



**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**  
**ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGÍA**  
*G-0018 Geoquímica Introductiva*

**Créditos:** 3

**Horas Lectivas:** 2 horas teóricas y 3 horas de laboratorio

**Horario:** Lunes 16:00-18:50, Jueves 17:00-18:50

**Requisito:** G-4214 Geología de Campo I, G-4115 Petrografía R. Ígneas y Metam.

**Ciclo lectivo:** II-2017

**Tipo de Curso:** Teórico-Laboratorio-Medio Virtual

**Profesora:** Dra. Pilar Madrigal Quesada ( mariadelpilar.madrigal@ucr.ac.cr )

**Horas de consulta:** Martes y Viernes 10:00-12:00 am o a convenir

### 1. Descripción del curso

Dentro de las ciencias de la Tierra, la geoquímica es la disciplina que explora los procesos geológicos desde la perspectiva química. Dichos procesos incluyen desde aspectos planetarios y hasta atómicos, cubriendo una amplia gama de intereses. Por esta razón, durante el estudio de la geoquímica es necesario profundizar en los principios básicos de la química y la geología, así como la termodinámica, el equilibrio de fases, la mineralogía, la petrología, entre otras.

Gracias a los avances tecnológicos de las últimas décadas, la geoquímica se ha establecido como una disciplina cuantitativa que le permite al geólogo(a) realizar evaluaciones precisas que describan procesos ígneos, metamórficos o sedimentarios durante la resolución de problemas geológicos. La geoquímica ha contribuido enormemente en la mejora de nuestro entendimiento de la Tierra y del Sistema Solar como un ente interconectado. Por ejemplo, mediante el estudio de la composición geoquímica de meteoritos tenemos una mejor idea de cómo se formó la Tierra y el Sistema Solar. Asimismo, gracias al estudio de isótopos contamos con métodos para cuantificar con precisión la escala del tiempo geológico.

Este curso busca introducir al estudiante a la geoquímica y promover el entendimiento de procesos geológicos y magmáticos desde dicha perspectiva. Durante el transcurso de este semestre, el estudiante aprenderá la adecuada manipulación e interpretación de datos geoquímicos. Uno de los aspectos más importantes en la evolución y modernización de las diferentes ramas de las geociencias ha sido transformar las disciplinas que tradicionalmente han sido cualitativas en información cuantitativa, racional y objetiva. Por lo tanto, uno de los objetivos de este curso será que el estudiante se sienta cómodo trabajando con datos numéricos, de volumen, o de masa obtenidos mediante procedimientos analíticos. Para efectos de este curso se utilizarán compilaciones de datos geoquímicos de libre acceso mediante consultas a bases de datos como PetDb y Georoc. Mediante el uso de softwares de modelado geoquímico (Igpert, GCDkit) el estudiante pondrá en práctica los conceptos aprendidos durante las lecciones,



utilizando herramientas visuales como diagramas de discriminación de ambientes geotectónicos y gráficos en 2D y 3D.

## 2. Objetivos

Desarrollar los principios elementales en que se basa el conocimiento de la Geoquímica. Describir críticamente ambientes geológicos y geoquímicos y procesos naturales que en ellos se desarrollan, considerando los principios fisicoquímicos que permiten explicar el comportamiento de los elementos y los diferentes modelos del ciclo geoquímico que los caracteriza.

Objetivos específicos: Obtener, procesar e integrar datos geoquímicos, para obtener información sobre diferentes procesos geológicos. Caracterizar geoquímicamente los distintos tipos de rocas. Aplicar los conocimientos geoquímicos al reconocimiento de los procesos geológicos que han dado origen a las rocas y minerales

## 3. Contenido

### 1. INTRODUCCIÓN

- Formación y composición del Sistema Solar y la Tierra.
- Meteoritos
- Abundancia y distribución de elementos químicos.
- Evolución geoquímica de la Tierra.
- Estructura y composición del globo terrestre
- Composición química y estructura de la corteza terrestre.
- Clasificación geoquímica de los elementos.
- Reglas de Goldschmidt.
- Potencial iónico.

### 2. PRINCIPIOS TERMODINÁMICOS APLICADOS A SISTEMAS MAGMÁTICOS

- Leyes termodinámicas.
- Entropía y entalpía.
- Energía libre de Gibbs
- Equilibrio de fases en sistemas ígneos
- Efecto de volátiles en el equilibrio de fases.
- Soluciones sólidas.
- Exsolución.
- Geotermómetros y geobarómetros.
- Difusión de elementos.

### 3. MÉTODOS ANALÍTICOS EN GEOQUÍMICA

- Fluorescencia de rayos X



- Microsonda electrónica
- Espectrometría de masas
- Microsonda de iones
  
- 4. GEOQUÍMICA DE ELEMENTOS MAYORES
  - Clasificación de rocas.
  - Diagrama TAS (álcalis totales vs. sílice)
  - Series alcalinas y subalcalinas.
  - Diagramas de variación.
  - Reconocimiento de procesos geoquímicos en diagramas de elementos mayores (cristalización fraccionada, fusión parcial, mezcla y asimilación).
  
- 5. GEOQUÍMICA DE ELEMENTOS TRAZA
  - Clasificación de los elementos traza.
  - Coeficientes de partición.
  - Geoquímica de tierras raras.
  - Controles geológicos en la distribución de elementos traza.
  - Fusión parcial.
  - Cristalización fraccionada.
  - Distribución de elementos traza durante la fusión parcial.
  - Distribución de elementos traza durante la cristalización.
  - Diagramas multielementos.
  
