

Dades de l'assignatura

Any acadèmic	Codi d'assignatura	Nom	Crèdits	Plans on pertany	Idiomes
2010 - 2011	100998	Tècniques instrumentals	6	816 - Graduat en Microbiologia	Català, Castellà

Professor/a de contacte

Nom: Inmaculada Ponte Marull
Departament: BIOQUÍMICA I BIOLOGIA MOLECULAR
Despatx: C2/423
Adreça de correu: Inma.Ponte@uab.cat

Prerequisits

No hi ha prerequisits per a aquesta assignatura. Es recomana repassar els conceptes bàsics de Bioquímica de primer curs, sobretot les característiques físico-químiques de les macromolècules

No hay prerequisites para esta asignatura. Se recomienda repasar los conceptos básicos de Bioquímica de primer curso sobretodo las características físicoquímicas de las macromoléculas

Contextualització i objectius

L'objectiu general és que l'alumne conegui les tècniques instrumentals que es desenvolupen en un laboratori i que poden necessitar a la llarg dels seus estudis i activitat professional.

Aquest objectiu es pot concretar en:

- Adquirir i comprendre el fonament teòric de les principals tècniques instrumentals
- Aplicació d'aquestes tècniques en l'àmbit de la Microbiologia.
- Potenciar la capacitat d'auto aprenentatge de l'alumne. L'alumne ha d'aprendre a obtenir informació i adquirir l'hàbit d'usar aquesta informació críticament.
- Augmentar l'interès de l'alumne per l'aspecte tècnic de la ciència. L'alumne haurà de ser capaç de relacionar els principals avenços tecnològics amb els principals avenços en ciències i la seva repercussió en la societat

El objetivo general es que el alumno conozca las técnicas instrumentales que se desarrollan en un laboratorio y que pueden necesitar a la largo de sus estudios y actividad profesional.

Este objetivo se puede concretar en:

- Adquirir y comprender el fundamento teórico de las principales técnicas instrumentales
- Aplicación de estas técnicas en el ámbito de la Microbiología.
- Potenciar la capacidad de auto aprendizaje del alumno. El alumno debe aprender a obtener información y adquirir el hábito de usar esta información críticamente.
- Aumentar el interés del alumno por el aspecto técnico de la ciencia. El alumno deberá ser capaz de relacionar los principales avances tecnológicos con los principales avances en ciencias y su repercusión en la sociedad

Competències i resultats d'aprenentatge de l'assignatura

Codi	Tipus	Nom de la competència	Resultats d'aprenentatge
1740:E06	E	Aplicar les metodologies adequades per aïllar, analitzar, observar, cultivar, identificar i conservar microorganismes d'ambients, aliments i productes o objectes elaborats per l'home	1740:E06.01 - Conèixer les bases de les tècniques que s'utilitzen per a l'anàlisi dels components cel·lulars, dels virus i dels productes microbians 1740:E06.02 - Conèixer el funcionament d'equips de microscòpia, cromatografia, filtració, diàlisi, citometria, espectroscòpia, electroforesi, amplificació i seqüenciació de DNA, entre d'altres 1740:E06.03 - Identificar els principis i els mètodes de preparació de mostres en microscòpia electrònica
1740:E07	E	Utilitzar tècniques moleculars i immunològiques per a la caracterització de microorganismes i materials d'origen biològic	1740:E07.01 - Identificar les tècniques adequades per detectar, quantificar i purificar molècules biològiques i per determinar l'estructura de les proteïnes 1740:E07.02 - Assimilar els principis bàsics de l'espectrometria de masses i les seves aplicacions 1740:E07.03 - Identificar els medis de cultiu, els tipus de cultiu i la separació i el clonatge de cèl·lules eucariotes i la generació d'anticossos monoclonals
1740:T03	T	Identificar i resoldre problemes	1740:T03.00 - Identificar i resoldre problemes

Continguts de l'assignatura

Tema 1. Tècniques cromatogràfiques. Introducció. Fonaments i característiques. Tipus de cromatografia: de repartiment, de filtració en gel, d'intercanvi iònic, hidrofòbica, afinitat. Cromatografia líquida d'alta resolució (HPLC). Cromatografia de gasos.

