

# Serveis Científico-tècnics de la UB

Montserrat Baucells\*

Els Serveis Científico-tècnics són un centre creat per la Universitat de Barcelona per donar suport a la recerca. Estan a la disposició del mateix organisme, d'altres institucions públiques i de l'empresa privada. Disposen de personal especialitzat i d'un parc instrumental modern amb equips d'alta tecnologia. Aquesta infraestructura permet als Serveis Científico-tècnics donar resposta a una gran varietat de problemes dins el camp de la recerca i el desenvolupament tecnològic.

## Antecedents i creació

L'organigrama, aprovat per acord de la Junta de Govern de març de 1987, va establir una nova organització dels serveis de la UB i va crear els Serveis Científico-tècnics (SCT), nou òrgan que va aplegar un conjunt de serveis d'actuació més específica existents fins aleshores. Amb aquesta actuació es pretenia millorar la infraestructura necessària per al desenvolupament dels programes de recerca, i també, incrementar i millorar les prestacions i la rendibilitat de les inversions fetes en l'adquisició de grans equips, mitjançant la racionalització del seu règim d'exploració.

## Objectius i funcions

Els SCT neixen l'any 1987 amb la voluntat decidida de dotar la Universitat d'una estructura dinàmica i eficaç, amb uns objectius clars i unes finalitats concretes, recollits en el seu reglament, que són els següents:

1. Donar suport a la investigació dels diferents departaments, instituts i serveis de la Universitat de Barcelona, i també a altres centres públics o privats, en el marc dels convenis, concerts o acords que estableixi la Universitat.
2. Desenvolupar investigació metodològica pròpia amb les tècniques experimentals necessàries per millorar i ampliar les prestacions, d'acord amb les directrius de la política científica de la Universitat de Barcelona.
3. Assessorar la comunitat universitària en tot allò que a referència al seu àmbit d'actuació.

Per assolir els objectius esmentats, els SCT porten a terme fonamentalment tres tipus de funcions:

\***Montserrat Baucells** és directora dels Serveis Científico-tècnics de la UB.

**a) Atenció als usuaris i manteniment d'equips.** La tasca més important del personal dels SCT és, sens dubte, l'atenció directa a l'usuari i el fet de procurar donar en cada moment el suport adequat a les seves necessitats, des d'un sistema d'autoservei pensat per a aquells usuaris totalment coneixedors de les tècniques, a un sistema dirigit als usuaris que necessiten una presència puntual i no repetitiva en què el treball és fet majoritàriament pel personal del centre, passant per la formació dels usuaris, que no coneixen les tècniques, però que es preveu que les necessitaran durant un temps presumiblement llarg (normalment tesis doctorals).

El manteniment de l'equipament és una de les responsabilitats que assumeixen els SCT a fi que l'instrumental estigui sempre en condicions òptimes d'utilització i rendibilitat. Els tècnics encarregats d'aquesta tasca ajuden els usuaris amb els seus consells, guien i controlen les manipulacions dels aparells assegurant-ne un bon reglatge i fent les reparacions si és possible.

**b) Investigació aplicada.** A fi de treure el màxim profit de l'instrumental, millorar i augmentar-ne les prestacions i resoldre els problemes que ens plantegen els usuaris, el personal del Centre porta a terme treballs d'investigació pràctica i posada a punt de noves metodologies. Podem dir que, ateses les característiques de funcionament dels SCT, la major part d'aquests treballs de recerca sorgeixen dels estudis fets a petició dels usuaris, i passen a incrementar, per norma general, el nivell de prestacions dels Serveis.

**c) Difusió de coneixements.** Formar i/o informar les persones interessades en el coneixement, el maneig i les possibilitats de les diverses tècniques de què disposen és una de les prestacions dels SCT. Això es porta a terme mitjançant la impartició de cursos intensius, organitzant conferències, xerrades o seminaris, facilitant estades en el mateix centre o en altres centres nacionals o estrangers, d'investigadors o de personal en formació.

## Estructura i gestió

Tal com queda especificat en el seu Reglament, els SCT queden estructurats en quatre seccions: Secció d'Anàlisi Elemental i Molecular, Secció de Microscòpia Analítica Aplicada a la Biomedicina, Secció de Caracterització de Materials, Secció d'Assistència Tecnològica.

