarización como herramienta.**

38.- La indicatriz uniaxial y sus propiedades. Orientación óptica. Relación entre la indicatriz, la onda y el rayo. Superficie de velocidad de los rayos. 39.- La indicatriz biaxial. Ley de Biot-Fresnel. Superficies de velocidad. Orientación óptica de la indicatriz biaxial. 40.- El microscopio petrográfico. Elementos del microscopio y su función: estativo, sistema de iluminación, condensador, platina, objetivos, analizador, lente de Bertrand, oculares. Láminas compensadoras de retardo fijo y de retardo variable. 41.- Marcha sistemática de observaciones microscópicas, iluminación ortoscópica e iluminación conosκόptica.

#### **UNIDAD 10: Cristalografía óptica: observaciones con luz paralela.**

42.- Observaciones ortoscópicas con nicols paralelos: forma, hábito, clivaje. Determinación de dimensiones y ángulos. Color, absorción y pleocroísmo. Relieve. 43.- Medición del índice de refracción en sólidos por el método de inmersión: línea de Becke, iluminación central; líquidos de inmersión. 44.- Observaciones ortoscópicas con nicols cruzados. Colores de interferencia. Retardo y diferencia de paso. Ley de Arago Fresnel. Tabla de Michel-Lévy. 45.- Determinación de orden del color de interferencia. Uso de compensadores. Determinación de las direcciones relativas de vibración. 46.- Elongación. Extinción y ángulo de extinción: su mensura.

#### **UNIDAD 11: Cristalografía óptica: observaciones con luz convergente.**

47.- Observaciones conosκόpticas. Figuras de interferencia uniaxiales: centrada de eje óptico, excéntrica, paralela al eje óptico. 48.- Determinación del signo óptico en minerales de baja y alta birrefringencia en cada caso. 49.- Figuras de interferencia biaxial centradas: bisectriz aguda, bisectriz obtusa, eje óptico y normal óptica. 50.- Determinación del signo óptico en cada caso. 51.- Figuras biaxiales excéntricas y simétricas. Figuras biaxiales excéntricas y asimétricas. Determinación del signo óptico. 52.- Ángulo axial óptico ( $2V$  y  $2E$ ), su determinación.

#### **UNIDAD 12: Cristalografía óptica: dispersión de la luz por los minerales. Los minerales opacos.**

53.- Dispersión de la luz. Coeficientes de dispersión y poder dispersivo. Dispersión de los minerales isotrópicos y anisótropos. 54.- Efectos de la dispersión en las figuras de interferencia. Determinación de la dispersión. 55.- Nociones de calcografía.

### **LISTADO DE ACTIVIDADES PRACTICAS Y/O DE LABORATORIO**

#### **Actividades Prácticas de Laboratorio**

##### **CRISTALOGRAFÍA:**

**No 1.-** Reconocer e indicar sobre modelos cristalográficos los elementos geométricos, los elementos de simetría y las formas cristalográficas.

**No 2.-** Combinación de los elementos de simetría. Reglas de simetría. Las 32 clases de simetría o grupos puntuales. Los siete sistemas cristalográficos. Ejercicios sobre modelos cristalográficos.

**No 3.-** Ley cristalográfica de la constancia de los ángulos. Goniómetro de contacto, medición de ángulos interfaciales. La proyección estereográfica, propiedades y uso de la red de Wulff. Coordenadas polares. Ejercicios de medición y proyección de cristales.

**No 4.-** Relaciones axiales, notaciones cristalográficas. Ley cristalográfica de la racionalidad de los índices. Las zonas, conceptos y ejercicios sobre proyección estereográfica. Ejercicios de proyección estereográfica sobre modelos cristalográficos del sistema rómbico.

**No 5.-** Ejercicios de proyección estereográfica de las clases de los sistemas tetragonal,

hexagonal y trigonal.

**No 6.-** Ejercicios de proyección estereográfica sobre modelos cristalográficos de los sistemas monoclinico y triclinico.

**No 7.-** Ejercicios de proyección estereográfica de clases del sistema cúbico. Maclas, observación y descripción de las maclas más comunes utilizando modelos y cristales naturales.

**No 8.-** Rutina para identificación de minerales mediante Difracción de Rayos X. Preparación de muestras, obtención de diagramas, lectura e interpretación.

**1ª Evaluación Parcial:** presentación de carpeta, prueba de evaluación.

## **MINERALOGÍA DETERMINATIVA Y SISTEMÁTICA**

**Nº9.-** Observación de las propiedades físicas de los minerales. Productos de alteración, color, lustre. Clivaje, partición, fractura. Dureza y raya. Elementos Nativos. Sulfuros y Sulfosales, su importancia industrial.

