



*Universidad Nacional de Tucumán*

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INSTITUTO MIGUEL LILLO

Departamento de Geología

## **Carrera de Geología**

**Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo**

**Universidad Nacional de Tucumán**

## **Programa Analítico**

**Asignatura Electiva N° 5:** *Hidrogeoquímica de Sistemas Naturales*

**Curso:** Quinto año

**Cuatrimestre:** Segundo

**Profesor Responsable:** César Augusto Moreno

**Año:** 2021

**EQUIPO DE CATEDRA:**

*César Augusto MORENO*

*Profesor Adjunto (a cargo)*

*p/Extensión*

*Dulce Nepullén VELÁZQUEZ*

*Aux. Docente Graduado*

*p/Extensión*



*Universidad Nacional de Tucumán*

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INSTITUTO MIGUEL LILLO

Departamento de Geología

### **Contenidos Mínimos**

El Agua: Origen y Propiedades Generales. Reacciones de equilibrio en medio acuoso. Sedimentos. Materia orgánica en aguas naturales. Microbiología de aguas. Aguas Naturales: Composición y Características más importantes. Contaminación del agua. Técnicas generales de muestreo de aguas y medición de parámetros físico-químicos. Aseguramiento y control de la calidad del muestreo y de los análisis químicos. Interpretación de datos químicos.

**Carga horaria Total:** 60 horas.

### **Fundamentación de la materia dentro del plan de estudios**

Hidroggeoquímica de Sistemas Naturales es una de las asignaturas electivas que ha sido planteada en base a las necesidades medio-ambientales actuales relacionadas al comportamiento de las especies químicas en los sistemas acuosos naturales. Los mismos proveen una descripción de los fenómenos fisicoquímicos en los cuerpos de agua de la naturaleza, y de las novedades que aparecen al intentar comprender el funcionamiento de grandes sistemas naturales. Contiene una serie de temas destinados a describir los fundamentos de la química de las soluciones acuosas y de descripción de los ciclos de los elementos en función de la participación que en ellos tiene el agua, como cinta transportadora de la naturaleza terrestre.

### **Objetivos**

- Establecer las bases conceptuales de los procesos fisicoquímicos que gobiernan la interacción agua-atmósfera-sedimentos.
- Caracterizar la composición química natural de las aguas y su evolución espacial y temporal.
- Estudiar la calidad de las aguas, mediante el conocimiento de las fuentes y mecanismos de incorporación de sus diversos constituyentes y analizar el comportamiento de contaminantes provenientes de fuentes naturales y antrópicas.
- Interpretar hidroggeoquímicamente los resultados de análisis químicos.

### **Articulación Horizontal y Vertical con otras materias**

#### **Articulación Horizontal**

Hidroggeoquímica de Sistemas Naturales estudia fenómenos de los cuerpos de agua y su interacción con la atmósfera y sedimentos, por lo tanto, se articula con Geología de Recursos Energéticos y Geología Ambiental.



*Universidad Nacional de Tucumán*

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INSTITUTO MIGUEL LILLO

Departamento de Geología

## **Articulación Vertical**

Hidrogeoquímica de Sistemas Naturales es transversal a varias asignaturas la carrera de Geología, donde sus conocimientos son utilizados en la explicación de diversos procesos que tienen lugar en los sistemas acuáticos naturales tales como Química, Física, Matemática, Introducción a la Geología, Mineralogía I y II, Geología Sedimentaria, Petrología, Pedología, Geoquímica, Yacimientos Minerales y Geología de Recursos Hídricos.

## **Contenidos de la Asignatura**

### **Programa teórico-práctico:**

#### **I. El Agua: Origen y Propiedades Generales.**

Origen del agua. Distribución y abundancia del agua en la corteza terrestre. Propiedades físico-químicas del agua.

#### **II. Reacciones de equilibrio en medio acuoso.**

Equilibrio ácido-base. Reacciones de disolución, precipitación y adsorción. Reacciones de complejación. Equilibrio redox. Aplicaciones en sistemas naturales.

#### **III. Sedimentos.**

Meteorización mecánica y química: Procesos. Parámetros que controlan la movilidad de las especies químicas en la meteorización y sedimentación (Estabilidad Mineral, Potencial Iónico, pH, Eh, Fenómenos de Fijación, Materia Orgánica). Clasificación geoquímica y asociación de elementos. Composición química de sedimentos.

