



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA
PLAN DE ESTUDIOS



1 de 5

PROGRAMA				
METROLOGÍA, NORMALIZACIÓN Y CALIDAD Química e Ingeniería en Materiales				
Clave	Créditos	Semestre	Ciclo	
0000	6	6	PROFESIONALIZANTE	
Modalidad de la Asignatura	Curso	<input type="checkbox"/>	Área/Bloque	Departamento
	Taller	<input type="checkbox"/>		
	Laboratorio	<input checked="" type="checkbox"/>	OTRAS	FÍSICA Y QUÍMICA TEÓRICA
	Seminario	<input type="checkbox"/>		
Tipo de Asignatura	Teórica	<input type="checkbox"/>	Experimental	<input type="checkbox"/>
			Práctica/Problemas	<input type="checkbox"/>
			Teórico/Práctica	<input checked="" type="checkbox"/>
Carácter de la Asignatura	Obligatoria	<input checked="" type="checkbox"/>	Horas/semana	Teóricas 2 Prácticas/Problemas 2
	Optativa	<input type="checkbox"/>	Horas Totales	Semana 4 Semestre 64

Seriación Precedente	Ninguna <input checked="" type="checkbox"/>		Seriación Subsecuente	Ninguna <input checked="" type="checkbox"/>	
Asignatura(s)	Obligatoria	Indicativa	Asignatura(s)	Obligatoria	Indicativa
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

Objetivo General:	El alumno conocerá el campo del conocimiento de las mediciones, que incluye aspectos teóricos, prácticos y normativos, que le permitirán evaluar el impacto que tienen las mediciones en los procesos científicos, industriales y tecnológicos en el área de los materiales.
Objetivos Específicos:	<ul style="list-style-type: none"> Analizar los factores que están involucrados en la realización de mediciones en experimentos, para asegurar la obtención de resultados confiables. Evaluar la incertidumbre asociada a las mediciones de acuerdo con las metodologías nacionales e internacionales. Aplicar los conocimientos adquiridos a problemas prácticos relacionados con la química e ingeniería de materiales.

ÍNDICE TEMÁTICO			
No.	Temas	Horas / semestre	
		Teóricas	Prácticas
1	INTRODUCCIÓN A LA METROLOGÍA.	3 h	3 h
2	ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE.	5 h	5 h
3	TRAZABILIDAD METROLÓGICA Y MATERIALES DE REFERENCIA.	6 h	6 h



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA
PLAN DE ESTUDIOS



2 de 5

4	INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE MEDICIÓN.	6 h	6 h
5	LA NANOTECNOLOGÍA EN MATERIALES.	6 h	6 h
6	ESTIMACIÓN DE LA VERACIDAD Y PRECISIÓN DE LOS MÉTODOS DE MEDICIÓN.	3 h	3 h
7	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS DE ANÁLISIS.	3 h	3 h
Subtotales		32 h	32 h
Horas Totales		64 h	

CONTENIDO TEMÁTICO

Temas y Subtemas

1. INTRODUCCIÓN A LA METROLOGÍA.

- 1.1 Antecedentes de la metrología: historia, clasificación.
- 1.2 Papel de la metrología aplicada a la química e ingeniería de materiales.
- 1.3 Conceptos generales del Vocabulario Internacional Metrológico (VIM).
- 1.4 Sistema Internacional de Unidades.

2. ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE.

- 2.1 Estimación de la incertidumbre de acuerdo a GUM, justificación de los modelos matemáticos empleados y conceptos básicos de estadística.
- 2.3 Estimación de la incertidumbre en medidas directas e indirectas.
- 2.4 Variables de entrada correlacionadas y no correlacionadas.
- 2.5 Análisis gráfico: relaciones lineales, de potencia y exponenciales.

- 2.6 Otros métodos de cálculo de incertidumbres.

3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA Y MATERIALES DE REFERENCIA.

