

Implementación de las prácticas de Química Inorgánica en la nueva Licenciatura en Ingeniería Ambiental de la FI UNAM

Pérez León Antonia del Carmen*, Bárcenas Escobar Martín

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Ciencias Básicas. Av. Universidad No. 3000, Coyoacán, Ciudad de México. C. P. 04510. México.

*Autor para correspondencia: pela72@yahoo.com.mx

Recibido:
28/junio/2022

Aceptado:
24/noviembre/2022

Palabras clave:
Prácticas
laboratorio
Ingeniería Ambiental

Keywords:
Practices
laboratory
Engineering environmental

RESUMEN

El 15 de agosto de 2018 el Consejo Universitario de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) aprobó la licenciatura en Ingeniería Ambiental, la cual se impartirá en la Facultad de Ingeniería a partir del semestre 2020-1, con el objetivo de formar profesionales de alto nivel, capaces de planear, diseñar, ejecutar y operar infraestructura relacionada con el medio ambiente. La asignatura de Química Inorgánica, por su aportación al perfil profesional, debe impartirse en el segundo semestre de la carrera, además soporta a las asignaturas posteriores de Fisicoquímica para Ingeniería Ambiental y Química Orgánica. Por lo anterior, fue necesario establecer un grupo colegiado de profesores para realizar el proceso de Diseño, Desarrollo, Verificación y Validación de las prácticas correspondientes de química inorgánica. De igual forma, se realizaron cursos de capacitación docente, para que el personal docente, conociera y realizara las prácticas antes de implementarlas en el semestre 2021-1.

ABSTRACT

On August 15, 2018, the University Council of the National Autonomous University of Mexico (UNAM) approved the degree in Environmental Engineering, which will be taught in the Faculty of Engineering from semester 2020-1, with the aim of training professionals in high level, capable of planning, designing, executing, and operating infrastructure related to the environment. The subject of Inorganic Chemistry, due to its contribution to the professional profile, must be taught in the second semester of the degree, it also supports the subsequent subjects of Physical Chemistry for Environmental Engineering and Organic Chemistry. Due to the above, it was necessary to establish a collegiate group of professors to carry out the process of Design, Development, Verification and Validation of the corresponding practices of inorganic chemistry. Similarly, teacher training courses were held, so that the teaching staff knew and carried out the practices before implementing them in the 2021-1 semester.

Introducción

En 2018 el Consejo Universitario de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) aprobó la licenciatura en Ingeniería Ambiental, la cual se impartirá en la Facultad de Ingeniería a partir del semestre 2020-1, con el propósito de aplicar los métodos de la ingeniería para la protección de la salud pública y del ambiente.

La asignatura de Química Inorgánica, por su aportación al perfil profesional, debe impartirse en el segundo semestre de la carrera en la División de Ciencias Básicas (DCB), cuando el estudiante ya ha cursado algunas asignaturas de Matemáticas y Física, necesarias para conocer y entender los fenómenos y principios analizados en esta asignatura, ya que son las bases de los principios y teorías en la mayoría de las asignaturas y definen la estructura del lenguaje ingenieril.

Además, soporta a las asignaturas posteriores de Físicoquímica para Ingeniería Ambiental y Química Orgánica; promoviendo en el estudiante la habilidad del trabajo en el laboratorio.

En la División de Ciencias Básicas, que da servicio a todas las carreras de la Facultad, opera el laboratorio de Química, el cual se encuentra certificado bajo la norma ISO 9001:2015.

Es por ello, que a partir del semestre 2020-1, se comenzó a trabajar con los miembros del grupo colegiado para el Diseño y Desarrollo de las prácticas de laboratorio de Química Orgánica (modalidad presencial), el cual se implementó en el semestre 2020-2, quedando inconcluso el trabajo, esto debido a la pandemia del COVID-19.