**Nº10.-** Peso Específico, Fusibilidad. Haluros, Óxidos e Hidróxidos.

**Nº11.-** Nitratos y carbonatos. Boratos. Su incidencia en las industrias químicas y de la construcción. Sulfatos, molibdatos y wolframatos.

**Nº12.-** Fosfatos, arseniatos y vanadatos. Luminiscencia. Radioactividad.

**Nº13.-** Silicatos: impacto ambiental de su utilización. Clasificación estructural, nesosilicatos, sorosilicatos, ciclosilicatos.

**Nº14.-** Inosilicatos, filosilicatos y tectosilicatos.

**2ª Evaluación Parcial:** presentación de carpeta, prueba de evaluación.

## **CRISTALOGRAFIA ÓPTICA Y ÓPTICA MINERAL**

**Nº15.-** Manejo del microscopio petrográfico y sus accesorios. Determinación de dimensiones y ángulos. Marcha sistemática de observaciones sobre un mineral al microscopio.

**Nº16.-** Determinación del índice de refracción de líquidos. Manejo de refractómetros. Observaciones microscópicas con nicols paralelos. Medida del índice de refracción de minerales. Minerales isótropos importantes: grupo del granate, feldespatoides, ópalo, espinela, halita, fluorita, vidrio volcánico.

**Nº17.-** Observaciones ortoscópicas con nicols cruzados. Colores de interferencia. Uso de la tabla Michel-Lévy. Determinación de las direcciones relativas de vibración. Minerales uniáxicos comunes: cuarzo, calcedonia, calcita, dolomita, turmalina, apatita, rutilo.

**Nº18.-** Elongación, extinción. Medida del ángulo de extinción. Su determinación en piroxenos. Grupo de los piroxenos.

**Nº19.-** Observaciones conosópicas: Figuras de interferencia uniáxicas. Determinación del signo óptico. Grupo de los anfíboles.

N°20.- Observaciones conoscópicas: Figuras de interferencia biáxicas. Determinación del signo óptico. Grupo del epidoto.

N°21.- Observaciones conoscópicas: Estimación del ángulo axial óptico 2V. Grupo de las micas: clasificación, nomenclatura y reconocimiento al microscopio. Reconocimiento al microscopio del circón, grupo del olivino, cordierita, sillimanita, cianita, andalucita.

N°22.- Grupo de los feldspatos: clasificación, nomenclatura, propiedades y reconocimiento al microscopio de los feldspatos alcalinos. Plagioclasas: clasificación, nomenclatura, propiedades y determinación microscópica por los métodos de Michel-Lévy, Albita-Carlsbad y del microlito..

#### DISTRIBUCION DE LA CARGA HORARIA

ACTIVIDAD	HORAS
FORMACIÓN TEORICA • CLASES TEORICAS	45
FORMACIÓN PRACTICA • LABORATORIO	45
<b>TOTAL DE LA CARGA HORARIA</b>	<b>90</b>

#### DEDICADAS POR EL ALUMNO FUERA DE CLASE

ACTIVIDAD	HORAS
PREPARACION TEÓRICA - PRACTICA • CLASES TEORICAS	45
PREPARACION PRACTICA • PROYECCIONES-CARPETA-PROBLEMAS	30
<b>TOTAL DE LA CARGA HORARIA</b>	<b>75</b>

#### BIBLIOGRAFÍA

##### CRISTALOGRAFÍA:

- AMOROS, J. L. (1958), "*Cristalografía*". Ed. Aguilar, Madrid.
- AZAROFF L.V. (1968), "*Elements of X Ray Crystallography*", Mc. Graw Hill.
- AZAROFF, L.V. y BUERGUER, M.J. (1958), "*The powder method in X Ray Crystallography*", Mc. Graw Hill Book Co.
- BLOSS, D.F. (1971), "*Crystallography and Crystal Chemistry, an introduction*", Holt, Rinehart and Winston, Inc. New York.
- BOLDYREV, A. K. (1934), "*Cristalografía*" Ed. Labor. Buenos Aires-
- FLINT, E. (1966), "*Principios de Cristalografía*", Ed. Paz, Moscú.
- GAY, R. " *Course de Cristallografie*" Gauthier-Villars et Cia. Ed. Paris:
- Livre I : *Cristallografie geometrique*, (1950), 232 p.
- Livre II: *Cristallografie physico-chimique*, (1959), 232 p.
- Livre III: *Radiocristallographie theorique*, (1961), 277 p.
- KLUG, H.P. y ALEXANDER L. E. (1974), "*X Ray diffraction procedures for*

