



Universidad
de Alcalá

GUÍA DOCENTE

ANÁLISIS INSTRUMENTAL FORENSE

Código 652010

Grado en Criminalística: Ciencias y

**Tecnologías Forenses
Universidad de Alcalá**

Curso Académico 2022/23
2º Curso – 1º Cuatrimestre

GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	Análisis Instrumental Forense
Código:	652010
Titulación en la que se imparte:	Grado en Criminalística: Ciencias y Tecnologías Forenses
Departamento y Área de Conocimiento:	Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses (INTCF) Dpto. Química Analítica, Química Física e Ingeniería Química Área: Química Analítica
Carácter:	Obligatoria
Créditos ECTS:	6 (5 teóricos y 1 prácticos)
Curso y cuatrimestre:	Segundo curso, primer cuatrimestre
Profesorado:	Dra. M^a Cristina González Martín (Coordinadora) Dña. Begoña Bravo Serrano
Horario de Tutoría:	Concertar cita con las profesoras
Idioma en el que se imparte:	Español

1. PRESENTACIÓN

La asignatura está diseñada para que el estudiante adquiera los conocimientos en las distintas técnicas empleadas en los análisis realizados en un laboratorio forense. Las investigaciones en un laboratorio forense son muy diversas, puesto que abarcan desde un estudio químico-toxicológico para la investigación de tóxicos en distintas matrices, estudio de metales para descartar intoxicaciones o como marcadores de diagnóstico estudio de acelerantes de la combustión, estudio de delitos medioambientales por vertidos o por uso de plaguicidas, estudio de pinturas, fibras como vestigios de un delito, etc.

La investigación forense por tanto requiere del conocimiento de las diferentes técnicas analíticas, su fundamento y las diferentes aplicaciones, para así poder desarrollar métodos analíticos validados.

Sólo conociendo los fundamentos de las técnicas y sus aplicaciones sobre las diferentes evidencias o vestigios de investigación se podrá llevar a cabo una investigación forense.

Además, se realizarán prácticas que permitirán aplicar los fundamentos teóricos adquiridos por el estudiante, desarrollar su capacidad autónoma de trabajo y su capacidad de ejecución y resolución de una tarea aplicando las garantías de calidad con las que se debe trabajar en un laboratorio forense.

2. COMPETENCIAS

Competencias básicas y generales:

CG2 - Habilidad para trabajar de manera autónomo, organizando y planificando la búsqueda de información, análisis y síntesis de la misma, diseño, gestión del tiempo y ejecución de una tarea de forma personal o autónoma.

CG3 - Habilidad para trabajar en equipo, integrarse y comunicarse con expertos de otras áreas y en distintos contextos.

CG4 - El estudiante será capaz de gestionar la información, consultando bases de datos y publicaciones relevantes y especializadas proveniente de fuentes diversas.

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

Competencias específicas:

CE6 - Capacidad para realizar una investigación forense aplicando los conocimientos de análisis químico, biología molecular y análisis de ADN de los vestigios biológicos, utilizando el análisis estadístico en el tratamiento de datos para la elaboración de un informe final, con conclusiones de valor científico que puedan ser defendidas ante un juez.

CE12 - Adquisición de conocimientos para la elección y manejo de las técnicas empleadas en análisis instrumental forense empleadas en los laboratorios en la identificación y valoración de vestigios y estudios toxicológicos y de alijos de drogas, etc.

Competencias transversales

CT2 - Capacidad para valorar situaciones, tomar decisiones y diseñar la planificación de tareas de investigación o aplicadas a emprender.

CT1 - Habilidad para conocer y utilizar los mecanismos básicos de uso de comunicación bidireccional entre profesores y alumnos, foros, chats, etcétera.

CT3 - Acreditar un buen dominio de la expresión oral y escrita en la práctica discente.

Resultados del aprendizaje

RA1.- Conocer y aplicar el método científico a la resolución de casos forenses.

RA2.- Adquirir conocimientos para la elección y manejo de las técnicas empleadas en análisis instrumental forense.

RA3.- Conocer metodologías y manejar técnicas instrumentales empleadas en los laboratorios forenses para la identificación y valoración de evidencias.

RA4.- Obtener e interpretar datos relevantes obtenidos en Análisis Instrumental Forense.

RA5.- Desarrollar habilidades para su aprendizaje significativo.

RA6.- Gestionar su tiempo, organizar y planificar tareas que ejecutará de forma autónoma o integrado en un equipo de trabajo cooperativo.

