

Plan Docente de una materia

“MÉTODOS ELECTROANALÍTICOS AVANZADOS” (QUÍMICA)

I. Descripción y contextualización

<i>Identificación y características de la materia</i>				
<i>Denominación</i>	Métodos Electroanalíticos Avanzados			
<i>Curso y Titulación</i>	2º ciclo (optativa) Licenciatura en Química			
<i>Coordinador- Profesor/es</i>	Agustina Guiberteau Cabanillas; Teresa Galeano Díaz, Carmen Mahedero García y M ^a Isabel Acedo Valenzuela			
<i>Área</i>	QUÍMICA ANALÍTICA			
<i>Departamento</i>	QUÍMICA ANALÍTICA			
<i>Tipo</i>	OPTATIVA (2º ciclo; 7.5 créditos LRU: 3 teóricos;1.5 seminarios +3 prácticos)	Avanzada		
<i>Coefficientes</i>	Practicidad 4 (Estimado)	Agrupamiento 3 (Estimado)		
<i>Duración ECTS (créditos)</i>	Segundo cuatrimestre	6.82 ECTS (171 horas)		
<i>Distribución ECTS (rangos)</i>	Grupo Grande: 25%	Seminario-Lab.: 15%	Tutoría ECTS: 5%	No presenciales:55%
	42	26 horas	9 horas	94horas
<i>Descriptores (según BOE)</i>	Métodos de diferenciación en electroanálisis, electrodos sólidos y modificados. Aplicaciones analíticas. Sensores. Técnicas voltamperométricas avanzadas. Aplicaciones al análisis de alimentos, fluidos biológicos y productos manufacturados			

Contextualización profesional*

Conexión con los perfiles profesionales de la Titulación

La química es una ciencia amplia que ha evolucionado hasta convertirse en el núcleo de una gran variedad de actividades industriales importantes. Ha roto barreras entre los compartimentos estancos de las diferentes ramas de la ciencia mezclándose, por ejemplo, con la agricultura, la medicina, la tecnología. Sin embargo, el futuro de la química no ha hecho más que empezar, jugando un papel determinante en la protección de la salud y del medio ambiente, mejora de condiciones higiénicas y sanitarias, desarrollo de nuevos materiales, etc... La Química ha jugado y juega un papel muy importante en el progreso, desarrollando nuevos productos, tecnologías, incidiendo en todos los campos de actividad y convirtiéndose en uno de los pilares de la capacidad competitiva de un país. Por ello, la Universidad debe formar futuros Químicos, con la formación de capacidades y habilidades necesarias para el desarrollo y avance del conocimiento y en definitiva de comunidades autónomas, nuestro país, y el resto del mundo en definitiva.

Los perfiles profesionales de la titulación en Química podemos clasificarlos en cinco grupos, con subperfiles algunos de ellos:

- I. **INDUSTRIAL : Subperfiles:** En áreas de control de calidad y de producción, biotecnología.
- II. **QUÍMICA APLICADA: Subperfiles:** En industrias agroalimentarias, farmacéuticas y ciencias de los materiales. Institutos de Investigación. Control de calidad del medio ambiente
- III. **DOCENTE EN UNIVERSIDADES E INVESTIGACIÓN**
- IV. **DOCENTE NO UNIVERSITARIO**
- V. **OTROS CAMPOS DE ACTIVIDAD RELACIONADAS CON LA QUÍMICA:**
Subperfiles: Análisis Clínicos. Medio Ambiente. Biotecnología

Contextualización curricular*

Conexión con las competencias genéricas y específicas del Título:

La licenciatura en Química se imparte en el campus de la UEX desde 1968, si bien hasta 1973 no se creó la Universidad de Extremadura, y se impartió como titulación dependiente de la Universidad de Sevilla. Desde la creación de la Universidad de Extremadura esta Licenciatura ha pasado por cuatro planes de estudio:

1. Plan de 1973

- *Primer ciclo. Por Resolución de la Dirección General de Universidades e Investigación de 2 de noviembre de 1973.
(Publicado en el BOE 280, de 22 de noviembre de 1973.)*
- *Segundo ciclo. Por O.M. 13872 de 1 de octubre de 1976.
(Publicado en el BOE 141, de 14 de junio de 1977.)*
- **Plan de 1978.** *En este Plan se establecen las especialidades de Química Fundamental y Química Industrial.*
 - *Por la O.M. 23705 de 27 de junio de 1978.
(Publicado en el BOE 220, de 14 de septiembre de 1978).*
- **Plan de 1995**
 - *Por la Resolución 13281 de 15 de mayo de 1996.
(Publicado en el BOE 142, de 12 de junio de 1996).*
- **Plan de 1998**
 - *Por Resolución 26174 de 22 de octubre de 1998.
(Publicada en el BOE 272, el 13 de noviembre de 1998.)*
 - *Modificado por la Resolución 27976 de 11 de noviembre de 1998.
(Publicada en el BOE 289, el 3 de diciembre de 1998.)*
 - *Corregido por la Resolución 13162 de 14 de junio de 2000
(Publicada en el BOE 165, el 11 de julio de 2000.)*

Además, la Facultad de Ciencias, de la Universidad de Extremadura, ha participado en el proyecto para la elaboración de una propuesta para el Libro Blanco del Título de Grado en Química. Este Proyecto fue financiado por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA).