- 3.1 Patrones de medida: definición, características, realización, función.
- 3.2 Métodos primarios.
- 3.3 Materiales de referencia: definición, propiedades, preparación y síntesis, tipos.
- 3.4 Trazabilidad metrológica: cadena, cartas y elementos de trazabilidad.
- 3.5 Trazabilidad Química y Física.

4. INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE MEDICIÓN.

- 4.1 Manejo de límites y tolerancias.
- 4.2 Métodos de calibración y de verificaciones intermedias.
- 4.3 Interpretación de datos de calibración y de resultados de pruebas de aptitud.
- 4.4 Validación de métodos de medición: trazabilidad e incertidumbre, confirmación metrológica, periodos de calibración y de verificaciones intermedias.
- 4.5 Dimensional: longitud, ángulo, geometría, superficie.
- 4.6 Fuerza: dureza, tenacidad, esfuerzo, impacto.
- 4.7 Espectroscópicas: difracción de rayos X, Raman, FTIR.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA
PLAN DE ESTUDIOS



3 de 5

5. LA NANOTECNOLOGÍA EN MATERIALES.

- 5.1 Las nanociencias, nanotecnología y nanometrología.
- 5.2 El nuevo vocabulario del VIM aplicado a la nanometrología.
- 5.3 El reto de la trazabilidad en las nanomediciones.
- 5.4 La calibración y/o verificación de instrumentos de medidas y los materiales de referencia.
- 5.5 Los retos en las mediciones de longitud, área, volumen por: Microscopía de Fuerza Atómica. Microscopía Electrónica de Barrido, Microscopía Electrónica de Transmisión.
- 5.6 La estructura atómica molecular de la materia en mediciones por: Espectroscopia de Infrarrojo con Transformada de Fourier (FTIR), Espectroscopia por Resonancia Magnética Nuclear (RMN), Espectroscopia por Fluorescencia. Espectroscopia por Rayos X.

6. ESTIMACIÓN DE LA VERACIDAD Y PRECISIÓN DE LOS MÉTODOS DE MEDICIÓN.

- 6.1 Conceptos fundamentales.
- 6.2 Pruebas de escrutinio.
- 6.3 Precisión y veracidad.

7. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS DE ANÁLISIS.

- 7.1 Esquema del ensayo de aptitud.
- 7.2 Valor asignado: media robusta y desviación estándar robusta.
- 7.3 Estadístico para evaluar las pruebas de aptitud.

ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS GENERALES

Exposición	<input checked="" type="checkbox"/>	Aprendizaje por Proyectos	<input type="checkbox"/>
Trabajo en Equipo	<input checked="" type="checkbox"/>	Aprendizaje Basado en Problemas	<input checked="" type="checkbox"/>
Lecturas	<input checked="" type="checkbox"/>	Aprendizaje Basado en Casos	<input type="checkbox"/>
Trabajo de Investigación	<input checked="" type="checkbox"/>	Juego de roles	<input type="checkbox"/>
Prácticas (Campo, Taller, Problemas, Laboratorio)	<input checked="" type="checkbox"/>	Seminarios, debates, panel de discusión	<input checked="" type="checkbox"/>
Simulaciones	<input type="checkbox"/>	Visitas Industriales	<input type="checkbox"/>

Otras (especificar): NA

ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS TECNOLÓGICAS

Uso de software especializado	<input checked="" type="checkbox"/>	Foros electrónicos	<input type="checkbox"/>
Mapas mentales o conceptuales	<input type="checkbox"/>	Aulas virtuales	<input type="checkbox"/>
Eventos virtuales vía <i>Streaming</i>	<input type="checkbox"/>	WebQuest	<input type="checkbox"/>
Blogs	<input type="checkbox"/>	Uso de TICs	<input checked="" type="checkbox"/>
Infografías	<input type="checkbox"/>	Video tutoriales	<input checked="" type="checkbox"/>