Sin embargo, durante el intersemestre 2020-2, el grupo colegiado se dio a la tarea de trabajar en un nuevo manual de prácticas para el laboratorio de Química Inorgánica en su modalidad a distancia, con el fin de implementarlo en el semestre 2021-1. En el semestre 2022-1 se finalizó el manual de prácticas modalidad presencial, para implementarlo en el semestre 2022-2, con el fin de verificarlo y validarlo con los profesores y alumnos.

Desarrollo

El procedimiento de Diseño y Desarrollo de prácticas (PRDO-10) de forma presencial o a distancia, se lleva a cabo desde la designación de miembros para formar un grupo colegiado para la asignatura, con la función de revisar, verificar y validar las prácticas propuestas para el manual, hasta el análisis de la información generada por la validación de los profesores que la imparten y de alumnos que llevan dicha asignatura.

Para diseñar las prácticas que contendría el manual de prácticas del Laboratorio de Química Inorgánica, se comenzó por la revisión del Programa de Estudio de la asignatura (Figura 1),

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE INGENIERÍA		PROGRAMA DE ESTUDIO	
QUÍMICA INORGÁNICA		2	10
Asignatura		Clave	Semestre
CIENCIAS BÁSICAS		COORDINACIÓN DE FÍSICA Y QUÍMICA	
División		INGENIERÍA AMBIENTAL	
Departamento		Licenciatura	
Asignatura:	Horas/semana:	Horas/semestre:	
Obligatoria <input checked="" type="checkbox"/>	Teóricas <input type="text" value="4.0"/>	Teóricas	<input type="text" value="64.0"/>
Optativa <input type="checkbox"/>	Prácticas <input type="text" value="2.0"/>	Prácticas	<input type="text" value="32.0"/>
	Total <input type="text" value="6.0"/>	Total	<input type="text" value="96.0"/>
Modalidad: Curso teórico-práctico			
Seriación obligatoria antecedente: Ninguna			
Seriación obligatoria consecuente: Química Orgánica, Físicoquímica para Ingeniería Ambiental			
Objetivo(s) del curso: El alumno distinguirá las propiedades físicas y químicas de las sustancias, considerando los conceptos básicos de la estructura de los átomos, iones y moléculas, así como la forma en que interactúan para producir sustancias nuevas.			
Temario			
NÚM.	NOMBRE	HORAS	
1.	Tabla periódica	4.0	
2.	Enlaces químicos	4.0	
3.	Estequiometría	8.0	
4.	Equilibrio químico	10.0	
5.	Acidez y basicidad	10.0	
6.	Termodinámica y cinética	10.0	
7.	Química Analítica	10.0	
8.	Química en los sistemas naturales	8.0	
		64.0	
	Actividades prácticas	32.0	
	Total	96.0	

Figura 1. Programa de Estudios de la asignatura de Química inorgánica.

La asignatura de Química Inorgánica juega un papel muy importante dentro del plan de estudios de la licenciatura en Ingeniería Ambiental, ya que muchos procesos de tratamiento se explican mediante procesos físicos, químicos, biológicos e indudablemente bioquímicos. Sabiendo que la Química estudia la composición, estructura y propiedades de la materia, como los cambios que ésta experimenta durante las reacciones químicas y su relación con la energía, es también empleada para procesos ingenieriles. Aunque la industria química es muchas veces asociada a los problemas ambientales, también se ha dado la búsqueda de soluciones a estos problemas y el surgimiento de conceptos como el de tecnologías limpias y desarrollo sostenible.



La asignatura de Química Inorgánica proporciona al ingeniero ambiental las bases para el análisis y comprensión de estas ideas que formarán parte de su conciencia y perfil profesional.

En función de la importancia de esta asignatura como la primera donde el estudiante utiliza métodos de análisis químico cuantitativo para obtener información de la materia y la interpretación de los resultados obtenidos, es necesario que el docente como facilitador del aprendizaje, introduzca al estudiante a los principios esenciales de los temas contemplados en el programa de la asignatura.