Otro aspecto a destacar es que la Licenciatura en Química se ha sometido al proceso de evaluación correspondiente al II Plan de la Calidad de las Universidades. Otros elementos que actualmente están diseñándose en esta titulación son: un mecanismo para el seguimiento de los licenciados y programas de bienvenida y captación.

Las competencias específicas del título con las que se relaciona la asignatura son las siguientes:

- Capacidad para demostrar comprensión y conocimientos de los hechos, conceptos, principios y teorías esenciales (relacionadas con los contenidos de la asignatura con las

CET B1 y d (perfiles I, II, III, IV y V))

- Capacidad para aplicar tales conocimientos a la comprensión y solución de problemas cualitativos y cuantitativos del entorno cotidiano. (relacionadas con los contenidos de la asignatura con las CET B2, E, F (perfiles I, II, III, IV y V))
- Capacidad de evaluación, interpretación y síntesis de información y de datos químicos con análisis de errores en los resultados (B3,A6,G)
- Habilidad en el seguimiento, mediante observación y medida, de propiedades químicas, sucesos, recogida de datos y observaciones de forma sistemática y fiable así como el archivo adecuado de los documentos generados (A3)
- Capacidad para interpretar datos derivados de las observaciones y medidas de laboratorio y relacionarlos con las teorías apropiadas y elaboración de informes (A1,B3)
- Comprensión y manejo a nivel de laboratorio y comprensión de técnicas electroanalíticas tales como voltamperometría de onda cuadrada ,cíclica, redisolución... y su aplicación a muestras reales (B5)
- Utilizar herramientas informáticas (hojas de cálculo, bases de datos) adecuadas para la resolución de problemas analíticos (B3,B6)
- Capacidad de elaborar informes a partir de los datos obtenidos en las experiencias de laboratorio (B5)
- Aprender las técnicas electroanalíticas utilizadas en análisis, identificación, caracterización y determinación de sistemas y procesos químicos (C1,C2,C3,F)
- Comprensión y uso de electrodos modificados incluyendo biosensores (C1,C2,B4)
- Caracterización de procesos electroanalíticos (C1,C2)

Interrelaciones con otras materias:

Química Analítica

Química Física

Análisis instrumental

Elementos traza

*Contextualización personal**

Itinerarios de procedencia y requisitos formativos de los alumnos:

Es una asignatura optativa de segundo ciclo que pueden cursar alumnos de 4º y 5º en la titulación de química. En principio, los conocimientos previos adquiridos, durante los cursos anteriores para el buen desarrollo y comprensión de la asignatura son los adecuados. Hay que tener en cuenta que es una asignatura de segundo cuatrimestre y por tanto muy al final del ciclo para alumnos de 4º y por supuesto de aquellos que están en quinto curso. Sin embargo, un problema importante es la lejanía, en el tiempo, en el que han sido adquiridos esos conocimientos (3º curso en la asignatura troncal : Analisis Instrumental y en Química física) fundamentalmente para aquellos alumnos del último curso de la titulación por lo que habitualmente es necesario algunas clases (no más de tres horas en total) con el objeto de recordar los principios básicos que permitan el buen desarrollo del curso. Podría parecer que repetir contenidos ya dados supone una desconfianza en la adecuada formación que los alumnos han recibido, sin embargo la experiencia adquirida en la docencia a lo largo del tiempo muestra que es muy positivo para los alumnos recordar los aspectos básicos ya dados, lo que permitirá profundizar en ellos y ampliarlos. En la organización y estructuración de cada curso académico en el que se imparte la asignatura propuesta, se tiene en cuenta si los programas se han podido impartir en su totalidad en la asignatura de tercer curso “ Análisis Instrumental” donde adquieren las bases. Por ello, cada curso se enfoca en función de los alumnos y sus conocimientos.

Los alumnos deberían repasar conocimientos básicos en electroquímica, procesos redox , potenciales de electrodo y pilas.

Disponibilidad de trabajo en equipo

Manejo de páginas Web como apoyo al aprendizaje y no un instrumento de “recorta y pega”

Manejo en algún programa de gráficos y hoja de cálculo

Algunos conocimientos de inglés científico para la comprensión de bibliografía utilizada en el curso.

Por otro lado, habría que tener en cuenta que una asignatura optativa que se oferta en el plan de estudios de Química solaparían con los de esta asignatura, y en algunos casos los alumnos que cursan ambas recibirían esos contenidos doblemente. Sin embargo el solapamiento no llega a más del 10%, siendo el objetivo de ésta otra optativa completamente diferente en cuanto a la finalidad de la misma.

Otras consideraciones de interés:

Para el adecuado aprendizaje de la asignatura se requiere eliminar ciertos prejuicios adquiridos en cuanto a la dificultad de la misma. Si bien es cierto que las técnicas electroanalíticas avanzadas se fundamentan en procesos complejos que requieren una comprensión profunda, una labor conjunta entre el profesor de esta asignatura y los que imparten asignaturas anteriores donde se adquieren conocimientos básicos, es de fundamental importancia para evolucionar en el conocimiento avanzado que aborda la asignatura optativa que se impartirá en este proyecto.