Otras (especificar): NA

EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Exámenes Parciales	<input checked="" type="checkbox"/>	Rúbricas	<input checked="" type="checkbox"/>
Examen Departamental	<input checked="" type="checkbox"/>	Portafolio de Evidencias	<input checked="" type="checkbox"/>
Examen Final	<input checked="" type="checkbox"/>	Lista de Cotejo	<input type="checkbox"/>
Trabajos y Tareas	<input checked="" type="checkbox"/>	Proyecto	<input type="checkbox"/>
Presentación de Tema	<input type="checkbox"/>	Bitácora	<input checked="" type="checkbox"/>



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA
PLAN DE ESTUDIOS



4 de 5

Participación en Clase
Asistencia



Protocolo
Carteles



Otras (especificar): Informes de prácticas



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA
PLAN DE ESTUDIOS



5 de 5

PERFIL PROFESIOGRÁFICO

Título o Grado	Licenciatura en Química, Física o Ingeniería.
Experiencia Docente (especificar tiempo y nivel requeridos)	1 año (2 semestres), preferentemente con posgrado en el área de materiales.
Otra Característica	Conocimientos en metrología y materiales.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía Básica:

1. International Vocabulary of Metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM). BIPM-JCGM. 3rd edit. 2008.
2. Vocabulario Internacional de Metrología – Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM). Traducción al español del VIM-3a. BIPM-JCGM. 1a edición en español, 2008.
3. Dyson B. F., Loveday M. S., Gee M. G. Materials Metrology and Standards for Structural Performance. Teddington: Springer-Science + Business Media. 1995.
4. Leach R., Haycocks J., Jackson K., Lewis A., Oldfield S., Yacoot A. Advances in traceable nanometrology at the National Physical Laboratory. Nanotechnology. 2001 12:R1.
5. Hayter C. An EPSRC view of the nanotechnology horizon. Materials Science and Engineering C. 2003 23:703.
6. Nanociencia y Nanotecnología en España. Un análisis de la situación presente y de las perspectivas de futuro. Fundación Phantoms.
7. Tanaka M., Baba T., Postek M. T. Nanometrology. Meas. Sci. Technol. 2011 22:020101.
8. Hansen P. E, Roebben G. Introductory Guide to Nanometrology. Co-Nanomet. 2010.
9. Bewoor A. K., Kulkarni V. A. Metrology and Measurement. New Delhi: McGraw-Hill. 2009.
10. Bièvre P. D., Dybkaer R., Fajgelj A., Hibbert D. B. Metrological Traceability of Measurement Results in Chemistry: Concepts and Implementation. Pure Appl. Chem. 2011 83:1873.
11. Elaboración de cartas de trazabilidad en el CENAM. Recomendación GIT 3/ 2005. México.
12. Bevington P. R., Robinson D. K., Blair J. M., Mallinckrodt A. J., McKay S. Data Reduction and Error Analysis for the Physical Science. N.Y: McGraw-Hill. 1992.
13. Taylor B. N., Kuyatt C. E. Guidelines for Evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST Measurement Results. National Institute of Standards and Technology, Technical Note 1297, 1994 edition.

Bibliografía Complementaria:

1. Sultanova N., Kasarova S., Nikolov I. Refractive Index Metrology of Optical Polymers. LAMBERT. 2014.
2. Raghavendra N. V., Krishnamurthy L. Engineering Metrology and Measurements. New Delhi: Oxford. 2013.
3. Sirohi R. S. Introduction to Optical Metrology. CRC Press. 2016.
4. Ravindra N. M. Examples of Role of Metrology in Materials Science & Engineering. J. Sci. Ind. Metrol. 2015 1
5. Sutton M. A., Li N., Garcia D., Cornille N., Orteu J. J., McNeill S. R., Schereier H. W., Li X. Metrology in a scanning electron microscope: theoretical developments and experimental validation. Meas. Sci. Technol. 2006 17:2613.