Aquestes seccions, al seu torn, s'estructuren en unitats. Cadascuna d'aquestes unitats pot tenir, si cal, una persona responsable (cap d'unitat). La coordinació d'una mateixa secció és responsabilitat del cap de secció o de la direcció dels SCT.

Algunes unitats, a causa de les seves funcions o perquè les circumstàncies ho demanen, depenen directament de la direcció. Aquest és el cas de: Unitat de Resonància Magnètica Nuclear, Unitat de Radioprotecció, Unitat de Veterinària, Unitat de Mecànica, Unitat de Citometria, Unitat de Garantia de Qualitat, Secretaria.

Malgrat la divisió en unitats, aquestes no s'han de mirar com a compartiments estancs sinó com a cel·les d'un mateix conjunt absolutament interrelacionades.

És obvi que avui en dia els projectes de recerca són cada vegada més multidisciplinaris, raó per la qual els usuaris ho són dels Serveis Científico-tècnics i poden utilitzar, amb l'acceptació prèvia com a tals, tota la infraestructura dels SCT tal com s'especifica a la normativa interna.

L'organització de les unitats i del seu camp d'actuació ha de ser, però, suficientment dinàmica a fi que puguin anar evolucionant i adaptant-se a les necessitats de la ciència i la recerca.

## Infraestructura científica i les seves aplicacions

A fi de poder assolir els objectius per als quals els SCT van ser creats, i sobretot perquè aquest suport a la investigació es doni d'una manera àgil, ràpida i eficaç, es necessita, entre altres coses, un parc instrumental adequat. Entre les tècniques de què disposen els SCT cal destacar per la seva rellevància les següents:

### Tècniques microestructurals

**Microscòpia electrònica de transmissió.** Els Serveis de la Universitat de Barcelona disposen, des de fa anys, de tècniques clàssiques de transmissió i escombratge aplicades al camp de la biomedicina i de la geologia. En aquests últims anys, però, s'ha fet un esforç considerable per aplicar la microscòpia electrònica al camp de la física (microelectrònica, ceràmiques, aliatges metàl·lics i superconductors, entre alguns altres). Així, mitjançant la utilització dels diferents modes d'observació dels microscopis electrònics de transmissió de mig voltatge (de 100 kV a 200 kV de voltatge d'acceleració dels electrons), som capaços de:

- Estudiar la morfologia dels materials, de determinar la seva estructura cristal·logràfica (per mitjà de la difracció d'electrons).
- Identificar els defectes presents a la xarxa cristal·lina (dislocacions i macles).
- Analitzar la composició química emprant les tècniques microanalítiques basades en la determinació

de l'energia dels raigs X emesos pel material en ser bombardejat amb electrons (EDS).

Tanmateix, la utilització de les prestacions més avançades d'aquests equipaments (microdifracció i nanodifracció d'electrons) ens permet caracteritzar estructures nanomètriques, i alhora que podem extreure informació quantitativa sobre les regions sotmeses a tensió mitjançant la difracció d'electrons per feix convergent (CBED).

Recentment, la posada a punt d'un nou microscopi d'alt voltatge (300 kV), el primer d'aquestes característiques que s'installa a Espanya ens ha obert el camí cap a l'altra resolució, cosa que permet la identificació de les posicions atòmiques dintre el material, amb una resolució que pot arribar fins a 1,4 Å. A més a més, la correlació de les micrografies obtingudes en el microscopi electrònic amb els resultats de la simulació, ens ha de permetre la modelització de certs paràmetres del material com ara la longitud d'enllaços atòmics o la configuració del nucli de les dislocacions. És, doncs, en l'aplicació rutinària d'aquestes eines de simulació, on s'està treballant actualment.

**Microscòpia electrònica de rastreig.** En el camp de la microscòpia electrònica de rastreig es pot treballar amb diferents accessoris i metodologies, la qual cosa ens permet un nombre molt gran d'aplicacions en el camp de les ciències de la vida i de materials, com per exemple: estudi microestructural intern de matèries orgàniques i inorgàniques, examen de seccions fines i semifines (fins a 1,5  $\mu\text{m}$ ), estudi micromorfològic de superfícies d'espècimens diversos, microestructura d'objectes hidratats, líquids o emulsions, comportament de materials a altes i baixes temperatures, composició elemental (microanàlisi), estudis cristal·logràfics, comportament elèctric de semiconductors.