II. Objetivos

<i>Relacionados con competencias académicas y disciplinares</i>	<i>Vinculación</i>
Descripción	<i>CETⁱ</i>
1. Adquirir comprensión y conocimientos de los hechos, conceptos, principios y teorías esenciales relacionadas con los contenidos de la asignatura	B1, D
2. Aplicar tales conocimientos a la comprensión y solución de problemas cualitativos y cuantitativos del entorno cotidiano.	B2, E, F
3. Evaluar, interpretar y sintetizar la información y datos químicos con análisis de errores en los resultados	B3, A6,G
4. Realizar el seguimiento, mediante observación y medida, de propiedades químicas, sucesos, recogida de datos y observaciones de forma sistemática y fiable, así como archivo adecuado de documentos generados	B3
5. Interpretar datos derivados de las observaciones y medidas de laboratorio y relacionarlos con las teorías apropiadas y elaboración de informes	A1,B3
6. Comprender y manejar, a nivel de laboratorio, técnicas electroanalíticas tales como voltamperometría de onda cuadrada,cíclica, redisolución... y su aplicación a muestras reales	B5
7. Utilizar herramientas informáticas (hojas de cálculo, bases de datos) adecuadas para la resolución de problemas analíticos	B3,A6
8. Elaborar informes a partir de los datos obtenidos en las experiencias de laboratorio	B5
9. Aprender las técnicas electroanalíticas utilizadas en análisis, identificación, caracterización y determinación de sistemas y procesos químicos	C1,C2,C3,F
10. Comprender el funcionamiento de los electrodos modificados, incluyendo biosensores, y usarlos adecuadamente	C1,C2,B4
11. Caracterizar procesos electroanalíticos	C1,C2

<i>Relacionados con otras competencias personales y profesionales</i>	<i>Vinculación</i>
Descripción	<i>CET</i>
12. Aplicar el método científico	A1-A.5
13 Saber buscar información de forma autónoma, uso de página web...	A.6
14 Expresar de forma clara , oral y escrito, los contenidos científicos asimilados	B1
15 Interpretar los resultados experimentales anómalos y tomar iniciativas al respecto	B3
16 Capacidad de trabajar en equipo	G

III. Contenidos

*Selección y estructuración de conocimientos generales**

TEORIA

Tema 1.- Introducción a los métodos electroquímicos.

Generalidades. Reacción electroquímica, tipos. Leyes de la electrólisis. Transporte de materia al electrodo. Leyes de Fick. Hipótesis de Nernst. Ecuaciones i-E en sistemas reversibles, ejemplos. Reacciones controladas por la velocidad de transferencia electrónica. Ecuación de Butler-Volmer. Teoría del complejo activado. Ecuaciones de las curvas i-E para sistemas lentos. Clasificación de las técnicas electroanalíticas. Instrumentación

Tema 2.-Amperometría. Introducción. Valoraciones amperométricas. Generalidades. Clasificación. Tipos de valoraciones: Con un electrodo indicador a potencial constante. Con dos electrodos indicadores a un incremento de potencial constante (biamperometrías). Valoraciones con indicadores amperométricos.

Tema 3.-Voltamperometría (1). Introducción. Fundamento de la polarografía de muestreo o polarografía tast. Polarografía derivada. Polarografía rápida. Aplicaciones.

Tema 4.-Voltamperometría (2). Polarografía de pulsos: Normal y diferencial de pulsos. Fundamento. Características. Aplicaciones. Otras técnicas: Onda cuadrada.

Tema 5.- Voltamperometría (3) Polarografía de tensión alterna superpuesta. Fundamento. Aplicaciones.

Tema 6.-Voltamperometría (4). Voltamperometría cíclica y voltamperometría de barrido lineal. Fundamento. Características. Aplicaciones

Tema 7.-Voltamperometría (5). Voltamperometría de redisolución. Fundamento. Tipos. Técnicas mas utilizadas. Aplicaciones.

Tema 8.-Cronotecnias: Cronoamperometría. Cronopotenciometría. Cronoculombimetría. Fundamentos. Tipos. Aplicaciones

Tema 9.- Sensores electroquímicos. Introducción. Electrodo modificado. Visión general. Tipos de electrodos modificados. Aplicaciones. Electrodo enzimáticos. Características. Aplicaciones. Biosensores. Clasificación. Campos de aplicación

Tema 10.-Electroanálisis in-vivo. Técnicas más empleadas. Voltamperometría, ejemplos de aplicaciones, Miniaturización de electrodos selectivos para monitorización in-vivo. Monitorización in-vivo

Tema 11.- Espectroelectroquímica. Principios. Aplicaciones

Tema 12.-Detección electroquímica en continuo. Introducción. Detectores. Aplicaciones

PRACTICAS

1.- Determinación conjunta de Cd(II) e In(III) por polarografía derivada (“zero crossing”) utilizando la técnica diferencial de pulso.

2.-Determinación simultanea de Cu(II), Pb(II), Cd(II) y Zn(II) en un agua potable mediante voltamperometría de redisolución anódica.

3.-Determinación de Furaltadona en orina.

4.-Determinación de Co(II) mediante la utilización de un electrodo de pasta de carbono modificado con o-fenantrolina.