#### **IV. Materia orgánica en aguas naturales.**

Clasificación. Parámetros de evaluación. Sustancias húmicas.

#### **V. Microbiología de aguas.**

Conceptos básicos. Microorganismos presentes en aguas naturales. Bacterias indicadoras de contaminación.

#### **VI. Aguas Naturales: Composición y Características más importantes.**

Ciclo Hidrológico. Composición de las aguas: agua de mar, de lluvia, de ríos y arroyos y aguas subterráneas.

#### **VII. Contaminación del agua**

Concepto de contaminación. Principales contaminantes en el agua (orgánicos e inorgánicos). Ingreso de contaminantes en el ecosistema acuático. Drenaje ácido de roca (DAR) y drenaje ácido de Minas (DAM). Efectos de los contaminantes sobre el ambiente. Calidad de agua para distintos usos (según normas).



## *Universidad Nacional de Tucumán*

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INSTITUTO MIGUEL LILLO  
Departamento de Geología

### **VIII. Técnicas generales de muestreo de aguas y medición de parámetros físico-químicos.**

Tipos de muestreos, muestra representativa, preparación de la muestra para el análisis, transporte, almacenamiento y conservación de muestras. Fundamentos de técnicas instrumentales y volumétricas de medición de parámetros físico-químicos: pH, Conductividad eléctrica, potencial RedOx, oxígeno disuelto, turbidez y alcalinidad.

### **IX. Aseguramiento de la calidad.**

Aseguramiento y control de la calidad en el muestreo según normas. Control de calidad de datos químicos.

### **X. Interpretación de datos químicos.**

Construcción de distintos tipos de diagramas hidroquímicos. Análisis estadístico. Clasificación de las aguas e interpretación de los resultados en base a los procesos en la interfaz agua/sedimento/atmósfera.

### **Programa de Trabajos Prácticos**

#### ***Actividades de Gabinete***

**Práctico N° 1:** Equilibrio químico.

**Práctico N° 2:** Control de calidad de datos químicos

**Práctico N° 3:** Interpretación de datos químicos

**Práctico N° 4:** Modelado hidrogeoquímico. Aplicación de softwares.

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

**Lugar.** Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo.

**Laboratorio N° 1:** Ensayos de equilibrio químico. Movilidad de las especies químicas

**Laboratorio N° 2:** Determinación de Materia Orgánica

**Laboratorio N° 3:** Determinación de iones mayoritarios y minoritarios por cromatografía iónica.

**Laboratorio N° 3:** Determinación de metales pesados por Espectrofotometría de Absorción Atómica.

#### ***Actividades de Campo***

**Lugar.** Mina Capillitas, Departamento de Belén, provincia de Catamarca.

Toma de muestras de aguas superficiales determinando las coordenadas geográficas del punto de muestreo con GPS. Determinaciones *in situ* de pH,



## Universidad Nacional de Tucumán

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INSTITUTO MIGUEL LILLO  
Departamento de Geología

temperatura, conductividad eléctrica, turbidez, alcalinidad, oxígeno disuelto, y potencial redox mediante métodos instrumentales y/o volumétricos. Recolección y conservación de muestras para completar el análisis químico en el laboratorio.

### Distribución de la Carga Horaria

| ACTIVIDAD                        | HORAS     |
|----------------------------------|-----------|
| CLASES TEÓRICAS-PRÁCTICAS        | 20        |
| FORMACIÓN PRÁCTICA               |           |
| • Práctica de gabinete           | 6         |
| • Práctica de Laboratorio        | 14        |
| • Viaje de Campo                 | 20        |
| <b>TOTAL DE LA CARGA HORARIA</b> | <b>60</b> |

### Método de Enseñanza

**Clases Teóricas-Prácticas.** Se desarrollan en forma magistral con medios audiovisuales, incentivando la participación y el espíritu crítico de los estudiantes a través de cuestiones concretas relacionadas con la asignatura.

**Prácticos de gabinete.** Incluyen la resolución de problemas y cuestiones relacionadas a conceptos teóricos y de laboratorio. Se dictan simultáneamente con las clases teóricas.

