

Guía de Trabajo

Química Ambiental

Olga Kostenko De Caparó



Contenido

Presentación	5
Primera Unidad	7
Química de la atmósfera	
Semana 1: Sesión 2	
Taller 1: Conceptos básicos de química ambiental	8
Semana 2: Sesión 2	
Práctica 1: Operaciones básicas en un laboratorio. Cálculos estequiométricos y manejo de unidades	9
Semana 3: Sesión 2	
Práctica 2: Lluvia acida. Titulación acido-base. Construcción de la curva de titulación	10
Semana 4: Sesión 2	
Taller 2: Cálculos de la concentración de la contaminación atmosférica	12
Segunda Unidad	13
Química del agua	
Semana 5: Sesión 2	
Práctica 3: Determinación de los parámetros fisicoquímicos del agua	14
Semana 6: Sesión 2	
Práctica 4: Determinación de cloruros en el agua	15
Semana 7: Sesión 2	
Trabajos de investigación de los módulos 1 y 2 (Indicaciones, evaluación y presentación)	16
Semana 8: Sesión 2	
Integración de conocimientos de los módulos 1 y 2	17
Tercera Unidad Geoquímica del suelo	19
Semana 9: Sesión 2	
Práctica 5: Determinación de pH, CE y humedad del suelo	20
Semana 10: Sesión 2	
Taller 3: Comportamiento de las especies químicas en el suelo y los mecanismos de la contaminación	
Semana 11: Sesión 2	
Taller 4: Principales agentes contaminantes del suelo y sus efectos	
Semana 12: Sesión 2	
Trabajo de investigación de la asignatura. Presentación del avance.	
Cuarta Unidad	27
Toxicología ambiental	
Semana 13: Sesión 2	28
Práctica 6: Determinación de los metales en una muestra de agua y evaluación de su toxicidad	

Semana 14: Sesión 2	
Taller 5: Sustancias químicas tóxicas preocupantes para el medio ambiente	29
Semana 15: Sesión 2	
Integración de los conocimientos de la asignatura	30
Semana 16: Sesión 2	
Integración de los conocimientos de la asignatura	31
Referencias	32

Presentación

La guía de trabajo de la asignatura Química Ambiental es una herramienta muy importante porque contiene los lineamientos e indicaciones para el desarrollo de la parte práctica de la asignatura, que a su vez complementa y refuerza las sesiones teóricas de aprendizaje. Esta guía describe las actividades y los procedimientos que se realizan en las instalaciones de los laboratorios y contiene las indicaciones tanto para las prácticas, como para los talleres con la finalidad de alcanzar los resultados de aprendizaje de la asignatura.

Al finalizar la asignatura, el estudiante será capaz de explicar los componentes del ambiente y los problemas ambientales con enfoque químico.

Primera unidad se centra en química de la atmosfera y los cálculos de la concentración de los contaminantes. En la segunda unidad se relaciona la estructura del agua y sus propiedades con los mecanismos de contaminación, se conocen los principales contaminantes del agua y los métodos de su eliminación. La tercera unidad abarca la Geoquímica del suelo, donde se analiza el transporte y el destino de los contaminantes en el suelo, así como el comportamiento de las especies químicas en el suelo, los mecanismos y los efectos de la contaminación. En la cuarta unidad se fundamentan los posibles riesgos y estrategias básicas de protección de los diferentes componentes del ambiente, identificando las sustancias tóxicas.

Es sumamente importante que los estudiantes lean la guía con anticipación. Las consultas permanentes y el acompañamiento del docente serán de vital importancia para el logro de los objetivos de la asignatura.

Primera **Unidad**

Química de la atmosfera

Semana 1: Sesión 2

Taller 1: Conceptos básicos de química ambiental

Sección: Fecha: / / Duración: 120 minutos

Docente: Unidad: 1

Nombres y apellidos:

Instrucciones

Taller se realiza en forma grupal. Cada grupo realiza actividad propuesta en taller: busca información, responde las preguntas y expone su trabajo. Actividad realizada es evaluada, es obligatorio subir su trabajo grupal al aula virtual.

I. Propósito: Al finalizar la sesión, el estudiante aplica los conceptos básicos de química ambiental

II. Descripción de la actividad por realizar

1. Los estudiantes relacionan los problemas ambientales con las actividades humanas e identifican las especies químicas contaminantes.