5.- Determinación de Cloranfenicol en leche utilizando un electrodo de fibra de carbono. Fabricación y activación del electrodo.

Se pretende realizar en las prácticas un ejercicio de intercolaboración entre los grupos de prácticas para comparar los resultados de una práctica en concreto.

SEMINARIOS

Los seminarios consistirán en la realización y discusión en el aula, en las horas estipuladas, de problemas y cuestiones que se entregarán previamente a los alumnos. Un seminario importante es el que realizarán con ordenadores, en grupos de tres alumnos, utilizando un programa interactivo sobre polarografía clásica diferencial de pulsos y redisolución. Este programa ha desaparecido ya del mercado y la versión de que disponemos tiene problemas de funcionamiento ya que solo funciona en el entorno de Windows 3.11. El objetivo que nos marcamos es

desarrollar un programa de ordenador similar para cada tema, cubriendo el programa, y que realizarán los alumnos en grupo de cuatro, con objeto de reflejar en el mismo las dudas más habituales que normalmente se plantean en el estudio de los diferentes temas.

La estrategia a seguir será la siguiente: Una vez explicados los aspectos más importantes y las líneas generales de cada tema con indicación de la bibliografía complementaria para su profundización, habrá un seminario de puesta en común, en el cual los alumnos expondrán sus dudas. Los cuatro alumnos encargados de desarrollar el tema en cuestión las recogerán, y una vez seleccionadas desarrollarán el programa correspondiente a dicho tema para uso del resto de sus compañeros. El profesor ayudará a resolver cuantas dudas surjan.

Se seleccionará por parte de los alumnos (mediante revisión bibliográfica previa) un artículo científico en el que se utilice alguna de las diferentes técnicas electroanalíticas, o bien una aplicación concreta de las mismas. En un foro de discusión se comentarán las ventajas e inconvenientes de los distintos métodos seleccionados.

Seminario teórico acerca del desarrollo de un método (electroanalítico) para la resolución de un problema medioambiental, agroalimentario o referente al análisis de principios activos de uso humano o veterinario.

Seminario sobre avances en electroanálisis. Trabajo que será desarrollado por todos los alumnos, en grupos de cuatro, dividiendo por técnicas.

<i>Secuenciación de bloques temáticos y temas</i>
BLOQUE 1: INTRODUCCIÓN A LOS MÉTODOS ELECTROQUÍMICOS Y COMPLEMENTOS DE CONOCIMIENTOS
Tema 1.- Introducción a los métodos electroquímicos. Generalidades. Reacción electroquímica, tipos. Leyes de la electrólisis. Transporte de materia al electrodo. Leyes de Fick. Hipótesis de Nernst. Ecuaciones i-E para sistemas reversibles, ejemplos. Reacciones controladas por la velocidad de transferencia electrónica. Ecuación de Butler-Volmer. Teoría del complejo activado. Ecuaciones de las curvas i-E para sistemas lentos. Clasificación de las técnicas electroanalíticas. Instrumentación
Tema 2.-Amperometría. Introducción. Valoraciones amperométricas. Generalidades. Clasificación. Tipos de valoraciones: Con un electrodo indicador a potencial constante. Con dos electrodos indicadores a un incremento de potencial constante (biamperometrías). Valoraciones con indicadores amperométricos.
BLOQUE II. VOLTAMPEROMETRIA I. POLAROGRAFÍA DE MUESTREO
Tema 3.-Voltamperometría (1). Introducción. Fundamento de la polarografía de muestreo o polarografía tast. . Polarografía derivada. Polarografía rápida. Aplicaciones.
BLOQUE II. VOLTAMPEROMETRIA II. TÉCNICAS DE SEÑALSUPERIMPUESTA
Tema 4.-Voltamperometría (2). Polarografía de pulsos: Normal y diferencial de pulsos. Fundamento. Características. Aplicaciones. Otras técnicas: Onda cuadrada.
Tema 5.- Voltamperometría (3) Polarografía de tensión alterna superpuesta. Fundamento. Aplicaciones.
BLOQUE III. VOLTAMPEROMETRIA BARRIDOLINEAL O CÍCLICO
Tema 6.-Voltamperometría (4). Voltamperometría cíclica y voltamperometría de barrida lineal. Fundamento. Tipos. Técnicas más utilizadas. Aplicaciones.
BLOQUE IV. TÉCNICAS DE REDISOLUCIÓN
Tema 7.-Voltamperometría (5). Voltamperometría de redisolución. Fundamento. Tipos. Técnicas más utilizadas. Aplicaciones.
BLOQUE V. CRONOTECNIAS
Tema 8.-Cronotecnias: Cronoamperometría. Cronopotenciometría. Cronoculombimetría. Fundamentos. Tipos. Aplicaciones
BLOQUE VI. ELECTRODOS MODIFICADOS