RA7.- Transmitir información, ideas y argumentar soluciones a problemas a un público especializado (representado por su profesorado) y no especializado (representado por sus compañeros).

RA8.- Gestionar información proveniente de fuentes diversas, incluido el uso de las Tecnología de la Información y la Comunicación como herramienta.

RA9.- Trabajar en entornos de nuevos aprendizajes de forma flexible.

RA.10- Expresarse de forma oral y escrita con buen dominio en la práctica discente, utilizando con habilidad mecanismos básicos de uso de comunicación bidireccional entre profesores, alumnos, foros, etc.

3. CONTENIDOS

Los contenidos se han estructurado en 3 bloques: contenidos teóricos, contenidos prácticos y seminarios.

CONTENIDOS TEÓRICOS

Tema 1. La medida en Química.

Concepto y finalidad de la Química Analítica. Concepto básico de medir. Propiedades analíticas. Propiedades metrológicas: incertidumbre y trazabilidad. Estándares químico-analíticos: tipos, propiedades generales y uso.

Tema 2. Introducción al Análisis Instrumental Forense.

Fundamento del análisis instrumental. Señales y ruido. Características generales y objetivos del análisis químico-forense. El problema químico-forense. Clasificación de las técnicas instrumentales de análisis forense. Calibración en análisis instrumental.

Tema 3. Microscopía óptica.

Fundamento. Tipos de oculares. Tratamiento de muestras. Microscopio de polarización. Aplicaciones forenses: estudios histopatológicos.

Tema 4. Microscopía electrónica.

Microscopio electrónico de barrido (SEM). Componentes. Detector de Rayos X acoplado (SEM-EDX). Tratamiento de muestras. Aplicaciones forenses: entomología, estudio de huellas, cabellos, estudio de fibras, tejidos. Residuos de disparo.

Tema 5. Introducción a las técnicas de espectroscopía óptica.

Fundamento. La radiación electromagnética: propiedades ondulatorias y mecánico-cuánticas y magnitudes características. El espectro electromagnético. Interacción de la radiación electromagnética con la materia. Instrumentación en espectroscopia óptica. Clasificación de las técnicas de espectroscopia óptica.

Tema 6. Espectroscopia absorción molecular.

Tipos de espectroscopías de absorción molecular. Espectroscopia de absorción molecular UV-visible. Espectroscopia de infrarrojos por transformada de Fourier.

Espectroscopia Raman. Aplicaciones forenses: Muertes por intoxicación de monóxido de carbono, estudio de falsificaciones, diferenciación de isómeros, identificación de explosivos y sustancias químicas.

Tema 7. Espectroscopia emisión molecular.

Introducción a las técnicas luminiscentes. Fluorescencia y fosforescencia: fundamento y características. Instrumentación. Aplicaciones forenses: Detección de principios activos.

Tema 8. Espectroscopia absorción atómica.

Tipos de fuentes de atomización. Espectroscopia de absorción atómica de llama. Espectroscopia de absorción atómica con cámara de grafito. Espectroscopia de absorción atómica con generador de hidruros. Aplicaciones forenses: Determinación

de potasio para establecimiento data muerte, estudio de hidremia, determinación de arsénico.

Tema 9. Espectroscopia de emisión atómica.

Espectroscopia de fluorescencia de rayos X (XRF): fundamento e instrumentación. Aplicaciones forenses. Espectroscopia de emisión óptica con fuente de plasma acoplado por inducción (ICP): fundamento e instrumentación. Aplicaciones forenses: Análisis químico elemental de muestras de tintas y vidrios. Delitos medioambientales: contaminación por metales pesados y otros elementos.

Tema 10. Introducción a las técnicas de separación.

Principios de una separación química. Objetivos e importancia en el proceso analítico. Clasificación de las técnicas de separación.

Tema 11. Técnicas de separación cromatográficas.

Fundamento de las técnicas cromatográficas. Clasificación. Cromatografía en capa fina. Cromatografía en columna: parámetros fundamentales y ecuaciones que rigen el proceso cromatográfico.

Tema 12. Cromatografía de gases (GC).

El cromatógrafo de gases: fase móvil, columna, inyector y detector. Control del proceso cromatográfico: flujo de gas portador y temperatura. Sistemas de detección. Aplicaciones forenses: Determinación de volátiles.

Tema 13. Cromatografía de líquidos (LC).