### Tècniques d'anàlisi de superfície

**Espectrometria de fotoelectrons.** A més de la capacitat analítica dels microscopis de rastreig (EDS), l'interès per l'anàlisi superficial dels materials ens ha dut a la instal·lació d'un espectròmetre de fotoelectrons (ESCA), que ens proporciona informació sobre la composició química de les capes més superficials dels materials, a partir de l'anàlisi d'energia dels fotoelectrons emesos des de la superfície de la mostra en ser bombardejada amb raigs X. La possibilitat d'eliminar aquestes regions superficials mitjançant el bombardeig amb feixos d'ions de gas argó, ens permet extreure informació de regions més internes de la mostra, i per tant, de realitzar un perfil en profunditat de la composició química del material.

**Microanàlisi de raigs X amb sonda d'electrons.** La microanàlisi de raigs X amb sonda d'electrons (Electron

Probe X-ray Microanalysis, EPXMA) és una tècnica que s'utilitza per mesurar la composició química d'un sòlid en un microvolum normalment de l'ordre de la micra cúbica. Ens dona informació de la composició química de la mostra analitzant els fotons emesos en bombardejar-la amb electrons (anàlisi qualitativa i quantitativa). Amb EPXMA es poden detectar quantitats de material molt petites (aproximadament  $10^{-14}$ g).

EPXMA és una tècnica no destructiva que s'utilitza en ciència de materials i metallúrgia per identificar, per exemple, segregacions en fronteres de gra, analitzar precipitats fins a estudiar efectes de difusió i recobriments superficials, etc. Es fa servir també en àrees com la mineralogia, la geoquímica i la biologia.

**Tècniques nanomètriques (microscòpia d'efecte túnel i forces atòmiques).** La miniaturització dels processos industrials i l'interès per sistemes atòmics i moleculars han impulsat noves tècniques, que hem qualificat amb l'adjectiu *nanomètriques*, que tracten amb objectes i sistemes de dimensions de nanòmetres.

Es poden caracteritzar en els SCT tot tipus de mostres en ambients d'aire i líquid, i també seguir la dinàmica de modificacions bé espontànies o bé induïdes per la sonda (nanodentació, nanodipòsit,...).

Dintre les seves aplicacions cal destacar: l'obtenció d'imatges tridimensionals reals (mapes topogràfics) de superfícies amb rugositat inferior a una micra; resolució atòmica en superfícies monocristal·lines sense preparació prèvia de les mostres; en AFM les mostres poden ser o bé conductors o bé aïllants; mesura simultània de la topografia de la superfície i propietats locals: conductivitat, duresa, fricció i adhesió, camp elèctric, camp magnètic, etc.

**Tècniques d'aplicació biomèdica.** En el camp de la biomedicina, la necessitat de treballar cada vegada més en les condicions més properes a *in vivo*, protegint al màxim la natural reactivitat biològica, fa que la línia de congelació sigui imprescindible en un centre modern de microscòpia electrònica, i per aquesta raó, amb la col·laboració de diversos investigadors, s'han posat a punt diverses tècniques de criopreparació, entre les quals destaquen la criofractura de mostres biològiques o materials diversos, amb obtenció de rèpliques de PT-C de la cara fracturada. Aquestes rèpliques són directament observades per transmissió en ME.

També destaquen les tècniques de localització microscòpica de molècules en mostres biològiques com: immunocitoquímica, autoradiografia i hibridació *in situ*, que permeten l'estudi de la distribució o, fins i tot, de la cinètica de molècules diverses en teixits animals i vegetals, cèl·lules en cultiu, bacteris, virus...

**Anàlisi i processament d'imatges.** Lligats inicialment a les tècniques microestructurals es van posar en marxa l'anàlisi i el processament d'imatges, tècniques que amb l'ajut de la informàtica s'han desenvolupat espectacularment, i cada vegada amb més possibilitats.

Es poden processar imatges amb un paquet de rutines desenvolupades pels tècnics dels SCT, que funcionen en l'entorn UNIX i amb X-Windows com a estàndard gràfic, que permeten mesurar una quantitat de paràmetres de forma dels objectes analitzats, i també disposar de tota una sèrie d'aplicacions específiques com digitalitzar, analitzar i, si és el cas, fer impressions de qualitat fotogràfica de les imatges.