Tema 2: Centrifugació. Fonaments. Coeficient de sedimentació. Factors de què depèn el coeficient de sedimentació. Ecuació de Svedberg. Instrumentació: ultracentrífuga preparativa i analítica. Rotors de centrifuga preparativa: flotants, angulars, verticals. Ultracentrifugació diferencial (fraccionament cel·lular). Ultracentrifugació zonal en gradients de densitat.

Tema 3: Estratègies de purificació de macromolècules. Etapes de purificació. Optimització de cada etapa. Tècniques preparatives de proteïnes. Tècniques preparatives d'àcids nucleics: DNA plasmídic, DNA de bacteriòfag, DNA genòmic, RNA total i RNA missatger.

Tema 4: Espectroscòpia d'absorció electrònica. Propietats de la radiació electromagnètica. Interacció de la radiació amb la matèria. Absorció / dispersió. Principis bàsics Espectroscòpia d'absorció electrònica Aspectes quantitius de les mesures d'absorció (Llei de Lambert-Beer). Espectrofotòmetres. Anàlisi espectroscòpic de biopolímers.

Tema 5: Tècniques electroforètiques. Electroforesi de proteïnes: Electroforesi SDS-PAGE, Electroenfoc, Bidimensional, Nativa. Electroforesi d'àcids nucleics: natives, desnaturalitzants, camp polsant, gradient tèrmic, electroelució. Tincions i mètodes de detecció.

Tema 6. Espectrometria de masses. Càlcul del pes molecular per espectrometria de masses. Tècniques per biopolímers.

Tema 7: Tecnologia del DNA Recombinant. Modificació *in vitro* d'àcids nucleics per diferents tipus d'enzims: endonucleases (nucleasa S1, Bal 31, enzims de restricció), exonucleases, polimerases, altres. Esquema general d'un clonatge. Característiques de l'hoste. Transferència del DNA a l'hoste. Tipus de vector. Identificació específica de molècules: Western, Southern, Northern, Southwestern, Microarrays. Llibreries genòmiques. Llibreries de c-DNA. Seqüenciació del DNA.

Tema 8: Reacció en cadena de la polimerasa: PCR. Fonaments de la tècnica. Especificitat i rendiment. Disseny dels encebadors. Efecte "plateau". Optimització de la reacció: Seqüenciació, Mutagènesi, PCR *in situ*, RT PCR, Real time PCR, Ligation mediated PCR (LM PCR).

Tema 9: Isòtops radioactius. Cinètica de desintegració. Isòtops utilitzats en Bioquímica. Marcatge *in vivo*. Marcatge d'àcids nucleics. Marcatge de proteïnes. Detecció de la radiació. Detectors d'ionització. Comptadors de centelleig. Autoradiografia. Mètodes alternatius a la autoradiografia (phosphorimaging). Protecció en l'ús d'isòtops radioactius. Sistemes quimioluminescència com a alternativa als isòtops radioactius.

Tema 10: Tècniques immunològiques. Preparació d'anticossos monoclonals i policlonals. Reacció antígen-anticòs. Sistemes de detecció. Immunoelectroforesi. Immunoprecipitació. RIA. Elisa.

Tema 11. Microscòpia. Fonaments microscopi electrònic (TEM / SEM). Mètodes de preparació de les mostres. Millora del contrast.

Tema 1. Técnicas cromatográficas. Introducción. Fundamentos y características. Tipos de cromatografía: de reparto, de filtración en gel, de intercambio iónico, hidrofóbica, afinidad. Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). Cromatografía de gases.

Tema 2: Centrifugación. Fundamentos. Coeficiente de sedimentación. Factores de los que depende el coeficiente de sedimentación. Ecuación de Svedberg. Instrumentación: Ultracentrífugas preparativas y analíticas. Rotores de centrifuga preparativa: flotantes, angulares, verticales. Ultracentrifugación diferencial (fraccionamiento celular). Ultracentrifugación zonal en gradientes de densidad.

Tema 3: Estratègies de purificació de macromolècules. Etapes de purificació. Optimització de cada etapa. Tècniques preparatives de proteïnes. Tècniques preparatives de àcids nucleïcs: DNA plasmídic, DNA de bacteriófago, DNA genòmic, RNA total y RNA mensajero.

Tema4: Espectroscopia de absorció electrònica. Propietats de la radiació electromagnètica. Interacció de la radiació amb la matèria. Absorció/dispersió. Principis bàsics Espectroscopia de absorció electrònica Aspectes quantitatius de les mesures de absorció (Ley de Lambert-Beer). Espectrofotòmetres. Anàlisis espectroscòpic de biopolímers.