Cromatografía de líquidos de alta eficacia (HPLC). El cromatógrafo de líquidos: fase móvil, columna, sistema de bombeo, inyector y detector. Modos de separación. cromatografía con fases unidas químicamente. Aplicaciones forenses: Determinación de pesticidas en muestras biológicas. Determinación de compuestos termolábiles en muestras biológicas.

Tema 14. Espectrometría de masas (MS).

Introducción. Conceptos básicos. Espectro de masas. Parámetros Fundamentales. Interpretación de un espectro de masas. Componentes de un espectrómetro de masas: sistemas de entrada, fuentes de ionización, analizadores y detectores.

Tema 15. Acoplamiento espectrometría de masas a otras técnicas.

CG-MS, LC-MS. ICP-MS. Características. Modos de trabajo. Interpretación espectros. Análisis cualitativo. Análisis cuantitativo. Aplicaciones forenses: análisis de drogas y psicofármacos en muestras biológicas.

CONTENIDOS PRÁCTICOS

Práctica 1. Determinación de compuestos volátiles por cromatografía de gases con introducción de la muestra en espacio de cabeza

Práctica 2. Determinación de opiáceos en muestras biológicas por cromatografía con pretratamiento y extracción líquido-líquido con soporte de diatomeas.

Practica 3. Determinación de fármacos antidepresivos por cromatografía de gases con espectrometría de masas (GC-MS) con preparación de la muestra por extracción en fase sólida.

Práctica 4. Análisis por espectroscopía de muestras acuosas con fines forenses.

SEMINARIOS

Seminario 1. La Química Forense desde la perspectiva de la Química Analítica.

Seminario 2. Gestión de calidad Laboratorios forenses. Norma UNE-EN ISO/IEC 17025.

Seminario 3. Evaluación de la calidad de los ensayos. Ejercicios de intercomparación.

Seminario 4. Cadena de custodia. Trazabilidad.

Seminario 5. Análisis en delitos contra la seguridad vial. Muestras. Técnicas.

Interpretación resultados.

Seminario 6. El cabello. Su utilidad en los análisis. Interpretación de los hallazgos analíticos.

Seminario 7. Generación de informes y dictámenes. Contenido.

Bloques de contenido (se pueden especificar los temas si se considera necesario)	Total de clases, créditos u horas
TEORIA	☐ 30 horas
PRÁCTICAS	☐ 12 horas
SEMINARIOS	☐ 8 horas

4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE - ACTIVIDADES FORMATIVAS

El primer día de clase se realizará una presentación de la asignatura, exponiendo las características de la misma y las competencias a alcanzar, las actividades a desarrollar y los criterios y procedimiento de evaluación.

Se trata de una asignatura con una gran carga práctica que incluye clases teóricas, sesiones prácticas y seminarios.

Clases teóricas: Exposición por parte del profesor de un tema concreto, explicando los conceptos básicos y proporcionando la información necesaria para que éste pueda posteriormente aplicarlo a las clases prácticas y/o seminarios y/o resolución de problemas

Seminarios: Se plantean como foros de discusión sobre temas concretos impartidos y dirigidos por especialistas en cualquiera de los campos.

Prácticas: Se trata de que los estudiantes aprendan enfrentándose a problemas reales a partir de un conocimiento teórico previo. Se introduce a los estudiantes a un tema concreto, proporcionando la información necesaria para que el estudiante trabaje in situ.

Exposiciones: El alumnado expondrá en clase los trabajos previamente realizados sobre la base de los materiales de la asignatura.

4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Número de horas presenciales: 50	Clases teóricas y seminarios: 38 h Prácticas de laboratorio: 12 h
Número de horas del trabajo propio del estudiante: 100	Horas de estudio, elaboración de actividades, preparación de exámenes, actividades on-line
Total horas	150

4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

Actividad presencial	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Clases teóricas: grupo completo en el aula <input type="checkbox"/> Prácticas en grupos reducidos <input type="checkbox"/> Seminarios en grupo único
Trabajo autónomo	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Realización de actividades: lecturas, ejercicios, prácticas, informes, búsqueda de información, redacción de memorias, etc.
	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Estudio y preparación de los contenidos de las clases teóricas, prácticas, seminarios y exámenes.
Tutorías	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Atención a los estudiantes individualmente o en grupos reducidos con el fin de realizar un adecuado seguimiento de los mismos.
Materiales y recursos	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> El Departamento de Madrid del INTCF dispone de un amplio instrumental analítico con el que realiza los análisis e investigaciones periciales que le son encomendadas. La estancia del estudiante en el Centro, durante el desarrollo de las prácticas de esta asignatura, le permitirá trabajar con esta instrumentación. <input type="checkbox"/> Libros de carácter docente <input type="checkbox"/> Cuadernos de problemas <input type="checkbox"/> Guiones de prácticas <input type="checkbox"/> Material audiovisual <input type="checkbox"/> Plataforma de Aula Virtual

5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y de calificación

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Respecto a los contenidos:

Se valorará la comprensión de los conceptos e ideas principales de cada uno de los temas, la integración y aplicación de los contenidos a la resolución de análisis, la elaboración y argumentación coherente de ideas; ejercicio del sentido crítico y de la capacidad de reflexión.

