

PROGRAMA DE CURSO

PRINCIPIOS DE BIOGEOQUÍMICA

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Geología (DGL)					
Nombre del curso	Principios de Biogeoquímica	Código	GL5025	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Principles of Biogeochemistry</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1	Trabajo personal	6
Carácter del curso	Obligatorio			Electivo	X	
Requisitos	GL4205: Geoquímica; GL4402: Geología de Campo I AUTOR					

B. Propósito del curso:

El curso Principios de Biogeoquímica (GL5XXX) tiene como propósito que los y las estudiantes comprendan los fundamentos químicos, biológicos y geológicos que controlan los ciclos biogeoquímicos de los elementos en el Sistema Tierra, interpretando sus tiempos de residencia en la atmósfera, suelos, litósfera y océanos.

El curso introduce los principios básicos que gobiernan ciclos biogeoquímicos del carbono (C), nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S) y silicio (Si) en la Tierra, con un foco en el estudio de procesos a escala global y local, y un énfasis en la modelación química y física de éstos. Los y las estudiantes utilizarán ecuaciones de la termodinámica y de balance de masa junto con trazadores isotópicos a través de ejercicios analíticos y numéricos para calcular, evaluar y comparar los efectos de perturbaciones naturales y antropogénicas a los ciclos biogeoquímicos de la Tierra. Durante el curso, los y las estudiantes presentarán y discutirán críticamente artículos científicos sobre los métodos biogeoquímicos que permiten investigar los ecosistemas naturales bajo una perspectiva sistémica, demostrando la conexión entre los ciclos globales biogeoquímicos y los distintos reservorios de la Tierra.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE3: Caracterizar los minerales formadores de rocas para determinar sus condiciones físico- químicas de formación y sus aplicaciones.

CE4: Analizar e interpretar procesos geoquímicos y petrogenéticos caracterizando las rocas ígneas y metamórficas de una región.

CE5: Caracterizar las rocas y depósitos sedimentarios para establecer sus condiciones físico- químicas de formación.

CE6: Analizar y evaluar los procesos geológicos (volcánicos, geoquímicos, hidrogeológicos, sedimentológicos y geomorfológicos) con fines científicos y aplicados respecto a la planificación del territorio, diseño, construcción y mantenimiento de estructuras ingenieriles.

CE8: Interpretar los procesos de formación de los recursos minerales y energéticos para la investigación científica y aplicada.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés variados tipos de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos de acuerdo a las características de la audiencia.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE3, CE5, CE6	<p>RA1: Explica la serie de eventos geológicos que forman la Tierra y sus distintas capas, y que favorecen la aparición y evolución de la vida en esta; interpreta las condiciones bioquímicas necesarias para la ocurrencia de procesos metabólicos en organismos primitivos y avanzados.</p> <p>RA2: Utiliza información de carácter ecológico, geoquímico y biológico para explicar el control de la biósfera a través del metabolismo de los organismos en los ciclos de los elementos químicos de la Tierra.</p>
CE3, CE4, C35	<p>RA3: Resuelve analítica o numéricamente, según corresponda, ecuaciones termodinámicas y de balance de masa, para describir y cuantificar el tamaño de los reservorios terrestres y de los flujos entre estos.</p>
CE6, CE8	<p>RA4: Deduce las ecuaciones y las condiciones de borde en las que se basan modelos matemáticos complejos sobre la variabilidad temporal de los ciclos biogeoquímicos de los elementos para interpretar las perturbaciones naturales o antropogénicas que causan dicha variabilidad.</p>

Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA5: Expone, de forma clara, precisa y coherente, a través de una argumentación oral consistente, sobre diversos temas asociados a la Biogeoquímica y problemáticas globales y locales de los distintos reservorios superficiales de la Tierra.
CG2	RA6: Lee comprensivamente en inglés artículos científicos y textos de estudio sobre Biogeoquímica, sintetizando información que le permite establecer relaciones relevantes entre lo leído y otros conocimientos desde una perspectiva personal, académica y profesional.
CG3	RA7: Argumenta sobre la importancia de los ciclos Biogeoquímicos y sobre el alcance de las perturbaciones naturales y antropogénicas a estos, discutiendo de manera respetuosa, razonada y razonable, sin denostar posiciones divergentes expresadas por sus pares.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA2, RA6	Procesos y reacciones biogeoquímicas en el Sistema Tierra	6 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Origen de la Tierra: Origen de elementos en la litósfera, atmósfera y los océanos. Origen la Vida: Evolución de los procesos metabólicos. 1.2. Atmósfera: Estructura y Circulación; Composición química; Reacciones biogeoquímicas en la tropósfera. 1.3. Hidrósfera: Ciclo hidrológico; Química de las aguas superficiales. 1.4. Litósfera: Meteorización de las rocas; Formación de minerales secundarios; Formación de suelos; Reacciones químicas en el suelo; Tasas de meteorización. 1.5. Biósfera: Fotosíntesis y respiración; Productividad Primaria Terrestre; Procesos de reciclaje de nutrientes en suelos, plantas y microorganismos terrestres. 1.6. Océanos: Patrones globales circulación; Composición química y		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Utiliza conceptos básicos sobre la formación de la Tierra para explicar la serie de eventos que dan origen de la vida en el planeta. Describe la composición química de los reservorios superficiales de la Tierra considerando las reacciones químicas, procesos físicos y biológicos asociados a cada atmósfera, hidrósfera, litósfera, océanos y biósfera. Interpreta las condiciones bioquímicas necesarias para la ocurrencia de procesos metabólicos en organismos primitivos y avanzados. Lee en inglés artículos científicos y textos de estudio para extraer conceptos de biogeoquímica, utilizando lo aprendido en un nuevo contexto de aplicación. Utiliza conceptos de química básica y termodinámica clásica para evaluar la composición química de los reservorios terrestres y sus procesos. 	

<p>alcalinidad de los océanos; Productividad Primaria en el océano; Reacciones metabólicas anaeróbicas; Diagénesis de sedimentos; Bomba biológica del océano; Ciclos de azufre y micronutrientes en el océano.</p>	
Bibliografía de la unidad	[1], [3], [6], [7]

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA3, RA4, RA5, RA6	Ciclos Biogeoquímicos Globales	6 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2.1. Estado estacionario y no estacionario. Modelos de reservorios.</p> <p>2.2. Ciclo Global del Carbono: Ciclo del carbono moderno; Ciclo del carbono geológico; Perturbaciones al ciclo del carbono; uso de los isótopos de C en el ciclo del carbono.</p> <p>2.3. Ciclo Global del Nitrógeno: Ciclo terrestre del N; Ciclo marino del N; Perturbaciones globales al ciclo del N.</p> <p>2.4. Ciclo Global del Fósforo: Limitaciones al ciclo del fósforo.</p> <p>2.5. Ciclo Global del Azufre: El azufre en la atmósfera de la Tierra primitiva, isótopos de azufre.</p> <p>2.6. Ciclo Global del Silicio: Sílice biogénico y abiótico; uso de trazadores del silicio como razones Ge/Si e isótopos de silicio.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analiza las diferentes etapas de los ciclos biogeoquímicos del C, N, P, S y Si a partir de datos asociados a cada uno, considerando la importancia para la naturaleza y la sociedad. 2. Cuantifica el tamaño de los reservorios, a partir de la resolución de ecuaciones termodinámicas y de balance de masas. 3. Resuelve analítica o numéricamente ecuaciones que representan los conceptos de estado estacionario y no estacionarios de manera conceptual, incorporando trazadores ecológicos y biogeoquímicos para la interpretación de los ciclos de los elementos. 4. Analiza y evalúa analítica y numéricamente el efecto de perturbaciones naturales y antropogénicas en la variabilidad temporal de los ciclos biogeoquímicos que alteran el tamaño de los flujos entre los reservorios terrestres a lo largo de la historia de la Tierra. 5. Lee de manera comprensiva en inglés textos y artículos sobre conceptos de biogeoquímica, aplicándolos a casos de estudios. 6. Expone de forma sintética, clara, precisa y coherente, sobre los ciclos biogeoquímicos, realizando un análisis que considera conjuntos de datos, modelos conceptuales y matemáticos. 	
Bibliografía de la unidad		[1], [4], [5]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA4, RA5, RA6, RA7	Biogeoquímica del Cambio Global	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>3.1. Cambios Globales y ciclos biogeoquímicos: Aumento del CO₂ atmosférico; Patrones de sedimentación atmosférica; Lluvia ácida; Snowball y Greenhouse Earth; Deadzones; Acidificación de los océanos.</p> <p>3.2. Cambios de uso de suelos y ciclos biogeoquímicos: Cultivos forestales; pastizales y cultivos agrícolas.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Compara y evalúa de manera crítica las perturbaciones a los ciclos biogeoquímicos, considerando su impacto en procesos de Cambio Global. 2. Calcula a partir de modelos analíticos y numéricos el impacto de las perturbaciones en el tamaño de reservorio y/o de los flujos en los ciclos biogeoquímicos. 3. Comunica oralmente resultados de las ecuaciones, considerando condiciones de borde, parámetros y suposiciones sobre modelos globales de los ciclos biogeoquímicos. 4. Argumenta con sus pares sobre el alcance de las perturbaciones naturales y antropogénicas a los ciclos biogeoquímico, de manera razonada, razonable y respetuosa, sin denostar ideas divergentes. 5. Lee de manera comprensiva en inglés textos sobre conceptos de biogeoquímica, aplicándolos a ejemplos. 	
Bibliografía de la unidad		[1], [2], [4], [8]	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso se estructura en base a distintas metodologías de enseñanza y aprendizaje, entre las que se pueden mencionar:

- Clases expositivas con participación de los alumnos mediante actividades en aula.
- Clases de aula invertida basadas en presentaciones y análisis de casos por parte de los alumnos
- Trabajo práctico individual (tareas y ejercicios).

F. Estrategias de evaluación:

Las instancias de evaluación que se contemplan son:

Tipo de evaluación	Resultado de aprendizaje asociado a la evaluación
<ul style="list-style-type: none"> Tareas basadas en ejercicios teóricos y prácticos en los que se usan ecuaciones termodinámicas, ecuaciones diferenciales de balance de masa. 	Evalúa RA3, RA4
<ul style="list-style-type: none"> Presentaciones orales Discusiones guiadas 	Evalúa RA1, RA2, RA5, RA6, RA7

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía principal:

- Schlesinger WH & Bernhardt ES (2013). Biogeochemistry: An Analysis of Global Change, 3rd Ed. Elsevier Academic Press. 688 pp.
- Likens GE (2013). Biogeochemistry of a Forested Ecosystem, 3rd Ed. Springer. 229 pp.
- Fry B (2006). Stable Isotope Ecology. Springer. 320 pp.
- Chapin S, Matson P, Vitousek P (2012). Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology, 2nd Ed. Springer.
- Albarède F (2003). Geochemistry. An introduction. Cambridge University Press. 248 pp.
- Drever JI (1997). The geochemistry of natural waters: surface and groundwater environments. 3rd Ed. Pearson. 436 pp.
- Amundson R (2021). Introduction to the Biogeochemistry of Soils. Cambridge University Press. 230 pp.
- Wymore AS, Yang WH, Silver WL, McDowell WH, Chorover J Eds (2022). Biogeochemistry of the Critical Zone. Springer. 211 pp.

Bibliografía adicional:

- Kump L, Kasting J, Crane R (2009). Earth System, 3rd Ed. Pearson. 432 pp.
- Lenton T (2016). Earth System Science A Very Short Introduction, Oxford University Press. 144 pp.
- White WM (2013). Geochemistry. Wiley-Blackwell. 660 pp.
- White WM (2015). Isotope Geochemistry. Wiley-Blackwell. 496 pp.
- Langmuir CH, Broecker W (2012). How to build a habitable planet. Princeton University Press. 736 pp.
- Middelburg JJ (2019). Marine Carbon Biogeochemistry: A Primer for Earth System Scientists. Springer. 181 pp.
- Sparks DL (2002). Environmental Soil Chemistry, 2nd Ed. Elsevier Academic Press. 368 pp.
- Jenny H (1941). Factors of Soil Formation: A System of Quantitative Pedology. Dover Publications. 320 pp.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2022
Elaborado por:	Alida Pérez
Validado por:	Validación académica: Martin Reich Validación CTD de Geología
Revisado por:	Área de Gestión Curricular