Tema 5: Tècniques electroforètiques. Electroforesis de proteïnes: Electroforesis SDS-PAGE, Electroenfoque, Bidimensional, Nativa. Electroforesis de àcids nucleïcs, desnaturalitzants, camp pulsant, gradient tèrmic, electroelució. Tincions i mètodes de detecció.

Tema 6. Espectromètria de masses. Càlcul del pes molecular per espectromètria de masses. Tècniques per biopolímer.

Tema 7: Tecnologia DNA Recombinant. Modificació in vitro de àcids nucleïcs per diferents tipus d'enzims: endonucleases (nucleasa S1, Bal 31, enzims de restricció), exonucleases, polimerases, ligases, altres. Esquema general d'un clonatge. Característiques del huésped. Transferència del DNA al huésped. Tipus de vector. Identificació específica de molècules: Western, Southern, Northern, Southwestern, Microarrays. Llibrerías genòmiques. Llibrerías de c-DNA. Secuenciació del DNA.

Tema 8: Reacció en cadena de la polimerasa: PCR. Fundaments de la tècnica. Especificitat i rendiment. Disseny dels cebadors. Efecte "plateau". Optimització de la reacció: Secuenciació, Mutagènesis, PCR in situ, RT PCR, Real time PCR, Ligation mediated PCR (LM PCR).

Tema 9: Isòtops radioactius. Cinètica de desintegració. Isòtops utilitzats en Bioquímica. Marcaje in vivo. Marcaje de àcids nucleïcs. Marcaje de proteïnes. Detecció de la radiació. Detectores de ionització. Contadors de centelleo. Autoradiografia. Mètodes alternatius a la autoradiografia (phosphorimaging). Protecció en l'ús de isòtops radioactius. Sistemes quimioluminescents com alternativa als isòtops radioactius.

Tema 10: Tècniques immunològiques. Preparació d'anticòrps monoclonals i policlonals. Reacció antígen-anticòrps. Sistemes de detecció. Immunoelectroforesis. Immunoprecipitació. RIA. Elisa.

Tema 11. Microscòpia .Fundaments microscopi electrònic (TEM/SEM). Mètodes de preparació de les mostres. Millora del contrast.

Metodologia docent i activitats formatives

Classes de Teoria:

Es faran classes magistrals (30 hores). Mitjançant aquest sistema s'introduiran els conceptes bàsics del temari. S'intentarà, sempre que sigui possible, utilitzar material audiovisual e interactiu que ajudi a la comprensió dels conceptes.

Classes de problemes:

Al llarg del curs es dedicaran 12 hores a sessions de classes de problemes. El grup es dividirà en dos subgrups, les llistes dels quals es faran públiques a començament de curs. Els estudiants assistiran a les sessions programades pel seu grup. A la vegada, cada subgrup es dividirà en equips de treball formats per 3-4 alumnes que es mantindran durant tota l'assignatura.

A començament de semestre es lliurarà a través del Campus Virtual el dossier d'enunciats de problemes. Els equips d'alumnes resoldran els problemes fora de l'horari de classe. Durant les classes, els diferents equips exposaran la resolució dels problemes. En acabar l'exposició, el problema es discutirà i, si s'escau, es corregirà amb la participació de tots els alumnes. El professor/a vetllarà per a què tots els equips tinguin, al llarg del curs, l'oportunitat d'exposar públicament la resolució de problemes. Tal com s'indica en l'apartat d'avaluació, la resolució, exposició pública de problemes, discussió i correcció seran tingudes en compte en la qualificació final, de forma complementària a la nota obtinguda en l'avaluació individual.

Seminaris:

Aquesta activitat es realitzarà amb els mateixos grups ja formats per a l'activitat de problemes i consistirà en la lectura per part dels alumnes d'articles seleccionats prèviament pel professor. Els alumnes hauran de comprendre i analitzar les tècniques utilitzades pels autors de cada article. Es treballarà en grups de 3-4 persones. L'objectiu d'aquesta metodologia és que l'alumne vegi exemples reals de la utilització de les tècniques explicades a classe i sàpiga reconèixer-les i interpretar-les.