El temario de la asignatura se organiza en ocho temas o unidades, en donde se vio la necesidad de asignar prácticas, considerando la infraestructura, el material y equipo, con que se cuenta en el laboratorio de Química, así como, el tiempo de realización de las mismas, 2 horas cada una y distribuidas de la siguiente manera:

Tema 1. Tabla periódica. La Tabla Periódica es el marco que sirve como base a gran parte de nuestra comprensión de la Química Inorgánica. En este tema se proporciona la información básica para el estudio detallado posterior de los elementos químicos y su reactividad.

Práctica de laboratorio. Se tiene diseñada la práctica: *Determinación de la densidad de disoluciones y sólidos*. En esta práctica se busca que los alumnos adquieran la habilidad para manipular el material de laboratorio durante el manejo y preparación de sustancias. La densidad es una propiedad que muestra carácter periódico y que puede medirse con facilidad en el laboratorio para que, mediante el manejo correcto de datos y con base en los valores reportados en la literatura, se pueda identificar una sustancia.

Tema 2. Enlaces químicos. Los enlaces son muy importantes porque, conociendo los mecanismos de enlace químico, el estudiante puede comprender las interacciones de la materia al formar y separar sustancias. El enlace (iónico, covalente, metálico) es la base para que al combinar una sustancia con otra se pueda generar una nueva con características y propiedades diferentes.

Práctica de laboratorio. Se tiene diseñada la práctica: *Cristales*. En esta práctica se utiliza el sulfato de cobre, ya que es una sustancia de bajo costo y puede deshidratarse con facilidad y al interactuar con agua, permite la formación rápida de cristales con forma definida, permitiendo al alumno determinar la estructura de la celda unitaria del compuesto.

Además, esta sustancia posee una baja toxicidad por lo que puede garantizarse la seguridad de los alumnos y la generación de residuos que pueden ser reutilizados.

Tema 3. Estequiometría. La mayoría de los problemas relacionados con contaminación ambiental que enfrentamos en nuestra actividad profesional tiene un contenido importante de Física y Química. Incluso la descripción más cualitativa de problemas tales como el efecto invernadero, la disminución de la capa de ozono, la contaminación de aguas subterráneas y del aire, así como la lluvia ácida requieren la comprensión de algunos conceptos básicos de las ciencias exactas. Problemas ambientales comunes están relacionados con la descarga de sustancias al ambiente líquido o gaseoso y el impacto de dichas descargas en el medio ambiente. De igual modo, muchas soluciones a problemas ambientales pueden ser estudiadas a partir de una serie de conceptos técnicos muy simples, pero a la vez muy efectivos, tales como las leyes y cálculos estequiométricos.

Práctica de laboratorio. Se tienen diseñadas las prácticas: *Preparación y Conductividad de disoluciones, Ley de la Conservación de la Materia y Cálculo del rendimiento porcentual*. Estas prácticas están dirigidas a que los alumnos distingan y cuantifiquen las cantidades de materia que participan en distintos procesos físicos y químicos. Durante estas sesiones, se realizan distintos experimentos para que los alumnos conozcan diferentes procesos químicos e identifiquen los factores que los modifican. Estos experimentos están diseñados para realizarse con materiales y reactivos inocuos y que generan residuos en pequeñas cantidades y de fácil tratamiento para su confinamiento.

Tema 4. Equilibrio Químico. El estudiante debe comprender los aspectos teóricos del equilibrio químico, su importancia en los procesos químicos, la implicación de la condición de equilibrio, la información que puede ser obtenida de la misma. También debe ser capaz de establecer la expresión de la constante de equilibrio para diversos sistemas y estimar el valor de dicha constante en diferentes casos prácticos.