Tema 9.- Sensores electroquímicos. Introducción. Electrodo modificado. Visión general. Tipos de electrodo modificado. Aplicaciones. Electrodo enzimático. Características. Aplicaciones. Biosensores. Clasificación. Campos de aplicación.
BLOQUE VII. APLICACIONES “IN VIVO”
Tema 10.- Electroanálisis in-vivo. Técnicas más empleadas. Voltamperometría, ejemplos de aplicaciones, Miniaturización de electrodo selectivo para monitorización in-vivo. Monitorización in-vivo.
BLOQUE VIII. ESPECTROELECTROQUÍMICA Y DETECCIÓN ELECTROQUÍMICA
Tema 11.- Espectroelectroquímica. Principios. Aplicaciones.
Tema 12.-Detección electroquímica en continuo. Introducción. Detectores. Aplicaciones.
BLOQUE IX. PRACTICAS DE LABORATORIO Y ORDENADOR
13.- Determinación conjunta de Cd(II) e In(III) por polarografía derivada (“zero crossing”) utilizando la técnica diferencial de pulso.
14.-Determinación simultánea de Cu(II), Pb(II), Cd(II) y Zn(II) en un agua potable mediante voltamperometría de redisolución anódica.
15.-Determinación de furaltadona en orina
16.-Determinación de Co(II) mediante la utilización de un electrodo de pasta de carbono modificado con o-fenantrolina.
17.- Determinación de Cloranfenicol en leche utilizando un electrodo de fibra de carbono. Fabricación y activación del electrodo.
18.-Programa iterativo de ordenador sobre técnicas electroanalíticas

<i>Interrelación</i>			
Requisitos (Rq) y redundancias (Rd)		Tema	Procedencia
Conocimientos de reacciones redox, potenciales de electrodo, electroquímica básica.	Rq	1	Química Física, Química Analítica
Voltamperometría de redisolución.	Rd	7	Análisis de elementos traza (4º optativa)
Principios básicos de electroquímica analítica	Rq, Rd	1,2	Análisis Instrumental (3º curso)
Fundamentos de la coulombimetría	Rq	8	Análisis Instrumental (3º curso)
Modos de detección electroquímica en técnicas separativas	Rd	11	Técnicas Analíticas de Separación (4º curso)

oooo

IV. Metodología docente y plan de trabajo del estudiante

<i>Actividades de enseñanza-aprendizaje</i>				<i>Vinculación</i>	
<i>Descripción y secuenciación de actividades</i>	<i>Tipoⁱⁱ</i>		<i>Dⁱⁱⁱ</i>	<i>Tema</i>	<i>Objet.</i>
1. PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA	GG	C-E	1	Todos	Todos
2. EXPOSICIÓN TEMA 1: "INTRODUCCIÓN A LOS MÉTODOS ELECTROANALÍTICOS"	GG	T	3	1	1,9,11,1 2,13,6
3. ESTUDIO Y RESOLUCIÓN PROBLEMAS, TEMA 1	NP	T-P	4	1	1,2,9,11, 12,13,6
4. RESOLUCIÓN DE CUESTIONES Y PROBLEMAS	GG	T-P	1	1	1,2,9,11, 12,13,6
5. EXPOSICIÓN TEMA2: "AMPEROMETRIAS"	GG	T	2	2	1,9,11,1 2,13,6
6. ESTUDIO TEMA 2, PROBLEMAS Y CUESTIONES	NP	T-P	3	1,2	1,2,9,11, 12,13,6
7. RESOLUCIÓN PROBLEMAS TEMA 2	GG	T-P	1	2	1,2,9,11, 12,13,6
8. TUTORIAS	Tut	T	1	1-2	
9. RESOLUCIÓN DE DUDAS Y EVALUACIÓN DE LOS TEMAS 1 Y 2	GG	T- P,C- E	1	1,2	1,9,11,1 2,13,6
10. EXPOSICIÓN TEMA 3 :VOLTAMPEROMETRIA (1)	GG	T	2	3	1,9,11,1 2,13,6
11. COMPLETAR ASPECTOS DEL TEMA 3 CON INDICACION DE LA BIBLIOGRAFIA Y ESTUDIO	NP	T-P, C-E	4	3	1,9,11,1 2,13,6
12. RESOLUCIÓN DE DUDAS Y EVALUACIÓN DEL TEMA 3	GG	T-P	1	3	1,9,11,1 2,13,6
13. EXPOSICIÓN TEMA 4 y 5 "VOLTAMPEROMETRIA (2) y VOLTAMPEROMETRÍA (3)."	GG	T	4	4,5	1,9,11,1 2,13,6
14. PREPARACIÓN ASPECTOS COMPLEMENTARIOS A LOS TEMAS 4 Y 5	NP	T-P,	3	4,5	1,9,11,1 2,13,6
15. TUTORIA	Tut	T-P	1	2-5	1,9,11,1 2,13,6
16. EXPOSICIÓN TEMA 6: "VOLTAMPEROMETRIA (5)"	GG	T	4	6,7	1,9,11,1 2,13,6
17. PREPARACIÓN ASPECTOS COMPLEMENTARIOS AL TEMA 6	NP	T-P	3	6.7	1,9,11,1 2,13,6
18. RESOLUCIÓN DUDA 3-6	GG	T-P	1	1,2,3,4 5,6,7	1,9,11,1 2,13,6
19. EXPOSICIÓN TEMA 7: VOLTAMPEROMETRIA	GG	T	3	7	1,9,11,1 2,13,6
20. PREPARACIÓN ASPECTOS COMPLEMENTARIOS AL TEMA 6 Y PROBLEMAS	NP	T-P	3	7	1,9,11,1 2,13,6
21. RESOLUCIÓN PROBLEMAS Y DUDAS TEMA 7	GG	T-P	1	7	1,9,11,1 2,13,6
22. PROGRAMA ITERATIVO DE ORDENADOR SOBRE TÉCNICAS ELECTROANALÍTICAS	S	T-P	4	1-7	1,2,4,6,9 ,11,15,1 6
23. ELABORACIÓN DE MEMORIA DEL PROGRAMA INTERACTIVO DE ORDENADOR	NP	T-P	2	1,3-7	1,2,4,6,9 ,11,15,1 6
24. TURORIA	Tut	T- P,T- P	1.5	1-7	2,9,11