Els alumnes hauran de presentar per escrit un resum basat en la resposta a preguntes formulades pel professor sobre les figures i taules de l'article. També es farà una presentació oral per part dels alumnes de l'article treballat davant de la resta d'alumnes i del professor. L'objectiu d'aquesta metodologia és que els alumnes aprenguin a presentar treballs científics en públic, amb l'estructura i el llenguatge adequat. També facilita el diàleg i la discussió entre el professor i els alumnes ajudant a la comprensió dels conceptes adquirits en les classes magistrals. Aquestes presentacions es faran de manera independent en cada un dels subgrups ja establerts per les classes de problemes. Es destinaran 3 hores de classe aquesta activitat.

Clases de Teoría:

Se harán clases magistrales (30 horas). Mediante este sistema se introducirán los conceptos básicos del temario. Se intentará, siempre que sea posible, utilizar material audiovisual e interactivo que ayude a la comprensión de los conceptos.

Clases de problemas:

A lo largo del curso se dedicarán 12 horas a sesiones de clases de problemas. El grupo se dividirá en dos subgrupos, cuyas listas se harán públicas a principios de curso. Los estudiantes asistirán a las sesiones programadas por su grupo. A la vez, cada subgrupo se dividirá en equipos de trabajo formados por 3-4 alumnos que se mantendrán durante toda la asignatura.

A principios de semestre se entregará a través del Campus Virtual el dossier de enunciados de problemas. Los equipos de alumnos resolverán los problemas fuera del horario de clase. Durante las clases, los diferentes equipos expondrán la resolución de los problemas. Al finalizar la exposición, el problema se discutirá y, en su caso, se corregirá con la participación de todos los alumnos. El profesor / a velará para que todos los equipos tengan, a lo largo del curso, la oportunidad de exponer públicamente la resolución de problemas. Tal como se indica en el apartado de evaluación, la resolución, exposición pública de problemas, discusión y corrección serán tenidas en cuenta en la calificación final, de forma complementaria a la nota obtenida en la evaluación individual.

Seminarios:

Aquesta activitat es realitzarà amb els mateixos grups ja formats per a l'activitat de problemes i consistirà en la lectura por parte del alumno de artículos seleccionados previamente por el profesor. Los alumno deberán comprender y analizar las técnicas utilizadas por los autores de cada artículo. Se trabajará en grupos de 3-4 personas,. El objetivo de esta metodología es que el alumno vea ejemplos reales de la utilización de las técnicas explicadas en clase y sepa reconocerlas e interpretarlas.

Los alumnos deberán presentar por escrito un resumen basado la respuesta a preguntas formuladas por el profesor sobre las figuras y tablas del artículo.

También se hará una presentación oral por parte de los alumnos del artículo trabajado al resto de los alumnos y profesor. El objetivo de esta metodología es que los alumnos aprendan a presentar trabajos científicos en público, con la estructura y el lenguaje adecuado. También facilita la el diálogo y la discusión entre el profesor y los alumnos ayudando a la comprensión de los conceptos adquiridos en las clases magistrales. Estas presentaciones se harán de manera independiente en cada uno de los subgrupos ya establecidos para las clases de problemas. Se destinarán 3 horas de clase.

Tipus	Activitat	Hores	Resultats d'aprenentatge
Dirigida	Classe de problemes	12	1740:E06.02 1740:T03.00
Dirigida	Classes Teoria	30	1740:E06.01 1740:E06.02 1740:E06.03 1740:E07.02
Autònoma	Estudia de la materia impartida	80	1740:E06.01 1740:E06.02 1740:E06.03 1740:E07.01 1740:E07.02 1740:E07.03 1740:T03.00
Supervisada	Seminaris	3	1740:E06.03 1740:E07.01 1740:E07.03
Autònoma	elaboració d'un treball escrit (seminari)	19	1740:E06.03 1740:E07.03

Avaluació

Avaluació: L'avaluació de l'assignatura serà continuada i consta de tres mòduls.

1. Mòdul de Teoria (60%). Consta de dues proves parcials que contindran preguntes curtes que permetin relacionar conceptes, definicions i preguntes tipus test. La nota final s'obté per la mitjana de la nota obtinguda en les dues proves.