Tema 5. Acidez y basicidad. Se aborda un caso particular del equilibrio químico, que es el equilibrio ácido-base, desde los aspectos teóricos involucrados hasta los aspectos prácticos. Primero, se introduce al estudiante en la descripción y evolución de las teorías para clasificar a las sustancias como ácidos y bases. Una vez comprendidos estos aspectos fundamentales, se aborda el tema de pH, donde se enfoca al estudiante en la importancia de este parámetro, en las implicaciones químicas de su valor y la información que proporciona

sobre un sistema químico. Se le proporcionarán las herramientas para realizar los cálculos de pH y pOH.

Práctica de laboratorio. Se tiene diseñada la práctica que contempla los temas 4 y 5: *Equilibrio Químico*. El laboratorio cuenta con potenciómetros que miden distintas propiedades. En esta práctica se utilizan para la medición del pH de distintas disoluciones de ácido acético con el fin de determinar la constante de equilibrio de la disociación de dicho ácido y como éste es afectado por la adición de una sal con un ion común. Además, se efectúa una reacción química en equilibrio que involucra un cambio de color. El estado de equilibrio químico se desplaza a ambos lados del proceso por acción de la temperatura.

Tema 6. Termodinámica y cinética. Debe quedar claro que la Termodinámica es una ciencia y, quizá la herramienta más importante en la ingeniería, ya que se encarga de describir los procesos que implican cambios en temperatura, la transformación de la energía, y las relaciones entre el calor y el trabajo. La observación de la cinética química permite representar la evolución de los procesos a lo largo del tiempo y su influencia comprende desde los sistemas de producción hasta el estudio de los ecosistemas y organismos y su reacción ante estímulos del medio ambiente. La elaboración del concreto en la relación cemento-agua es otro ejemplo del estudio de la cinética, ya que la reacción es inmediata y puede acelerarse o retardarse mediante el uso de agentes externos.

Práctica de laboratorio. Se tienen diseñadas tres prácticas:

a) *Termoquímica. Entalpía de disolución.* En esta práctica se emplean los calorímetros con los que cuenta el laboratorio para que, mediante la medición de los cambios de temperatura durante un proceso químico, los alumnos puedan identificar los procesos termodinámicos involucrados en la disolución de dos compuestos iónicos. De manera adicional, las sustancias utilizadas poseen una baja toxicidad por lo que puede garantizarse la seguridad de los alumnos y, además, los residuos que se generan son inocuos.

b) *Electroquímica.* El laboratorio cuenta con los aparatos de Hoffmann para realizar la reacción de electrólisis del agua. Este proceso químico permite el empleo de las leyes de Faraday para que los alumnos calculen el rendimiento porcentual de la reacción, el valor de la constante de Avogadro e identifiquen un proceso químico no espontáneo.

c) *Cinética Química.* En esta práctica se emplean 4 disoluciones con concentraciones distintas que se combinan en distintas proporciones. Durante el experimento, el alumno mide el tiempo necesario para que aparezca un precipitado de color amarillo (azufre) como producto de la reacción. A partir de sus datos de concentración y tiempo, se espera que el alumno obtenga el modelo matemático que relaciona a la velocidad de la reacción con la concentración de los reactivos utilizados. Los residuos de azufre generados se tratan con óxido de calcio de forma que se pueden separar.

Tema 7. Química analítica. El estudiante desarrollará la habilidad para realizar titulaciones ácido-base, y para elaborar la curva de titulación e interpretar la información que proporciona dicha curva. También comprenderá en qué consisten los métodos gravimétricos de análisis y cómo se clasifican. Se busca abarcar el contenido teórico más relevante del curso, al proveer al estudiante de conocimientos necesarios para comprender los fenómenos que tienen lugar durante los procesos analíticos y su relación con el estudio de la calidad ambiental.

Práctica de laboratorio. Se tiene diseñada la práctica: *Titulación ácido-base*. En esta práctica los alumnos emplean la titulación como un método para la determinación de la concentración de una muestra de vinagre. La titulación es uno de los métodos de cuantificación más utilizados en la industria y en las actividades de campo de diversas áreas. Además, se emplean sustancias de bajo costo para realizar los experimentos y se minimizan las cantidades de reactivos químicos para generar muy pocos residuos.