## Tècniques instrumentals d'anàlisi

**Tècniques d'anàlisi elemental.** En els Serveis es disposa d'un gran nombre de tècniques instrumentals d'anàlisi. Entre les d'emissió destaca la tècnica amb font d'excitació de plasma d'inducció acoblada, que ens permet, amb l'instrumental de què disposem, l'anàlisi simultània de 30 elements amb límits de detecció de l'ordre de pocs ng/ml, baix nivell d'interferències i un ampli rang dinàmic entorn de  $10^5$  o  $10^6$ .

Una altra tècnica dels SCT, de gran aplicació analítica, és la fluorescència de raigs X (XRF). És una tècnica no destructiva, que es caracteritza perquè té una gran precisió i sensibilitat, la qual cosa la fa apta tant per a l'anàlisi de majors com de traces. És possible analitzar per FRX tots els elements des del pes atòmic 11 (Na).

Una de les tècniques de més aplicació en el camp analític és l'absorció atòmica amb flama o amb atomització electro tèrmica, especialment forn de grafit, que permet l'anàlisi de prop de 70 elements en concentracions que van de ng/ml (ppb) a %.

Les aplicacions de totes aquestes tècniques en el camp de l'anàlisi són múltiples i diverses i ens permeten les anàlisis qualitatives i quantitatives de pràcticament tots els elements de la taula periòdica, en concentracions des d'una part per bilió (ppb) al 100 % en una gran varietat de mostres.

Es poden resoldre problemes especialment complexos com ara:

- Anàlisi d'elements contaminants (As, Hg, Al, Pb, Cr...) en aigües i aliments.
- Anàlisi de substàncies pures.
- Anàlisi de terres rares i metalls preciosos.
- Anàlisi de metalls preciosos.
- Anàlisi de B, C, S, Ps, N i halògens en mostres líquides o sòlides.
- Oligoelements en mostres clíniques (Al, Au, Se...).

**Tècniques d'anàlisi molecular.** Dintre de l'espectroscòpia molecular es disposa de diverses tècniques com la d'infraroig amb transformada de Fourier (IRFT) la qual presenta importants avantatges respecte a la tècnica IR dispersiva, com la realització d'espectres entre  $25.000\text{ cm}^{-1}$  a  $10^{-1}$  i sobretot la possibilitat d'anàlisi de solucions aquoses.

A part dels accessoris per poder treballar amb reflexió total atenuada, reflexió difosa i reflexió especular, també es disposa d'un microscopi acoblat que permet obtenir espectres d'infraroig amb resolució espacial de 10 mm. Mitjançant l'ús de criostat, es poden fer mesures a les temperatures del nitrogen o de l'heli líquid.

L'espectroscòpia Raman també és una tècnica molt utilitzada i complementària de l'infraroig. Es disposa d'un equip d'altres prestacions amb macrocàmera i microscopi, que pot arribar a resolucions espacials d'1 mm. L'equip disposa d'un monocromador triple per alta resolució espectral i detector CCD bidimensional.

Entre les principals aplicacions d'aquestes tècniques podem destacar:

- Estudis estructurals de molècules orgàniques i inorgàniques. Recobriments de superfícies (òptica, microelectrònica, protecció contra la corrosió).
- Estudis de semiconductors, superconductors, pigments, colorants, polímers, detergents, tèxtils, mostres geològiques, anàlisi forense, fases cristal·lines, multicapes, orientacions, defectes, etc.
- Estudis quantitius de mescles.

L'equip de dicroisme circular i dispersió òptica rotatòria permet treballar a les zones de l'ultraviolat i visible, i a diferents temperatures.

Les aplicacions més importants són en proteïnes, pèptids i productes farmacèutics.

El Servei de Ressonància Magnètica Nuclear és també una unitat dels SCT. Aquest Servei de RMN té actualment una sèrie d'instruments que abasten des del camp mitjà fins a camp alt, entre els quals podem trobar equips de 500, 300 i 200 MHz.