Respecto a los trabajos prácticos realizados y la expresión oral y escrita:

Se valorará el desempeño de la actividad práctica, la capacidad resolutoria ante los problemas, el trabajo autónomo y la habilidad para trabajar en equipo, así como la capacidad de transmitir ideas y la defensa de los argumentos con un lenguaje claro y preciso.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Según el R.D. 1125/2003 que regula el Suplemento al Título, las calificaciones serán numéricas y cualitativas, de acuerdo con la siguiente escala:

- Matrícula de Honor (9,0-10,0): excelencia limitada al 5% del alumnado, otorgada entre los estudiantes con calificación de sobresaliente.
- Sobresaliente (9,0-10,0): excelente dominio de los conocimientos básicos, nivel alto de reflexión o aplicación, utilización de instrumentos, análisis e interpretación de resultados, elaboración ideas propias, búsqueda de materiales complementarios, excelente capacidad expositiva, fundamentación y argumentación.
- Notable (7,0-8,9): nivel medio en los aspectos anteriormente citados.
- Aprobado (5,0-6,9): nivel suficiente en los aspectos anteriormente citados.
- Suspenso (0,0-4,9): nivel insuficiente en los aspectos anteriormente citados.

PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

El estudiante dispondrá de dos convocatorias por matrícula: una ordinaria y otra extraordinaria. Según la normativa vigente (Normativa Reguladora de los procesos de evaluación de los aprendizajes, aprobada en Consejo de Gobierno de 24 de marzo de 2011, art. 6.2) *“la convocatoria ordinaria estará basada en la evaluación continua, salvo en los casos de aquellos estudiantes a los que se les haya reconocido el derecho a la evaluación final”* (ver apartado 5.2. de esta guía docente).

5.1. Convocatoria ordinaria por Evaluación continua

Se evaluarán los contenidos teóricos y prácticos.

La valoración de los contenidos teóricos se llevará a cabo mediante datos objetivos procedentes de pruebas escritas, atendiendo a los criterios de evaluación ya expuestos. Se realizarán dos pruebas escritas, una de los nueve primeros temas (**35%** del total de la calificación final) y otra de los seis últimos (**35%** del total de la calificación final). Para aplicar estos porcentajes será necesario haber obtenido una nota igual o superior a 4.

La valoración de los contenidos prácticos se llevará a cabo a lo largo de cada sesión, el estudiante resolverá un caso práctico y contestará un cuestionario relacionado con el contenido de la práctica, que serán evaluados. La superación de las prácticas se considera un elemento imprescindible de la evaluación, tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria, al ser fundamental para que el estudiante alcance las competencias específicas. Además, será obligatorio asistir al 100% de las sesiones prácticas.

Los contenidos de los seminarios serán evaluados al final del curso.

La calificación de la evaluación continua representará el **100%** de la calificación final.

De acuerdo con la normativa vigente ya citada (art. 9.5) *“si el estudiante no participa en el proceso de enseñanza-aprendizaje según lo establecido en la guía docente (asistencia, realización y entrega de actividades de aprendizaje y evaluación), se considerará **no presentado** en la convocatoria ordinaria”*.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- Teoría: 70%
- Seminarios: 10%
- Prácticas: 20%

Los estudiantes que no superen las prácticas de laboratorio no pueden superar la asignatura. Esto implica que las prácticas de laboratorio no sólo deben realizarse sino también aprobarse.

El estudiante que no apruebe la asignatura, pero haya superado las prácticas de laboratorio tendrá la opción de no repetirlas el siguiente curso académico, conservando la nota adquirida en el curso académico anterior. Ahora bien, si, haciendo uso de su derecho, el estudiante decide volver a realizarlas, tendrá que volver a examinarse de las mismas y obtener la calificación adecuada para superarlas.

5.2. Convocatoria ordinaria por Evaluación final

Aquellos estudiantes que cumplan alguna de las condiciones que contempla la normativa vigente (art. 10.2) podrán acogerse a la evaluación final.