Tema 8. Química de los sistemas naturales. En este tema se tratarán cuestiones relacionadas con los sistemas naturales y sus constituyentes (hidrosfera, atmósfera y litósfera) que con ayuda de la química se podrán comprender mejor.

Este tema es esencialmente conceptual, por lo que se consideró que no era necesario programar una práctica al respecto.

En la Figura 2, se muestra el índice de las prácticas que integran el Manual de prácticas del Laboratorio de Química Inorgánica.

	Manual de prácticas del Laboratorio de Química Inorgánica	Código:	MADO-78
		Versión:	01
		Página:	2/89
		Sección ISO:	8.3
		Fecha de emisión:	24 de enero de 2020
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Química	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Índice de prácticas

Práctica	Nombre de la práctica	Página
1	EQUIPO DE LABORATORIO Y MEDIDAS DE SEGURIDAD	3
2	PROPIEDADES MAGNÉTICAS	11
3	EL CICLO DEL SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO	19
4	LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA MATERIA	25
5	PREPARACIÓN Y CONDUCTIVIDAD DE DISOLUCIONES	33
6	CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS	41
7	EQUILIBRIO QUÍMICO	48
8	CAMBIO ENERGÉTICO EN DISOLUCIONES	56
9	ELECTROQUÍMICA. ELECTRÓLISIS DE DISOLUCIONES ACUOSAS Y CONSTANTE DE AVOGADRO	62
10	CINÉTICA QUÍMICA	73
11	TITULACIÓN ÁCIDO-BASE. DETERMINACIÓN DE ÁCIDO ACÉTICO EN EL VINAGRE	82

Figura 2. Índice de prácticas del Manual de prácticas del Laboratorio de Química Inorgánica.

Para cada una de las prácticas, los miembros del grupo colegiado, realizaron las actividades siguientes:

1. Revisión de los objetivos generales y del contenido en el programa de la asignatura.
2. Consulta de referencias bibliográficas para la práctica.
3. Planificación del número adecuado de prácticas y de horas destinadas al desarrollo de éstas.
4. Selección y enunciado de los apartados que describen la práctica, como son título de la práctica, objetivo(s), introducción, material y equipo, desarrollo de las actividades, referencia recomendada y cuestionario previo.

Una vez verificadas y validadas cada una de las prácticas, se propuso un curso de capacitación docente, para la puesta en marcha de las prácticas, donde, se hicieron mejoras a la mismas. El curso se impartió en el intersemestre 2021-2, con una duración de 20 horas, durante una semana de 4 horas diarias y con una participación del 65% de los profesores que imparten alguna de las asignaturas de Química que se ofrecen en la División de Ciencias Básicas.

El manual de prácticas para el Laboratorio de Química Inorgánica se implementó por primera vez en el semestre 2022-2, una vez que se regresó a las actividades presenciales, esto después de casi dos años de realizar clases a distancia, debido a la pandemia mundial de COVID-19. En donde, se aplicó la encuesta de validación a 2 profesores que impartieron la asignatura y a una población aproximada de 70 alumnos.

Algunos comentarios importantes que indicaron los profesores y alumnos a través de la encuesta de validación son las siguientes:

- Prácticas son apropiadas con los temas del plan de estudio de la asignatura.
- Las prácticas se complementan con la ayuda de los simuladores empleados en las prácticas del manual a distancia.
- El material de laboratorio es adecuado para el desarrollo de las prácticas.
- El tiempo asignado para la realización de las prácticas es el adecuado.
- Hay prácticas que están desfasadas de la teoría, implica invertir más tiempo en la explicación teórica.