25. EXPOSICIÓN TEMA 8:CRONOTECNICAS	GG	T	3	8	1,9
26. PREPARACIÓN ASPECTOS COMPLEMENTARIOS AL TEMA 7	NP	T-P	3	8	1,9
27. EXPOSICIÓN TEMA 9:SENSORES ELECTROQUÍMICOS	GG	T	3	9	1,10
28. PREPARACIÓN ASPECTOS COMPLEMENTARIOS AL TEMA 9	NP	T-P	3	9	1,10
29. RESOLUCIÓN DUDAS	GG	T-P	1	9	TODOS
30. TUTORIAS	Tut	T-.P	1	9	TODOS
31. BREVE EXPOSICIÓN DEL TEMA 10:ELECTROANÁLISIS IN VIVO,	GG	T	0.5	10	1,9,10
32. COMPLETAR EL TEMA 10. Y ESTUDIO	NP	T-P	3	10	1,9,10
33. TUTORIAS	Tut	T-P	1	10	6
34. BREVE EXPOSICIÓN DEL TEMA 11:ESPECTROELECTROQUIMICA (se le dara a los alumnos las lineas generales del tema , y un grupo de cuatro alumnos lo desarrollan y expondrán)	GG	T	0.5	11	1,9,14,16
35. COMPLETAR ASPECTOS TEMA 11 PARA TRABAJO DE EXPOSICIÓN DE ALUMNOS	NP	T-P	4	11	11
36. EXPOSICIÓN DEL TRABAJO TEMA 11 (por el grupo de cuatro alumnos)	GG	T-P	1	11	11
37. TRABAJO DE EXPOSICIÓN DEL TEMA12.DETECCIÓN ELECTROQUÍMICA EN CONTINUO. (CUATRO ALUMNOS)	NP	T-P	4	12	1,9,14,16
38. EXPOSICIÓN DEL TRABAJO DEL TEMA12.DETECCIÓN ELECTROQUÍMICA EN CONTINUO. (CUATRO ALUMNOS)	GG	T-P	1	12	6,7,11
39. TUTORIAS	Tut	T-P	2	12	6,7,11
40. PREPARACION DE OTROS TRABAJOS	NP	T-P,	6	8-12	12,13,14,16
41. EXPOSICIÓN DE TRABAJOS DE ALUMNOS	GG	T-P	2	8-12	12,13,14,16
42. INICIO SESIONES PRÁCTICAS	GG	C-E	1	13-17	todos
43. PRACTICAS N° 1 (DETERMINACIÓN CONJUNTA DE CD(II) E IN(III) POR POLAROGRAFIA DERIVADA (“ZERO CROSSING”))	NP	T-P	2	13	2,3,4,5,6,7,8.,14,15
44. PRACTICAS N° 1 (DETERMINACIÓN CONJUNTA DE CD(II) E IN(III) POR POLAROGRAFIA DERIVADA (“ZERO CROSSING”))	S	P	3	13	2,3,4,5,6,7,8.,14,15
45. EXAMEN DE PRACTICAS	S	T-P	0.5	13	
46. ELABORACIÓN DE MEMORIA DE PARACTICA REALIZADO DETERMINACIÓN CONJUNTA DE CD(II) E IN(III) POR POLAROGRAFIA DERIVADA (“ZERO CROSSING”))	NP	T-P	1	14	2,3,4,5,6,7,8.,14,15
47. PRACTICA N° 2. DETERMINACIÓN SIMULTANEA DE CU(II), PB(II), CD(II) Y ZN(II) EN UN AGUA POTABLE MEDIANTE VOLTAMPEROMETRÍA DE REDISOLUCIÓN ANÓDICA.	NP	P	2	14	2,3,4,5,6,7,8.,14,15