Para acogerse a la evaluación final, el estudiante tendrá que solicitarlo por escrito al decano/a de la Facultad en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, explicando las razones que le impiden seguir con la evaluación continua.

Los criterios de evaluación y calificación en la evaluación final serán los mismos que los anteriormente expuestos para la evaluación continua. En cuanto a los procedimientos de evaluación, los estudiantes a los que se les haya concedido la evaluación final tendrán que demostrar las competencias exigidas en la guía docente, y para ello realizarán un examen escrito sobre los contenidos teóricos de la asignatura (70% de la calificación final) y un examen teórico-práctico en el laboratorio (30% de la calificación final). Sólo se considerará como **no presentado** si no se presenta a ninguno de los dos exámenes.

Los estudiantes que hayan seguido la evaluación continua y no hayan alcanzado una calificación de aprobado o superior, no podrán acogerse a la evaluación final de la convocatoria ordinaria.

5.3. Convocatoria extraordinaria

Los estudiantes que no superen o hayan optado por figurar como “no presentados” en la convocatoria ordinaria, dispondrán de una convocatoria extraordinaria.

Los criterios de evaluación y calificación serán los mismos que en la convocatoria ordinaria de la evaluación continua. En cuanto a los procedimientos de evaluación, serán los mismos que los indicados anteriormente para la evaluación final.

6. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía Básica

- S. Esteban Santos, S., Cornago Ramirez, P., Química Forense, UNED, Madrid, 2016
- Bell, S., Forensic Chemistry, Pearson, Ed., 2nd edition, London, 2012
- Jackson, A.R.W., Jackson, J.M., Mountain, H., Brearley, D., Forensic Science, Pearson Ed., London, 2016
- Hernández Hernández, L., González Pérez, C., Introducción al análisis instrumental, Ariel, Barcelona, 2002
- Christian, G.D., Dasgupta, P.K., Schug, K.A., Analytical Chemistry, Wiley. 7th edition 2013
- Harris, D. C., Quantitative Chemical Analysis, W. H. Freeman and Company, 8th edition, New York, 2010
- Skoog, D.A., West, D. M., Holler, F. J., Crouch, S. R., Fundamentos de Química Analítica, 8ª Edición, Paraninfo, Madrid, 2008

Aprobada en Junta de Facultad 30/05/2022¹²

- Watson, J.T., Sparkman, O.D., Introduction to Mass Spectrometry. Instrumentation, Applications and Strategies for Data Interpretation. John Wiley & Sons, 4th edition, 2007.
- Clarke's Analysis of Drugs and Poisons : In Pharmaceuticals, Body Fluids and Postmortem Material 4th ed. London : Pharmaceutical Press. 2011
- Cooper, G., Negrusz, A., Clarke's Analytical Forensic Toxicology, Pharmaceutical Press, 2nd Edition, 2013
- Levine, B., Principles of Forensic Toxicology, AACCC Press, 4th edition, 2013
- Mass spectrometry for the clinical laboratory, H. Nair, W. Clarke Eds., Elsevier, 2017

Bibliografía Complementaria y recursos online:

Handbook on the toxicology of metals / Editors: Gunnar F. Nordberg, Bruce A. Fowler and Monica Nordberg. -- 4th ed. -- Amsterdam: Academic Press; Elsevier, 2015. 2 vol. Pathology of Drug Abuse. Karch's. CRC Press. Fifth Edition 2016
Hair Analysis in Clinical and Forensic Toxicology. Pascal Kintz , Alberto Salomone Marco Vincenti. Elsevier 2015
Interpretation of MS-MS Mass Spectra of Drugs and Pesticides / Wilfried M. A. Niessen, Ricardo A. Correa C. -- Hoboken: John Wiley & Sons, 2017.

Revistas:

Accreditation and Quality Assurance
Analytical and Bioanalytical Chemistry.
Analytical Chemistry
Drug Testing and Analysis.
Journal of Chromatography B.
Journal of Analytical Toxicology.
Journal of Forensic and Legal Medicine
Journal of Forensic Sciences.
Forensic Science International.

La Universidad de Alcalá garantiza a sus estudiantes que, si por exigencias sanitarias las autoridades competentes impidieran la presencialidad total o parcial de la actividad docente, los planes docentes alcanzarían sus objetivos a través de una metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación en formato online, que retornaría a la modalidad presencial en cuanto cesaran dichos impedimentos.