

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE QUÍMICA**

**PROGRAMAS DE ESTUDIO**  
**QUINTO SEMESTRE**

<b>Asignatura</b> <b>METROLOGÍA</b>	<b>Ciclo</b> <b>FUNDAMENTAL DE LA</b> <b>PROFESIÓN</b>	<b>Área</b> <b>FÍSICA</b>	<b>Departamento</b> <b>FÍSICA Y QUÍMICA TEÓRICA</b>
--	--	------------------------------	--

**HORAS/SEMANA/SEMESTRE**

<b>OBLIGATORIA</b>	<b>Clave 1503</b>	<b>TEORÍA 0 h</b>	<b>PRÁCTICA 4h/64h</b>	<b>CRÉDITOS 4</b>
--------------------	-------------------	-------------------	------------------------	-------------------

<b>Tipo de asignatura:</b>	<b>PRÁCTICA</b>
<b>Modalidad de la asignatura:</b>	<b>CURSO</b>

**ASIGNATURA PRECEDENTE:** Seriación obligatoria con Laboratorio de Física y con Estadística

**ASIGNATURA SUBSECUENTE:** Ninguna

**OBJETIVO(S):**

**GENERAL:** Al término del curso el alumno seleccionará el principio, método, procedimiento experimental e instrumento que le permita determinar un mensurando y la incertidumbre de la medida. Asimismo pondrá en práctica sus conocimientos metroológicos en diversas áreas de interés de los procesos científicos y tecnológicos en los que se desarrollará el profesional de la química.

**OBJETIVOS PARTICULARES:**

- Aplicar los conceptos y términos asociados de metrología de acuerdo al vocabulario internacional metroológico vigente, en mediciones físicas y químicas.
- Obtener y expresar el valor de las magnitudes, garantizando la trazabilidad.
- Estimar y expresar la incertidumbre de una medición, como medida cuantitativa de la variabilidad de los datos experimentales, para variables correlacionadas y no correlacionadas.
- Asegurar la obtención de información confiable en los resultados de medida, dentro un contexto legal.

**UNIDADES TEMÁTICAS**

<b>NÚMERO DE HORAS POR UNIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>3P</b> <b>3H</b>	<b>1. INTRODUCCIÓN A LA METROLOGÍA</b> 1.1. Antecedentes de la Metrología. 1.2. Origen del Sistema Metroológico Nacional e Internacional. 1.3. Conceptos generales primarios de Metrología, VIM (Vocabulario Internacional de Metrología). 1.4. Conceptos relacionados con las medidas. 1.5. Nanometrología.
<b>3P</b> <b>3H</b>	<b>2. INSTRUMENTOS DE MEDIDA</b> 2.1. Dispositivos de medida: definiciones y usos. 2.2. Propiedades de los dispositivos de medida. 2.3. Confirmación Metroológica: criterios de selección del instrumento de medición adecuado para la medida deseada.
<b>10P</b> <b>10H</b>	<b>3. ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE</b> 3.1. Error e incertidumbre de la medida. 3.2. Estimación de la incertidumbre: GUM (Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida), justificación de los modelos matemáticos empleados. 3.3. Estimación de la incertidumbre en mediciones analíticas: EURACHEM (revisión de ejemplos). 3.4. Estimación de la incertidumbre por el Método Monte Carlo. 3.5. Estimación simplificada a través de incertidumbres relativas.

10P 10H	<b>4. TRAZABILIDAD</b> 4.1. Patrones de medida: definición, características, realización y función. 4.2. Métodos Primarios. 4.3. Materiales de referencia: definición, producción, tipos, proveedores y ejemplos de uso. 4.4. Cartas de trazabilidad en mediciones físicas y químicas.
4P 4H	<b>5. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN LAS MEDICIONES</b> 5.1. Requisitos técnicos para laboratorios de calibración y de ensayo. 5.2. Sistema de gestión de las mediciones. 5.3. Confirmación metrológica.
4P 4H	<b>6. ESTADÍSTICA APLICADA PARA LA EVALUACIÓN DE MÉTODOS</b> 6.1. Evaluación de desempeño de un laboratorio a través de estudios de exactitud: veracidad y precisión (Repetibilidad y Reproducibilidad). 6.2. Esquemas y parámetros estadísticos para los Ensayos de aptitud: Valor asignado, capacidad técnica, Sesgo del laboratorio, Valores de Z-score, $E_n$ (Error normalizado).
26P 26H	<b>7. CALIBRACIÓN Y/O VERIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS</b> 7.1. Dispositivos de medida, su principio de funcionamiento, método de calibración y elaboración de informes de calibración. 7.1.1. Metrología de masa: calibración de instrumentos para pesar y de pesas. 7.1.2. Metrología de temperatura: calibración de termómetros de líquido en vidrio, termopares, termómetros de resistencia de platino. 7.1.3. Metrología de volumen: calibración de material volumétrico de vidrio en las modalidades para entregar y para contener. 7.1.4. Metrología eléctrica: calibración de instrumentos para medir cantidades eléctricas como intensidad de corriente, resistencia, diferencia de potencial. 7.1.5. Metrología dimensional: calibración de instrumentos para medir longitud como vernier, micrómetro, etcétera. 7.1.6. Metrología Físico-Química: medición de viscosidad, densidad, tensión superficial, conductividad, pH. Metrología Química: mediciones indirectas para la cuantificación de analitos, expresados en unidades derivadas, relacionadas con el SI. 7.2. Verificación de instrumentos.
4P 4H	<b>8. METROLOGÍA LEGAL.</b> 8.1. Sistema mexicano de normalización, fundamento legal y normas relacionadas con el campo de la Metrología y Sistemas de Calidad, LFMN (Ley Federal sobre Metrología y Normalización).