**Experiencias de Laboratorio.** Actividades que le permiten al alumno poner en práctica las habilidades y verificar los conceptos desarrollados en las clases teórico-prácticas, modificando situaciones que permitan su comprobación. Se dictan simultáneamente con las clases teóricas.

**Trabajos de campo.** Aplicar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos frente a situaciones naturales.

### Evaluación

El sistema de Evaluación de la materia incluye.

- Concepto sobre el desempeño del alumno en todas las actividades desarrolladas durante el cursado de la asignatura.
- Trabajo Monográfico Final, donde los alumnos aplican todos los conocimientos adquiridos, ante una problemática real.

### Régimen de Aprobación

- Asistencia obligatoria al 80% de las clases teóricas-prácticas y prácticas.



## Universidad Nacional de Tucumán

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INSTITUTO MIGUEL LILLO  
Departamento de Geología

- La aprobación de la actividad de campo es obligatoria.
- La aprobación de la asignatura se realiza mediante un Trabajo Monográfico Final, grupal o individual, el cual deberá ser defendido en modalidad oral.

### **Bibliografía Básica**

- APHA. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 23<sup>th</sup> Edition. American Public Health Association: New York. (★)(◆)
- Appelo, C. A. J. & Postma, D. (2004). *Geochemistry, groundwater and pollution*. CRC Press. (★)
- Blesa M. A., Apella M.C., Dos Santos Alfonso M. (2012). *Agua y Ambiente: Un Enfoque desde la Química*. Libro de Texto Universitario. EUDEBA: Bs. As. (★)(◆)
- Drever, J. (1988). *The Geochemistry of Natural Waters*. 2<sup>nd</sup> Ed. Prentice Hall. (★)
- IRAM 29012-1 (2002): Calidad ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Parte 1. "Directivas generales para el diseño de programas de muestreo". (★)
- IRAM 29012-14 (2003): Calidad ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Parte 14. "Directivas sobre aseguramiento de la calidad del muestreo y manipulación de agua". (★)
- IRAM 29012-2 (1996): Calidad del medio ambiente. Agua. Muestreo. "Directivas generales sobre técnicas". (★)
- IRAM 29012-3 (1998): Calidad ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Parte 3. "Guía para la preservación y manipulación de las muestras". (★)
- Rodier, J.; Legube, B.; Merlet, N. (2010). *Análisis del agua*. Ed. Omega: Barcelona. ISBN 978-84-282-1530-5. (★)(◆)
- US.EPA. (2009). *Quality Assurance/Quality Control. Evaluation of Analytical Data*. (★)
- W. Stumm & J. Morgan. (1996). *Aquatic Chemistry*. 3<sup>era</sup> Ed. Wiley-Interscience. (★)
- White, W. M. (2020). *Geochemistry*, 2<sup>nd</sup> Ed. Wiley-Blackwell. (★)

### **Bibliografía Complementaria**

- Apella M.C., Araujo P. En Blesa M.A., Blanco Galvez J. (2005). *Microbiología de Aguas. Conceptos Básicos*. Tecnologías Solares para la Desinfección y Descontaminación del Agua, 293 pp., Editorial Escuela de Posgrado UNSAM, Bs. As., Cap. 2, 27-44. (★)(◆)
- Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. (1994). Williams and Wilkins: Baltimore.
- Ehrlich, H. L. (1996). *Geomicrobiology*. Marcel Dekker: New York. (★)
- M.T. Madigan, J.M. Martinko, Parker J. Broca. (2004). *Biología de los Microorganismos*. Prentice Hall: Madrid. (★)
- Skoog, D. A. & West, D. M. (2005). *Fundamentos de Química Analítica*. Ed. Reverté. (★)(◆)



*Universidad Nacional de Tucumán*

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INSTITUTO MIGUEL LILLO  
Departamento de Geología

Walker, C. H.; Hopkin, S. P.; Sibly, R. M.; Peakall, D. B. (1996) *Principles of Ecotoxicology*.  
2<sup>nd</sup> edition. Taylor & Francis: Londres. (★)  
Wetzel, R. & Likens G. (1991). *Limnological Analyses*. 2nd ed. Springer – Verlag: New  
York. (★)  
Química. Chang, R. 2000, Ed. McGraw-Hill. (★)(◆)

(★) En cátedra.

(◆) En Biblioteca Facultad.

  
*César Augusto Moreno*