2. Mòdul de Problemes (25%). Aquest mòdul consta de dos parts:

2.1. Avaluació en equip (10% del total): Es basa en la resolució dels problemes treballats en equip i exposats a classe. La nota obtinguda serà la mateixa per a tots els membres de l'equip, sempre i quan tots ells hagin treballat de forma equivalent. Aquest

aspecte es comprovarà mitjançant una petita enquesta individual i confidencial.

2.2. Avaluació individual (15% del total) mitjançant:dues proves parcials (2-3 problemes per prova parcial).

3. Mòdul de Seminari (15%). L'avaluació d'aquest mòdul serà en equip. S'obtindrà una única nota a partir de l'avaluació del treball escrit i de la presentació oral realitzada per cada un dels subgrups. La nota obtinguda serà la mateixa per a tots els membres de l'equip, sempre i quan tots ells hagin treballat de forma equivalent. Aquest aspecte es comprovarà mitjançant una petita enquesta individual i confidencial.

Les proves escrites de teoria i de problemes es faran conjuntament en les dates programades ja fixades en el calendari. Els alumnes que no superin cada una d'aquestes proves amb una nota igual o superior a 4 podran recuperar-les en la data programada per l'examen de recuperació al final del semestre. Igualment, els alumnes que vulguin millorar nota podran presentar-se a l'examen de recuperació al final del semestre. L'alumne que es presenti a millorar la nota renuncia a la nota obtinguda en els parcials efectuats al llarg del curs.

Consideracions generals sobre l'avaluació:

L'avaluació dels mòduls de Teoria i de Problemes són indistriables i per superar l'assignatura l'alumne ha de participar, i ser avaluat dels dos mòduls. En canvi, per superar l'assignatura no és necessari ser avaluat del mòdul de seminaris.

Els alumnes als quals no els sigui possible participar en l'avaluació continuada per proves parcials i lliuraments de treballs, seran avaluats a l'examen de recuperació previst al final del semestre. Hauran de presentar-se a totes les proves de teoria i problemes programats per aquesta data. Tanmateix, la màxima qualificació que és possible assolir en aquesta situació és equivalent aproximadament al 75% del total de la nota, en no poder cobrir les exigències d'algunes de les competències i resultats d'aprenentatge de l'assignatura.

Per superar l'assignatura és necessari obtenir una qualificació final igual o superior a 5, ja sigui a través de l'avaluació continuada o de la prova final de recuperació.

La revisió de les proves escrites es realitzarà en dia i lloc concertat.

Es considerarà que un alumne obtindrà la qualificació de **No Presentat** si és donà el següent supòsit: "la valoració de totes les activitats d'avaluació realitzades no li hagués permès assolir la qualificació global de 5 en el cas que hagués obtingut la màxima nota en totes elles".

Els alumnes que no puguin assistir a una prova d'avaluació individual per causa justificada i aportin la documentació oficial corresponent al Coordinador de Grau, tindran dret a realitzar la prova en qüestió en un altre data. El Coordinador de Grau vetllarà per la concreció d'aquesta amb el professor de l'assignatura afectada.

Evaluación: La evaluación de la asignatura será continuada y consta de tres módulos.

1. Módulo de Teoría (60%). Consta de dos pruebas parciales que contendrán preguntas cortas que permitan relacionar conceptos, definiciones y preguntas tipo test. La nota final se obtiene por la media de la nota obtenida en las dos pruebas ..

2. Módulo de Problemas (25%). Este módulo consta de dos partes:

2.1. Evaluación en equipo (10% del total): Se basa en la resolución de los problemas trabajados en equipo y expuestos en clase. La nota obtenida será la misma para todos los miembros del equipo, siempre y cuando todos ellos hayan trabajado de forma equivalente. Este aspecto se comprobará mediante una pequeña encuesta individual y confidencial.

2.2. Evaluación individual (15% del total) mediante: dos pruebas parciales (2-3 problemas por prueba parcial).

3. Módulo de Seminarios (15%). La evaluación de este módulo será en equipo. Se obtendrá una única nota a partir de la evaluación del trabajo escrito y la presentación oral realizada por cada uno de los subgrupos. La nota obtenida será la misma para todos los miembros del equipo, siempre y cuando todos ellos hayan trabajado de forma equivalente. Este aspecto se comprobará mediante una pequeña encuesta individual y confidencial.