48. PRACTICAS N° 2 DETERMINACIÓN SIMULTANEA DE CU(II), PB(II), CD(II) Y ZN(II) EN UN AGUA POTABLE MEDIANTE VOLTAMPEROMETRÍA DE REDISOLUCIÓN ANÓDICA.	S	P	3	14	2,3,4,5,6,7,8.,14,15
49. EXAMEN TEORICO	S	T-P	0.5	14	3,5,6,9
50. ELABORACIÓN DEL INFORME DE PRÁCTICAS. DETERMINACIÓN SIMULTANEA DE CU(II), PB(II), CD(II) Y ZN(II) EN UN AGUA POTABLE MEDIANTE VOLTAMPEROMETRÍA DE REDISOLUCIÓN ANÓDICA.	NP	T-P	1	14	2,3,4,5,6,7,8.,14,15
51. PRACTICAS N° 3 DETERMINACIÓN DE FURALTADONA EN ORINA	NP	T-P	2	15	2,3,4,5,6,7,8.,14,15
52. PRACTICAS N° 3 DETERMINACIÓN DE FURALTADONA EN ORINA	S	P	4	15	2,3,4,5,6,7,8.,14,15
53. ELABORACIÓN DEL INFORME DE PRÁCTICAS PRACTICAS N° 3 DETERMINACIÓN DE FURALTADONA EN ORINA	NP	T-P	1	15	2,3,4,5,6,7,8.,14,15
54. EXAMEN TEORICO	S	T-P	0.5	15	3,5,6,9
55. PRACTICAS N° 4 DETERMINACIÓN DE CO(II) MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN ELECTRODO DE PASTA DE CARBONO MODIFICADO CON O-FENANTROLINA.	NP	T-P	2	16	2,3,4,5,6,7,8.,14,15
56. PRACTICAS N° 4 DETERMINACIÓN DE Co(II) MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN ELECTRODO DE PASTA DE CARBONO MODIFICADO CON O-FENANTROLINA.	S	P	4	16	2,3,4,5,6,7,8.,14,15
57. PRACTICAS N° 4 DETERMINACIÓN DE Co(II) MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN ELECTRODO DE PASTA DE CARBONO MODIFICADO CON O-FENANTROLINA.	NP	T-P	1	16	2,3,4,5,6,7,8.,14,15
58. EXAMEN	S	T-P	0.5	16	2,3,4,5,6,7,8.,14,15
59. ELABORACION DE MEMORIA	NP	T-P	1	16	2,3,4,5,6,7,8.,14,15
60. PRACTICAS N° 5 DETERMINACIÓN DE CLORANFENICOL EN LECHE UTILIZANDO UN ELECTRODO DE FIBRA DE CARBONO. FABRICACIÓN Y ACTIVACIÓN DEL ELECTRODO	NP	T-P	2	17	2,3,4,5,6,7,8.,14,15
61. PRACTICA N° 5. DETERMINACIÓN DE CLORANFENICOL EN LECHE UTILIZANDO UN ELECTRODO DE FIBRA DE CARBONO. FABRICACIÓN Y ACTIVACIÓN DEL ELECTRODO.	S	P;V	4	17	2,3,4,5,6,7,8.,14,15
62. EXAMEN	S	T-P	0.5	17	2,3,4,5,6,7,8.,14,15

63. ELABORACION DE MEMORIA PRACTICA N° 5. DETERMINACIÓN DE CLORANFENICOL EN LECHE UTILIZANDO UN ELECTRODO DE FIBRA DE CARBONO. FABRICACIÓN Y ACTIVACIÓN DEL ELECTRODO.	NP	T-P	1	17	2,3,4,5,6,7,8.,14,15
64. SEMINARIO: EXPOSICIÓN ACERCA DE COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LOS TRABAJOS EXPERIMENTALES (SE SELECCIONARÁ UNA PRÁCTICA DE LAS REALIZADAS)	S	T-P	1	A elegir una práctica de las realizadas	2,3,4,5,6,7,8.,14,15
65. ELABORACIÓN FINAL DE LA MEMORIA DE PRÁCTICAS	NP	T-P, C-E	4	13-17	2,3,4,5,6,7,8.,14,15
66. TUTORIA	Tut	T-P	1	TODOS	TODOS
67. EXAMEN FINAL	GG	T-P, C-E	4	Todos	TODOS

<i>Distribución del tiempo (ECTS)</i>		<i>Dedicación del alumno</i>			<i>Dedicación del profesor</i>	
<i>Distribución de actividades</i>		<i>Nº alumnos</i>	<i>H. presenciales</i>	<i>H. no presenc.</i>	<i>H. presenciales</i>	<i>H. no presenc.</i>
Grupo grande (Más de 20 alumnos)	Coordinación/evaluación	30	6 (4+1+1)	---	6	10
	Teóricas	30	25	45	25	30
	Prácticas/seminarios	30	11		11	11
	subtotal	30	42	45	42	51
Seminario - Laboratorio (6-20 alumnos)	Coordinación/evaluación					5
	Teóricas/seminarios		---	---		
	Prácticas	6-9	25.5	18	76.5	10
	subtotal	6-9	25.5	18	76.5	15
Tutoría ECTS (1-5 alumnos)	Coordinación/evaluación	---				10
	Teóricas	5	5.5	5.5		
	Prácticas	5	3	3.0		10
	Subtotal	5	8.5	8.5	51	20
Tutoría comp. y preparación de ex. (VII)		1		22	6	15
Totales			77 (3.1 ECTS)	93.5 (3.7 ECTS)	175.5	101

*Otras consideraciones metodológicas**

Recursos y metodología de trabajo en las actividades presenciales

Se le entregará al inicio de cada tema el material utilizado en la exposición que tendrá lugar por el profesor, así como un guión de los aspectos que deberán completar por sí mismo con la ayuda de bibliografía, páginas web, etc... Las dudas generadas en la preparación así como los problemas propuestos, que se les entregará previamente, se discutirán en clase.

Por otra parte, los alumnos realizarán, en pequeños grupos, trabajos que expondrán a sus compañeros.