- 6. GEOQUÍMICA DE ISÓTOPOS
  - Isótopos estables y radiactivos.
  - Radiactividad y desintegración.
  - Vida media.
  - Sistemas de isótopos radiogénicos: Sm-Nd, Rb-Sr, U-Th-Pb.
  - Petrogénesis y reservorios del manto.
  - Geocronología.
  
- 7. MAGMATISMO Y PETROGÉNESIS
  - Magmatismo y procesos tectónicos globales.
  - Magmas primarios.
  - Fusión en el manto superior.
  - Procesos que modifican la composición de magmas primarios.
  
- 8. GEOQUÍMICA DE AMBIENTES GEOTECTÓNICOS
  - Dorsales oceánicas (MORB).
  - Arcos de islas.
  - Márgenes continentales activos.
  - Cuencas de trasarco.



- Basaltos de islas oceánicas (OIB).
  - Magmatismo masivo intraplaca (large igneous provinces).
  - Magmatismo de rift continental.
9. GEOQUÍMICA DE COSTA RICA
- Costa Rica y su ambiente geoquímico
  - Investigaciones realizadas en Costa Rica
  - Proyectos de investigación.

#### 4. Metodología

Las lecciones serán generalmente de tipo magistral, con apoyo de equipo audiovisual con participación directa de los estudiantes, quienes pueden intervenir en cualquier momento con dudas, solicitudes de repetición, aporte de ideas y discusiones sobre el tema tratado.

Durante el semestre tendremos prácticas de laboratorio. Asimismo, se harán presentaciones por parte de los estudiantes con temas de interés geoquímico en el ámbito nacional e internacional basados en publicaciones de revistas indexadas afines. Se utilizará Mediación Virtual como repositorio del curso y para tareas, quizzes, foros y entrega de trabajos y proyectos.

#### 5. Cronograma

Si se acepta que el curso lectivo consta de 16 semanas (sin contar la semana de exámenes finales), distribuidas entre los meses de agosto (inicio del semestre) y noviembre (fin de semestre), el contenido del curso será distribuido de la forma siguiente:

Semana Lectiva	Materia
Semana 1	Capítulo 1
Semana 2	Capítulo 2
Semana 3	Capítulo 3
Semana 4 y 5	Capítulo 4
Semana 6	Primer parcial (11 de Setiembre)
Semanas 7 y 8	Capítulo 5
Semana 9	Capítulo 6
Semana 10	Capítulo 7
Semana 11	Segundo Parcial (16 de Octubre)
Semana 12 y 13	Capítulo 8
Semana 14	Capítulo 9
Semana 15	Presentaciones
Semana 16	Repaso
	Examen Final (27 de Noviembre)



## 6. Evaluación

El curso consta de tres exámenes parciales. El sistema de evaluación del curso es como sigue:

I Parcial	20%
II Parcial	20%
Examen Final	30%
Presentación	10%
Laboratorios (prácticas de laboratorios, tareas, quices, informes, práctica de campo y análisis de resultados)	20%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

El curso se aprueba con una calificación (o acumulación porcentual) de 70 (70%) como mínimo. La presentación será de artículos científicos de revistas internacionales en idioma inglés. Se realizarán visitas a laboratorios especializados en procedimientos geoquímicos y se deberán presentar informes o un equivalente que se discutirá en cada caso. Si es posible se realizará una práctica en el laboratorio de geoquímica de la Escuela de Geología.

### Gira: 1 de noviembre

## 7. Bibliografía

- ALBARÈDE, F. 2003. Geochemistry. An introduction. Cambridge University Press. 248 pp.
- DICKIN, A.P. 1997. Radiogenic isotope geology. Cambridge University Press, 490 pp.
- FAURE, G. 1986. Principles of Isotope Geology. 2nd Edition. Willey & Sons, 589 pp.
- GILL, R. (editor) 1997. Modern Analytical Geochemistry. An introduction to quantitative chemical analysis for earth, environmental and materials scientists. Longman Scientific & Technical, 329 pp.
- GILL, R. 1989. Chemical fundamental of Geology. Unwin Hyman, 292 pp.
- HOEFS, J. 1973. Stable isotope geochemistry. Springer-Verlag, 140 pp.
- HOLLAND, H.D., y TUREKAIN, K.K. (editores) 2005. Treatise on Geochemistry. 5155 pp.
- JANOŠEK, V., MOYEN, J.-F., MARTIN, H., ERBAN, V., FARROW, C., 2016. Geochemical Modelling of Igneous Processes: Principles and Recipes in R Language. Springer.
- KRAUSKOPF, K.B. 1979. Introduction to Geochemistry. McGraw Hill, 671 pp.
- LOPEZ-RUIZ, J. y CEBRIA-GOMEZ, J.M. 1990. Geoquímica de los procesos magmáticos. Rueda, 168 pp.
- MASON, B, y MOORE, C.B. 1982. Principles of geochemistry. 4th edition. Willey & Sons, 344 pp.



- 
- MCSWEEN, H. Y., RICHARDSON, S. M., & UHLE, M. E. 2003. Geochemistry: Pathways and processes. Columbia University Press. 432 pp.
- MISRA, K. C. 2012. Introduction to geochemistry: principles and applications. John Wiley & Sons. 452 pp.
- ROLLINSON, H.R. 1993. Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation. Longman Scientific & Technical, 346 pp.
- WHITE, W.M. 1998. Geochemistry. John-Hopkins University Press. 668 pp.
- WILSON, B. M. 2007. Igneous petrogenesis a global tectonic approach. Springer Science & Business Media. 466 pp.