Nota: cada estudiante escoge una actividad de la lista propuesta.

2. Escoge una actividad de la lista a continuación.
3. Piensa, cómo contamina esta actividad humana (emite gases contaminantes, contamina el agua de un río a lago, genera las aguas residuales, etc.)
4. Responde: ¿Qué impacto tiene al medio ambiente?
5. Identifica las especies químicas involucradas (busca información y discute con tu grupo).
6. Completa el cuadro. (Ver ejemplo)
7. Cada grupo presenta su expone su trabajo.

Actividad humana	Cómo contamina	Impacto ambiental	Especies químicas contaminantes
Ejemplo: Transporte de pasajeros (urbano)	Con emisiones de gases	Contaminación de aire, smog, enfermedades respiratorias	Gases CO ₂ , CO, NO ₂

Las actividades propuestas: elaboración de pan en un horno a leña, quema de pastizales, lavado de ropa con detergente, lavado de ropa con suavizante de tella, elaboración de productos lácteos, pintado con pintura en aerosol, quema de incienso en un ambiente cerrado, disposición de aceite de cocina en el lavadero, uso de sartén u ollas de teflón, eliminación de pilas sin separarlas.

Semana 4: Sesión 2

Taller 2: Cálculos de la concentración de la contaminación atmosférica

Sección: Fecha:/...../..... Duración: 120 minutos

Docente: Unidad: 1

Nombres y apellidos:

Instrucciones

Taller se realiza en forma grupal. Cada grupo realiza actividad propuesta en taller: hacer cálculos, responder las preguntas y exponer su trabajo. Actividad realizada es evaluada, es obligatorio subir su trabajo grupal al aula virtual.

I. Propósito: Al finalizar la sesión, el estudiante calcula la concentración de la contaminación atmosférica correctamente.

II. Descripción de la actividad por realizar

El aire, un conjunto de gases, es indispensable para la existencia y desarrollo de la vida en nuestro planeta, ya que es el recurso natural que tiene mayor intercambio con la biosfera. Los seres vivos somos dependientes de la composición del aire y no podemos resistir más que unos pocos minutos sin respirar. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS): «Existe contaminación del aire cuando en su composición aparecen una o varias sustancias extrañas, en determinadas cantidades y durante determinados periodos de tiempo, que pueden resultar nocivas para el ser humano, los animales, las plantas o las tierras, así como perturbar el bienestar o el uso de los bienes.»

La composición química del aire se mantiene prácticamente constante debido a los procesos biogeoquímicos y a las transformaciones cíclicas en los que se integran sus componentes: los ciclos biogeoquímicos del carbono, nitrógeno, oxígeno y azufre especialmente. Estos ciclos se autorregulan mediante diferentes mecanismos, pero las actividades humanas los aceleran, rompen su equilibrio y movilizan las reservas, ocasionando la presencia en la atmósfera de los contaminantes del aire.

Contaminación del aire se expresa en términos de volumen como **cm³/m³, mm³/m³, ppm (partes por millón) o ppb** (partes por billón). Por ejemplo, la concentración de un contaminante gaseoso en partes por millón (ppm) es el volumen de contaminante por millón de volúmenes de mezcla de aire:

$$1ppmv = \frac{1 \text{ volumen de contaminante gaseoso}}{1000000 \text{ volúmenes de aire}}$$

$$1ppmv = \frac{1 \text{ mol de contaminante}}{1000000 \text{ moles de aire}}$$

Para recordar que esta fracción está basada en el volumen, es común agregar una «v» a ppm y poner ppmv.

A veces, las concentraciones se expresan como la masa por unidad de volumen (**kg/m³ o mg/m³**). La relación entre ppmv y mg/m³ depende de la presión, la temperatura, y la masa molecular del contaminante.

Según de Ley de gases ideales: **PV= nRT**

Donde P= presión (atm)

V= volumen (m³)

n= número de moles (mol)

R= constante de los gases ideales = **0,082056 L x atm x K.⁻¹ x mol⁻¹**

T= Temperatura absoluta (K)

K= T°C+ 273,15

Ejemplo 1: Volumen de un gas ideal

Calcule el volumen que ocuparía 1 mol de gas ideal a temperatura y presión estándares (STP): 1 atmósfera de presión y 0 °C de temperatura.