Els instruments de camp mitjà permeten la realització de quasi tots els experiments de rutina ( $^1\text{H}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{31}\text{P}$ ), per exemple monodimensionals i alguns altres bidimensionals, com correlacions homonuclears ( $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$ ) i heteronuclears ( $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$ ), ( $^1\text{H}$ - $^{31}\text{P}$ ).

Els instruments amb sonda de detecció inversa poden realitzar espectres de petites mostres tant homonuclears com heteronuclears; a més, la possibilitat d'utilitzar la unitat de gradients permet la realització d'espectres amb excés de soroll de manera que es poden obtenir espectres d'alta qualitat en els quals el tipus d'interacció que s'observa, en altres condicions, podria estar amagat pel soroll.

Entre les principals aplicacions d'aquesta tècnica podem destacar: la determinació estructural i de conformació de compostos orgànics i inorgànics en solució, estudis dinàmics i la determinació quantitativa de mescles.

**Tècniques separatives d'anàlisi.** Els SCT compten també amb una unitat de tècniques separatives d'anàlisi, que permet estudiar la composició de mescles multicomponents. La cromatografia i l'electroforesi capil·lar són les tècniques més destacades.

En els últims anys es treballa en el que s'han anomenat *tècniques enllaçades*, que consisteixen a unir un cromatògraf amb un altre instrument (cromatògraf o no), de manera que treballen seqüencialment sobre la mateixa mostra per aconseguir separacions i anàlisis cada vegada més ràpides i fiables. En aquest camp els SCT disposen de LC-LC, LC-GC, GC-MS, LC-MS, LC-ICP, LC-AA, ICP-MS, Combustió-GC i altres possibles combinacions segons la demanda.

**Tècniques d'anàlisi estructural.** Els SCT disposen de diversos difractòmetres de RX per a les tècniques de monocristall i de pols policristalina, i també un difractòmetre de recerca de materials, adquirit molt recentment. Es tracta d'un equip especialment dissenyat per a l'estudi de creixements epitaxials i de capes primes policristal·lines.

Les tècniques de monocristall s'utilitzen bàsicament per a l'estudi i la determinació d'estructures cristal·lines.

En les tècniques de pols l'aplicació més estesa consisteix en l'anàlisi qualitativa i quantitativa de fases cristal·lines.

El difractòmetre de recerca de materials, equipat amb un goniòmetre de textures, permet d'efectuar alguns dels estudis anteriors, com els d'orientacions preferents i de tensions residuals, més eficaçment; però també permet noves aplicacions quan s'utilitza la seva òptica d'alta resolució, com són: estudis de qualitat de capes, deformació i relaxació de capes monocristal·lines, mesures de gruix de capa i de periodicitat en superxarxes i mesures molt precises de paràmetres de xarxa en monocristalls.

## Tècniques bioquímiques

**Citometria de flux.** Les tècniques de citometria de flux es basen en l'estudi de partícules en suspensió, normalment cèl·lules o components cel·lulars. Es caracteritzen per la seva rapidesa d'anàlisi, cosa que permet l'estudi de grans poblacions i l'obtenció d'estadístiques representatives d'aquestes mostres. Els paràmetres que es mesuren varien del volum i la concentració (comptador de partícules) fins a mesures de fluorescències, naturals o induïdes (citofluorímetre).

El citofluorímetre detecta, a diferència d'altres tècniques, les partícules una per una i, a més, permet separar-

les físicament.

Dins les competències de la citofluorimetria entra també la quantificació d'DNA, RNA i proteïna total en poblacions cel·lulars.

**Microscòpia confocal.** En la microscòpia confocal un feix de llum làser és dirigit a un punt concret del pla focal de la mostra. La llum reflectida per la mostra, o la llum fluorescent emesa, es condueix cap al fotomultiplicador. L'ordinador de l'equip representa l'esmentat punt com un píxel a la pantalla. Fent servir aquest principi, el feix de llum fa un escombratge de la mostra per tal d'aconseguir una imatge sencera digitalitzada (és un microscopi òptic de *scanning*).

Una de les principals aplicacions en el camp de la biomedicina és el marcatge per immunofluorescència, les mesures d'ions (calci), Ph, fer ràtios i establir cinètiques. En el camp de ciències de materials pot ser molt útil en l'estudi de superfícies, de figures, etc.