**TOTAL 64T=64H**

#### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

1. International Vocabulary of Metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM). 3rd edition. BIPM. 2012.
2. Vocabulario Internacional de Metrología – Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM). 1ra edición en español. CENAM. 2008.
3. Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM). 1st edition. BIPM. 2008.
4. Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement. EURACHEM/CITAC, 3rd Edition. 2012.
5. Kimothi S.K. *The Uncertainty of Measurements*. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press. 2002.
6. Schmid, W. A.; Lazos M. R. *Guía para estimar la incertidumbre de la medición*. Revisión 1. CENAM. 2004.
7. Marbán R.M.; Pellecer.J.A. *Metrología para no metrologos*. Sistema Interamericano de Metrología (SIM). OEA. Segunda Edición. 2002.
8. Miller J.N.; Miller J.N. *Estadística y Quimiometría para Química Analítica*. Madrid: Pearson Educación. Cuarta Edición. 2002.

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

1. Recomendación para elaborar Cartas de Trazabilidad en el CENAM. GIT 3/2005 CENAM, Diciembre de 2005.
2. Trazabilidad en las mediciones químicas, publicación gratuita de CENAM, última actualización 2006.
3. Uso de Certificados, publicación gratuita de CENAM, última actualización 2002.
4. NMX-CC-10012-IMNC-2004 Sistemas de gestión de las mediciones-Requisitos para los procesos de medición y equipos de medición.
5. Guía sobre la calificación de equipo de instrumentos analíticos. DI-2-PTC-620-RAT-001. CENAM, 2004.
6. Metrología Abreviada, publicación gratuita de CENAM, última actualización 2008.

#### **SUGERENCIAS DIDÁCTICAS**

El curso es experimental y se cuenta con un Manual de Prácticas que se *recomienda* seguir en las sesiones. Y se sugiere al profesor:

- 1) Realice una exposición previa de los conceptos teóricos involucrados en la práctica a realizar.
- 2) Discuta con todo el grupo, el diseño experimental, la utilización del material y equipo idóneos para la realización del experimento, la identificación de las variables de influencia, hipótesis de trabajo, etcétera.
- 3) Lleve a cabo una sesión para cada práctica, en la que se analicen y discutan los resultados obtenidos por los grupos de trabajo, para lograr, de manera consensuada, arribar a las conclusiones generales.
- 4) Que los equipos de trabajo no excedan a más de cuatro estudiantes.
- 5) El profesor deberá ser exigente con el estudiante para que cuide, manipule, transporte y guarde adecuadamente los equipos e instrumentos.
- 6) El profesor propicie la propuesta de nuevas prácticas de acuerdo a las inquietudes e interés de los estudiantes.

#### **FORMA DE EVALUAR**

Para acreditar el curso, es imprescindible que el estudiante asista mínimo al 80% de las sesiones de clase.

La evaluación del curso deberá estar en concordancia absoluta con los objetivos del mismo. Se recomienda que sea continua, individual (es decir, no evaluar equipos de trabajo sino estudiantes) y estar referida, fundamentalmente a:

- Exámenes escritos y al examen Departamental.
- Revisión y reporte de investigaciones bibliográficas.
- Evaluación de prácticas de laboratorio, manejo de instrumentos y equipo, elaboración de informes.
- Manejo matemático y estadístico de datos experimentales.
- Conclusiones y resúmenes de los ejercicios realizados.
- Presentaciones en público.
- Participación en clase e integración efectiva de grupos de trabajo.
- Realización de informes escritos.
- Propuestas experimentales o bibliográficas de aplicaciones metrológicas.

#### **PERFIL PROFESIOGRÁFICO DE QUIENES PUEDEN IMPARTIR LA ASIGNATURA**

Egresados de las carreras de química, ingeniería química y física, con conocimientos en Metrología.