Solución:

$$v = \frac{1 \text{ mol} \times 0,082056 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \times 273,15 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 22,414 \text{ L}$$

Conversión de ppmv a mg/m³ para las condiciones de 0°C y 1 atm

$$\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} = \frac{\text{ppmv} \times \text{Masa molar}}{24,414}$$

Conversión de ppmv a mg/m³ para las condiciones de 25°C y 1 atm:

$$\frac{\text{mg}}{\text{m}^3} = \frac{\text{ppmv} \times \text{Masa molar}}{24,465}$$

Ejemplo 2: Expresar la concentración de CO de 9 ppmv en mg/m³ a condiciones de 1 atm y 25 °C.

Solución:

$$\frac{mg}{m^3} = \frac{9,0 \times 28}{24,265} = 10,3$$

Respuesta: 10,3 mg/m³

Calcular:

- ¿Qué volumen ocuparía 1 mol de aire en las siguientes condiciones?
 - 1) Temperatura 25°C y presión 1 atm
 - 2) Temperatura 32°C y presión 0,95 atm
 - 3) Temperatura 25°C y presión 1 atm
 - 4) Temperatura 10 °C y presión 0,82 atm
- Expresar las siguientes concentraciones volumétricas en µg/m³:
 - 1) 60 ppm_v SO₂
 - 2) 60 ppb_v O₃
 - 3) 1 ppm_v Benceno
- Si la concentración de ozono (O₃) en el aire es de 0,08 ppm_v.
 - 1) Expresar este valor en kg/m³ a 1 atm de presión y 25 °C.
 - 2) Calcular la concentración de ozono equivalente a una presión de 0,82 atm y una temperatura de 15 °C.
- Los gases de escape de un automóvil contienen 1% en volumen de monóxido de carbono. Expresar esta concentración en mg/m³ a 25°C y 1 atm.
- Supongamos que la concentración promedio de SO₂, medida a 25 °C y 1 atm, es de 400 µg/m³
¿Excederá el estándar de calidad (24 h) de 0,14 ppm?

Segunda **Unidad**

Química del agua

Semana 7: Sesión 2

Exposición de los trabajos de los módulos 1 y 2

Sección: Fecha: .../.../..... Duración: 120 minutos

Docente: Unidad: 1 y 2

Nombres y apellidos:

Instrucciones

I. Al finalizar la sesión, el estudiante realiza y expone un trabajo de investigación sobre contaminación del aire o del agua.

II. **Propósito:** explicar los mecanismos de contaminación y las reacciones correspondientes al aire y agua, proponiendo los métodos de eliminación de los principales contaminantes de aguas naturales y residuales.

III. Descripción de la actividad por realizar

1. Los estudiantes realizan la búsqueda de información (utilizando las publicaciones científicas de los últimos 5 años) sobre el tema asignado.
2. Organizan la información según el formato indicado.
3. Presentan un trabajo grupal sobre la problemática ambiental investigada.
4. Indicar la bibliografía consultada.
5. Es obligatorio subir su trabajo al aula virtual.

Tercera **Unidad**

Geoquímica del suelo

Semana 10: Sesión 2

Taller 3: Comportamiento de las especies químicas en el suelo y los mecanismos de la contaminación

Sección: Fecha: .../...../..... Duración: 120 minutos

Docente: Unidad: 3

Nombres y apellidos:

Instrucciones

Taller se realiza en forma grupal. Cada grupo realiza actividad propuesta en taller: busca información, responde las preguntas y expone su trabajo. Actividad realizada es evaluada, es obligatorio subir su trabajo grupal al aula virtual.

I. Propósito: Al finalizar la sesión, el estudiante identificarlas especies químicas en el suelo, prediciendo su comportamiento.

II. Descripción de la actividad por realizar

1. Leer el capítulo 6 "Química Ambiental de la geosfera" p. 253 del libro: Introducción a la Química ambiental de S. Manahan (2007). (Ver bibliografía).
2. Presentar ejemplos de los siguientes procesos en el suelo como mecanismos de reducción de los contaminantes.
 - a) Oxidación – reducción
 - b) Precipitación
 - c) Hidrolisis
 - d) Reacciones acido-base
 - e) Adsorción
 - f) Degradación bioquímica
3. Exponer su trabajo grupal.