Recursos y metodología de trabajo en las actividades semi-presenciales y no presenciales

Desarrollo de pequeños programas que recojan las dudas más frecuentes de los compañeros y su utilización posterior, con ello se pretende desarrollar su capacidad de síntesis y selección de los conceptos más importantes.

Recursos y metodología de trabajo para los alumnos que no han alcanzado los requisitos

Se organizarán tutorías, al margen de las regladas, con objeto de analizar, evaluar y corregir las dificultades en el proceso de aprendizaje para proponer metodologías alternativas para su superación.

Recursos y metodología de trabajo para desarrollar competencias transversales

Trabajos en grupo permitirán el desarrollo de trabajo en equipo y capacidad de expresión de forma rigurosa sistemática y ordenada, así como su exposición utilizando presentaciones tipo power point.

V. Evaluación

<i>Criterios de evaluación*</i>	<i>Vinculación*</i>	
	<i>Objetivo</i>	<i>CC^{iv}</i>
Descripción		
Conocimiento y comprensión de los contenidos teóricos de la asignatura	TODOS	60%
Resolución de problemas	2,3,3,9	10%
Prácticas de Laboratorio	2,3,4,5,6, 7,8,10	30%
Memoria de prácticas de Laboratorio	5,8,7	
Exposición de trabajos	TODOS	(10%)

<i>Actividades e instrumentos de evaluación</i>		
Seminarios y Tutorías ECTS	<ul style="list-style-type: none"> Resolución de Problemas Trabajos experimentales y elaboración de Memoria de prácticas Trabajos bibliográficos 	
Examen final	<ul style="list-style-type: none"> Valoración mediante una prueba teórica y problemas de los contenidos de la asignatura 	
Examen final	<ul style="list-style-type: none"> Valoración de los conocimientos en contenidos prácticos adquiridos mediante examen teórico para aquellos alumnos que no hayan superado las prácticas por curso 	

VI. Bibliografía

Bibliografía de apoyo seleccionada

BIBLIOGRAFÍA:

Química Electroanalítica. Fundamentos y Aplicaciones. J.M. Pingarrón Carrazón y P. Sánchez Batanero. Editorial Síntesis S.A. Madrid, 1999.

Electroquímica Analítica. B.H. Vassos y G.E.Wing. Ed. Limusa. 1987

Analytical Electrochemistry. J. Wang. Las cruces. N.M. 1994

Electrochemistry Principles, Methods, and Applications. C.M.A. Brett and A. M. Oliveira Brett. Oxford University Press N.Y. 1994

Electrochemical Methods. Fundamentals and Application. A.J. Bard and L.R. Faulkner. Ed.J. Wiley and Sons, Inc. Diciembre 2000

Polarography and other Voltammetric Methods. T. Riley and A. Watson. Ed. J. Wiley and Sons 1987.

Modern Polarographic Methods in Analytical Chemistry. Ed. Marcel Dekker.N.Y. 1964

Análisis Instrumental, Skoog y Leary. Ed. Mc Graw Hill.1993

Química Analítica, Skoog y West Ed. Mc Graw Hill.1988

Electroanalytical stripping methods, K.H. Brainina and E. Neyman. Chemical Analysis vol 126. J. Wiley & Sons. 1993.USA

Química Electroanalítica. Fundamentos y aplicaciones. P. Sánchez Batanero. Alhambra Universidad. 10ª Ed. Madrid, 1981.

Las Reacciones Electroquímicas. G. Charlot, J. Badoz-Lambling y B. Tremillon. Ed. Toray Masson S.A. Barcelona. 1969

Laboratory Techniques in electroanalytical chemistry. P.T Kissinger and W.r.Heineman 2ª edición M. Dekker, inc 1996. N.Y. USA

*Bibliografía o documentación de lectura obligatoria**

Química Electroanalítica. Fundamentos y Aplicaciones. J.M. Pingarrón Carrazón y P. Sánchez Batanero. Editorial Síntesis S.A. Madrid, 1999.

Análisis Instrumental, Skoog y Leary. Ed. Mc Graw Hill.1993

Química Analítica Skoog y West, Mc Graw Hill.1988

*Bibliografía o documentación de ampliación, sitios web...**

Polarography and other Voltammetric Methods. T. Riley and A. Watson. Ed. J. Weley and Sons 1987.

Códigos.-

ⁱ *CET: Competencias Específicas del Título* (véase el apartado de Contextualización curricular)

ⁱⁱ *Tipos de actividades:* GG (Grupo Grande); S (Seminario o Laboratorio); Tut (Tutoría ECTS); No presenciales (NP); C-E, I (Coordinación o evaluación); T, II (Teórica de carácter expositivo o de aprendizaje a partir de documentos); T, III (Teórica de discusión); P, IV (Prácticas basadas en la solución de problemas); P, V (Prácticas basadas en la observación, experimentación, aplicación de destrezas, estudio de casos...); P, VI (Prácticas con proyectos o trabajos dirigidos); T-P, VII (Otras teórico-prácticas).

ⁱⁱⁱ *D: Duración* en sesiones de 1 hora de trabajo presencial o no presencial (considerando en cada hora 50-55 minutos de trabajo neto y 5-10 de descanso).

^{iv} *CC: Criterios de Calificación* (ponderación del criterio de evaluación en la calificación cuantitativa final).