Cabe mencionar que, en el programa de estudio, se agrupan las aplicaciones y alcances más importantes de la asignatura y su contribución al perfil del Ingeniero Ambiental. Con estos temas y prácticas, se pretende mostrar el progreso actual en esta disciplina y los retos que se deben afrontar. Se sugieren actividades de aprendizaje que permitan un desarrollo más significativo de las competencias en el estudiante. Se busca que la formalización del aprendizaje sea a través de la observación, la reflexión, la solución de problemas, la exposición de temas y su discusión.

Conclusiones

Durante el curso, es muy importante que el estudiante valore las actividades que realiza y comprenda que está adquiriendo las competencias necesarias para abordar otras asignaturas de su formación profesional. Asimismo, se pretende que el estudiante aprecie la importancia del conocimiento adquirido y generado y desarrolle hábitos de estudio y de trabajo, para adquirir características tales como la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo, el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Con respecto al diseño y desarrollo de las prácticas, se estableció un grupo colegiado de profesores para realizar el proceso de diseño, desarrollo, verificación y validación de las prácticas. Para ello, se identificó la metodología a seguir, los recursos e infraestructura y el recurso humano.

Para los miembros del grupo colegiado y docentes, no fue suficiente que se haya concluido con el manual de prácticas, sino que fue necesario actualizarse y participar en el programa de capacitación, en nuestro caso, en la impartición del conjunto de prácticas de la nueva asignatura de química inorgánica de la carrera de Ingeniería Ambiental.

Las prácticas fueron validadas durante el semestre 2022-2 por parte de los profesores que imparten la asignatura, así como, por los alumnos inscritos al laboratorio. Con las validaciones, se verificaron los objetivos y las actividades indicadas para cada una de las prácticas, todo ello, apegado al plan de estudios de la asignatura de Química Inorgánica.

En definitiva, con la asignatura teórica-práctica de Química Inorgánica, un ingeniero ambiental podrá describir, entender y analizar en forma integral que la mayoría de los problemas ambientales están interrelacionados y que constituyen una gran amenaza para nuestro planeta. Además, es necesario que desarrolle valores y actitudes conscientes para participar y mejorar la calidad de vida.

Referencias

Facultad de Ingeniería, UNAM. (2018). Proyecto de creación del plan de estudios de la licenciatura en Ingeniería Ambiental Sistema Escolarizado. Tomo I. México: Facultad de Ingeniería, UNAM. https://consejofi.fi-a.unam.mx/planes_estudio/Ingenieria%20ambiental/3.%20INGENIERIA%20AMBIENTAL%20TOMO%20I.pdf

Facultad de Ingeniería, UNAM. (2018). Proyecto de creación del plan de estudios de la licenciatura en Ingeniería Ambiental Sistema Escolarizado. Tomo II. México: Facultad de Ingeniería, UNAM. https://consejofi.fi-a.unam.mx/planes_estudio/Ingenieria%20ambiental/3.%20INGENIERIA%20AMBIENTAL%20TOMO%20II%20.pdf

Hernández, M. (16 de Agosto de 2018). Aprobó el CU la licenciatura en Ingeniería Ambiental. Gaceta UNAM: <https://www.gaceta.unam.mx/aprobo-el-cu-la-licenciatura-en-ingenieria-ambiental/>

Jiménez Cisneros, B. E. (2001). La Contaminación Ambiental en México: Causas, efectos y tecnología apropiada. México: Limusa Noriega Editores.

Laboratorio de Química. (24 de Enero de 2020). Manual de Prácticas del Laboratorio de Química Inorgánica. México: Facultad de Ingeniería, UNAM. [https://dcb.ingenieria.unam.mx/wp-content/themes/temperachild/CoordinacionesAcademicas/FQ/Q/LQ/MADO-78%20\(Revisado%202022-2\).pdf](https://dcb.ingenieria.unam.mx/wp-content/themes/temperachild/CoordinacionesAcademicas/FQ/Q/LQ/MADO-78%20(Revisado%202022-2).pdf)