Semana 11: Sesión 2

Taller 4: Principales agentes contaminantes del suelo y sus efectos

Sección: Fecha: .../...../..... Duración: 120 minutos

Docente: Unidad: 3

Nombres y apellidos:

Instrucciones

Taller se realiza en forma grupal. Cada grupo realiza actividad propuesta en taller: busca información, responde las preguntas y prepara las exposiciones. Se presenta un informe de la actividad realizada, es evaluado y es obligatorio subir su trabajo grupal al aula virtual.

I. Propósito

Al finalizar la sesión, el estudiante clasifica los agentes contaminantes del suelo, explicando los efectos de la contaminación al medio ambiente.

II. Descripción de la actividad por realizar

1. Averigua la composición química de los lixiviados de un botadero.
2. Identifica las especies químicas presentes y nómbralas.
3. Detalla el efecto de cada una de las especies al suelo y al medio ambiente.
4. Cada grupo expone su trabajo, participación de cada estudiante es obligatoria.

Cuarta **Unidad**

Toxicología ambiental

Semana 14: Sesión 2

Taller 5: Sustancias químicas tóxicas preocupantes para el medio ambiente

Sección: Fecha: .../.../..... Duración: 120 minutos

Docente: Unidad: 4

Nombres y apellidos:

Instrucciones

El taller se realiza en forma grupal. Cada grupo realiza la actividad propuesta

Busca información, responde las preguntas y prepara las exposiciones. Se presenta un informe de la actividad realizada, es evaluado y es obligatorio subir su trabajo grupal al aula virtual.

I. Propósito

Identificar las sustancias tóxicas para el medio ambiente y relacionar sus efectos tóxicos con la dosis, exposición y vías de ingreso al organismo y al ambiente.

II. Descripción de la actividad por realizar

Según el Informe del Monitoreo de contaminantes en Alimentos Agropecuarios Primarios (Perú, 2021), de las 189 muestras de quinua, 57 muestras (30.16%) contenían los contaminantes químicos. Se encontraron las siguientes sustancias: chlorpyrifos, ditiocarbamatos, dimethomorph, iprodione, tebuconazole, benalaxyl, glyphosate, acetamiprid, carbendazim, chlorantraniliprole, clothianidin, cyhalotrin, cymoxanil, cypermethrin, difenoconazole, linuron, phosalone, propamocarb, pyraclostrobin, pyrimethanil, thiamethoxam y thiophanate methyl.

En las muestras de zapallo fueron encontrados: etoxazole, imazalil, omethoate, orthophenylphenol, procymidone, thiamethoxam, benalaxyl y methamidophos.

1. Cada estudiante escoge una sustancia contaminante (docente puede asignar a cada uno una sustancia).
2. Averigua (busca las fichas toxicológicas):
 - a) La fórmula química de la sustancia tóxica.
 - b) ¿Cómo llega la sustancia a las muestras de quinua o zapallo? (Especificar su transporte y destino).
 - c) DL50
 - d) Vía de exposición
 - e) Efectos tóxicos
 - f) Métodos de protección
3. Cada grupo formula sus conclusiones del grupo.
4. Los estudiantes exponen sus trabajos grupales.

Referencias

Baird, C. y Cann, M. (2014). *Química ambiental*. (2.ª ed.). Reverté. <https://bit.ly/3Jofjja>

Cabildo, M., Cornago, P., Escolástico, C., Esteban, S. López, C., y Sanz, D. (2011). *Bases químicas del medio ambiente*. (2.ª ed.). UNED.

Manahan, S. (2007). *Introducción a la química ambiental*. Reverté.

Recursos digitales

Elsevier. (2023). *ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/>

Elsevier. (2023). *Elsevier*. <https://www.elsevier.com/es-es>

EPA. (2023). *Agencia de protección ambiental de Estados Unidos*. <https://espanol.epa.gov/>

Naturaleza Springer. (2023). *Nature*. <https://www.nature.com/>

SENASA. (2021). *Informe del monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en alimentos agropecuarios primarios y piensos*. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3048004/INFORME_21_VF.pdf.pdf?v=1651174473