Las pruebas escritas de teoría y de problemas se harán conjuntamente en las fechas programadas ya fijadas en el calendario. Los alumnos que no superen cada una de estas pruebas con una nota igual o superior a 4 podrán recuperarlas en la fecha programada para el examen de recuperación al final del semestre. Igualmente, los alumnos que quieran mejorar nota podrán presentarse al examen de recuperación al final del semestre. El alumno que se presente a mejorar la nota renuncia a la nota obtenida en los parciales efectuados a lo largo del curso.

Consideraciones generales sobre la evaluación:

La evaluación de los módulos de Teoría y de Problemas son inseparables y para superar la asignatura el alumno debe participar, y ser evaluado de los dos módulos. En cambio, para superar la asignatura no es necesario ser evaluado del módulo de seminarios.

Los alumnos a los que no les sea posible participar en la evaluación continuada por pruebas parciales y entregas de trabajos, serán evaluados examen de recuperación previsto al final del semestre. Deberán presentarse a todas las pruebas de teoría y problemas programados para esta fecha. Sin embargo, la máxima calificación que es posible alcanzar en esta situación es equivalente aproximadamente al 75% del total de la nota, al no poder cubrir las exigencias de algunas de las competencias y resultados de aprendizaje de la asignatura.

Para superar la asignatura es necesario obtener una calificación final igual o superior a 5, ya sea a través de la evaluación continuada o de la prueba final de recuperación.

La revisión de las pruebas escritas se realizará en día y lugar concertado.

Se considerará que un alumno obtendrá la calificación de No Presentado sí se da el siguiente supuesto: "la valoración de todas las actividades de evaluación realizadas no le hubiera permitido alcanzar la calificación global de 5 en el caso de que hubiera obtenido la máxima nota en todas ellas".

Los alumnos que no puedan asistir a una prueba de evaluación individual por causa justificada y aporten la documentación oficial correspondiente al Coordinador de Grado, tendrán derecho a realizar la prueba en cuestión en otra fecha. El Coordinador de Grado velará por la concreción de esta con el profesor de la asignatura afectada.

Activitat	Hores	Pes	Resultats d'aprenentatge
proves escrites	6	75%	1740:E06.01 1740:E06.02 1740:E06.03 1740:E07.01 1740:E07.02 1740:E07.03 1740:T03.00

Bibliografia i enllaços web

- Olivé, J., Casas, J.M., Garcia, J., Guadayol, J.M. Cromatografia i electroforesi. Edicions UPC. Barcelona. 1994
- Coope G. Instrumentos y Técnicas de Bioquímica. Editorial Reverté. Barcelona. 1984
- Freifelder, D. Técnicas de Bioquímica y Biología Molecular. Editorial Reverté. Barcelona. 1991
- García-Segura, JL Técnicas Instrumentales de Análisis en Bioquímica. Editorial Síntesis. Madrid. 1999
- Plummer, D.T. Introducció a la Bioquímica Pràctica. Publicacions UB. 1994
- Skoog, D.A., Holler, F.J., Nieman, A Principios de Análisis Instrumental. 5ª ed. McGraw-Hill. 2001
- Skoog, D.A., Leary, J.J Análisis Instrumental. McGraw-Hill. 1994
- Harlow, E., Lane, D, Antibodies: A Laboratory Manual. Cold Spring Harbor Laboratory. New York. 1988
- Innis, M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, J.J., White, T.J PCR Protocols. A Guide to Methods and Applications. Academic Press. 1990.
- Liddell, E., Weeks, I Antibody Technology. Oxford Bios Scientific Publishers. 1995
- Oliver, R.W. HPLC of Macromolecules. Oxford University Press. Oxford. 1998
- Slater, R.J Radioisotopes in Biology. IRL Press. Oxford. 1990
- Westermeier, RG Electrophoresis in Practice. 3ª ed. Wiley-VCH. 2001
- White BA PCR Protocols. Current Methods and Applications. Humana Press. 1993

Direcciones de interés relacionadas con diferentes técnicas instrumentales:

Aula Virtual de la Autònoma Interactiva: <https://cv2008.uab.cat>

Biorom 2008

<http://www.um.es/bbmbi/AyudasDocentes/bIOromDISCO/indices/index.html>

Roolpi. Tutorial explicativo de la PCR

<http://palou.uib.es/roolpi/docencia/docencia.html>

University of Akron

<http://ull.chemistry.uakron.edu/analytical/index.html>.