- polycrystalline and amorphous materials*". Ed. John Wiley and Sons, New York.
- OLSACHER, J. (1945), "*Introducción a la Cristalografía*", Univ. Nac. Córdoba.
  - PHILLIPS, P.C. (1971), "An introduction to crystallography", Oliver and Boyd, 4a Ed. London.
  - PHILLIPS, P. C. (1972), "*Introducción a la Cristalografía*", Ed. Paraninfo, Madrid.
  - PUTNIS, A. (1995), "*Introduction to Mineral Sciences*". Cambridge University Press, UK.
  - RATH, R. (1972), "*Cristalografía*", Ed. Paraninfo, Madrid.

## MINERALOGÍA DETERMINATIVA Y SISTEMÁTICA

- BERRY, L.G. y MASON, B. (1988), "*Mineralogía*", Ed. Aguilar. Madrid.
- HURLBUT, C. S. y KLEIN, C. (1977), "*Manual of Mineralogy Dana's*", John Wiley & Sons, New York.
- HURLBUT, C. S. y KLEIN, C. (1985), "*Manual de Mineralogía de Dana*", Ed. Reverté, Barcelona.
- KLOCKMANN, F. y RAMDOHR, P. (1947). "*Tratado de Mineralogía*", Ed. Gustavo Gilli, Madrid.
- PALACHE, C., BERMAN, H. y FRONDEL, C. "*The System of Mineralogy Dana's*"  
Vol. 1 (1944): *Elements, sulfides, sulfosalts, oxides*.  
Vol. 2 (1951): *Halides, nitrates, borates, carbonates, sulfates, phosphates, arsenates, tungstates, molybdates, etc.* Ed. John Willey & Sons, New York.
- ROBERTS, W.L., RAPP, G.R. and WEBER, J. (1975), "*Encyclopedia of Minerals*", Ed. Van Nostrand Reinhold Co., New York.
- ZUSSMAN, J. (1977), "*Physical methods in determinative mineralogy*", 2nd. Ed. Academic Press, London.

## CRISTALOGRAFÍA ÓPTICA Y ÓPTICA MINERAL:

- BLOSS, D. F. (1970), "*Introducción a los métodos de la cristalografía óptica*", Ed. Omega, S.A., Barcelona.
- CRAIG J. R. y VAUGHAN D. J. (1994). "*Ore Microscopy & Ore Petrography*" 2<sup>nd</sup> Edition, John Wiley & Sons, Inc. New York.
- DEER, E. A., HOWIE, R. A. y J. ZUSSMAN, (1963), "*Rock Forming Minerals*".  
Vol. I: *Ortho and Ring Silicates*;  
Vol. II: *Chain Silicates*;  
Vol. III: *Sheet Silicates*;  
Vol. IV: *Framework Silicates*;  
Vol. V: *Non Silicates*. Longmans, Ltda. London.
- DEER, W.A., HOWIE, R.A. y ZUSSMAN, J., 2a ed. (1992). "*An introduction to the Rock Forming Minerals*" Longmans, Ltda. London.
- FLEICHER, M., R.E. WILCOX y J. J. MATZKO (1984), "*Microscopic determination of the nonopaque minerals*", U. S. Geol. Serv. Bull. 1627, 453 p. Washington.
- GIRAULT, J. (1980), "*Caracteres optiques de mineraux transparents, tables de determination*", Masson, Paris.
- GONZÁLEZ BONORINO, F. (1976), "*Mineralogía óptica*", EUDEBA, Buenos Aires.
- HUTCHISON, C.H., (1974), "*Laboratory handbook of petrographic techniques*", John Willey & Sons. New York.
- KERR, R. (1965). "*Mineralogía óptica*". Mc Graw Hill Book Co. New York.
- WAHLSTROM, E.E. (1969), "*Optical Crystallography*", (4<sup>th</sup> Ed.), Ed. John Wiley & Sons, New York.
- WINCHELL; A.N., "*Elements of optical mineralogy*"  
Part 1 (1964, 4<sup>th</sup> Ed.): *Principles and methods*  
Part 2 (1965, 5<sup>th</sup> Ed.): *Description of minerals*  
Part 3 (1966, 2<sup>th</sup> Ed.): *Determinative tables*. John Wiley & Sons, New York.