### Unitat de Garantia de Qualitat

Una de les recents incorporacions al conjunt de recursos disponibles als SCT ha estat la Unitat de Garantia de Qualitat. Aquesta va ser creada el gener de 1994 per tal d'oferir al conjunt del personal de la Universitat de Barcelona les eines necessàries per a la implantació de sistemes de garantia de qualitat (bones pràctiques de laboratori o BPL i normes EN 45000).

La garantia de qualitat es basa en sistemes documentats d'organització i gestió que tenen per objectiu l'obtenció de resultats amb qualitat, integritat i traçabilitat.

La implantació d'aquests sistemes dins de la nostra Universitat es fa necessària atès l'important paper que aquesta té com a centre de suport científic i tècnic a les empreses, i s'ha d'adaptar a les exigències cada vegada més grans d'aquestes si vol continuar prestant aquest suport.

### Assistència tecnològica

Els SCT disposen també d'un taller mecànic i d'electrònic, tots dos en vies d'expansió, a fi de poder donar el suport que necessita qualsevol centre modern d'investigació.

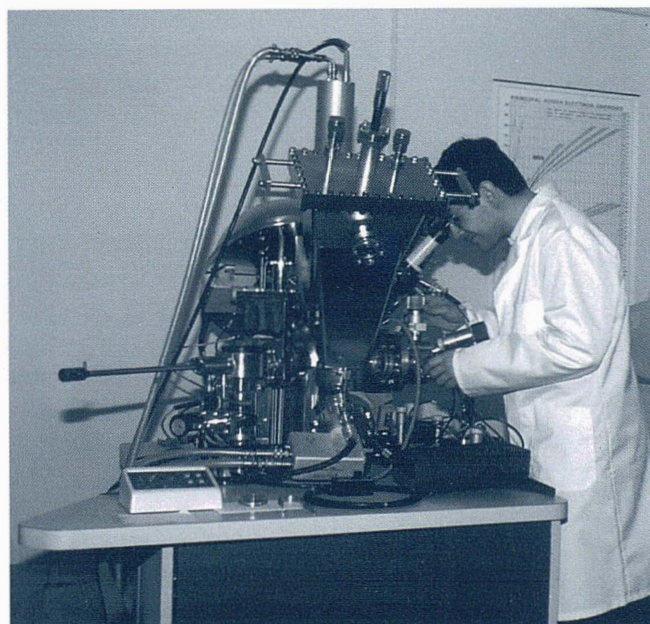
Entre les prestacions que s'ofereixen podem destacar les següents:

- Projecte, disseny, mecanització, muntatge, comprovació i seguiment de prototipus de relativa complexitat per al desenvolupament i suport de diferents tècniques.
- Reparació, ajust i calibratge dels equips de recerca en el seu àmbit.
- Mecanització de peces especials de difícil localització al mercat.

Durant l'any 1995 s'instal·laran en els SCT tres espectròmetres de masses. Un d'ells, amb una font d'excitació de plasma (ICP-MS), permetrà l'anàlisi de pràcticament tots els elements de la taula periòdica en concentracions de l'ordre de ppb (ng/ml) i ppt (pg/ml). Aquesta tècnica serà un excel·lent complement de les tècniques físiques d'anàlisi química actualment existents en els SCT. Un altre dels espectròmetres de masses estarà acoblat a un cromatògraf HPLC, amb interfícies APcI (ionització química a pressió atmosfèrica) i Electrospray, que permeten treballar amb un ampli rang de molècules polars des de pesos moleculars baixos fins a pesos moleculars de prop de 20,000 daltons. Finalment, un tercer espectròmetre de masses per a relació isotòpica permetrà conèixer les relacions H/D,  $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ ,  $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$  i  $^{32}\text{S}/^{34}\text{S}$  principalment en mostres geològiques.

També hi ha la intenció de completar l'instrumental d'anàlisi de superfícies. Les perspectives en aquest camp ens dirigeixen cap a la implantació de tècniques d'espectroscòpia Auger, que completarien l'anàlisi del material per mitjà de l'estudi dels electrons Auger emesos des de les capes més externes dels àtoms quan un feix d'electrons primari incideix sobre una mostra.

Està a punt d'instal·lar-se un seqüenciador d'ADN d'altres prestacions amb el qual s'obrirà una nova unitat en els SCT de biologia molecular.



XPS. Espectròmetre de fotoelectrons