

La recerca en biologia, avui

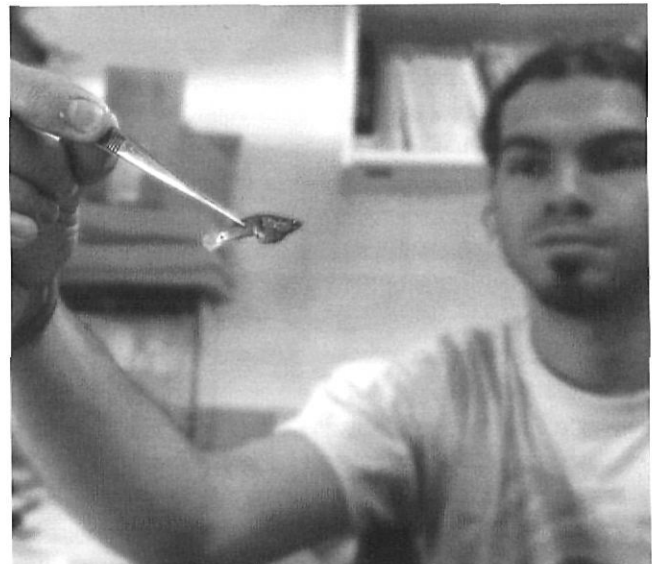
Marissa Molinas i Carles Pla

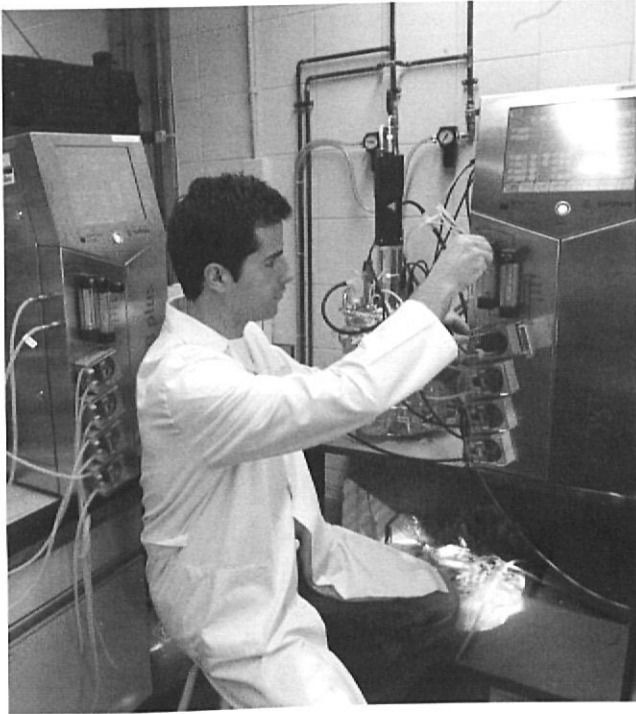
Si la primera meitat del segle XX és de la física, la segona meitat és de la biologia. El descobriment de l'estructura genètica dels àcids nucleics a la dècada dels 50 és el paradigma de la imparable cadena d'avenços que arriba fins als nostres dies. *Genètica, genòmica, proteòmica, medicina molecular, conreus transgènics* són paraules que han entrat a formar part del nostre vocabulari quotidià. La biologia viu, sens dubte, els moments més espectaculars de la seva història. Els genomes es descodifiquen a un ritme accelerat i cada setmana surt a la llum una nova tecnologia que permet abordar antics problemes amb perspectives innovadores. El resultat és un progrés accelerat del coneixement científic, una veritable revolució biotecnològica, que s'estén a totes les branques de les antigues ciències naturals. La Universitat de Girona (UdG), en la mesura de les seves possibilitats, està contribuint al progrés de la revolució biotecnològica, amb els seus grups de recerca i a través de la formació de persones amb capacitat per entendre, valorar i utilitzar els nous avenços.

QUÈ ÉS LA BIOLOGIA

La biologia té per objecte l'obtenció de coneixements sobre els éssers vius. El terme *biologia* apareix a la transició dels segles XVIII-XIX com un concepte integrador per definir «l'estudi de les diferents formes i fenòmens de vida»; i la vida s'entén com a «aquella activitat pròpia de qualsevol sistema amb capacitat per metabolitzar i autoperpetuar-se», una definició que inclou tots els éssers, siguin bacteris, plantes o animals, per diferent que sigui la seva estructura. Si en un principi foren els naturalistes els qui varen proporcionar les bases per a l'estudi de la vida en les seves diferents formes i fenòmens, a final del segle XIX i fruit d'un ventall de nous instruments que van permetre una substancial millora

dels mètodes d'observació i experimentació, es van consolidar diferents branques especialitzades, com la botànica, la zoologia, la microbiologia, la fisiologia o la genètica, que van acabar esdevenint ciències amb identitat pròpia. Aquestes branques clàssiques de la biologia es distribuïen en dos grans grups: per una banda, les que tenien per objectiu l'estudi de funcions centrades en l'individu, que formaven el nucli de l'anomenada biologia fonamental o biologia bàsica; i per l'altra, les que analitzaven les complexes relacions dels organismes en els ecosistemes a través de l'evolució; i si bé totes coincidien en l'objectiu final –l'estudi de les diferents formes i fenòmens de vida–, els punts de vista i la metodologia emprades diferien molt, i en alguns casos diferien enorme-





ment. Però en la segona meitat del segle XX, a partir del descobriment de la doble hèlix de Watson i Crick l'any 1953 i el desxiframent del codi genètic, es va encetar una nova era que va permetre estudiar els fenòmens de la vida a nivell molecular, i s'ha produït una convergència progressiva. Les branques de la biologia fonamental fa temps que han esdevingut plenament ciències moleculars, i també s'hi incorporen a un ritme més lent les branques que estudien els organismes i les seves relacions. Fins i tot ciències com l'antropologia i la paleontologia treballen actualment amb tècniques moleculars. Tot plegat, al llindar del segle XXI, proporciona una visió coherent i unificadora de tots els processos de la vida.

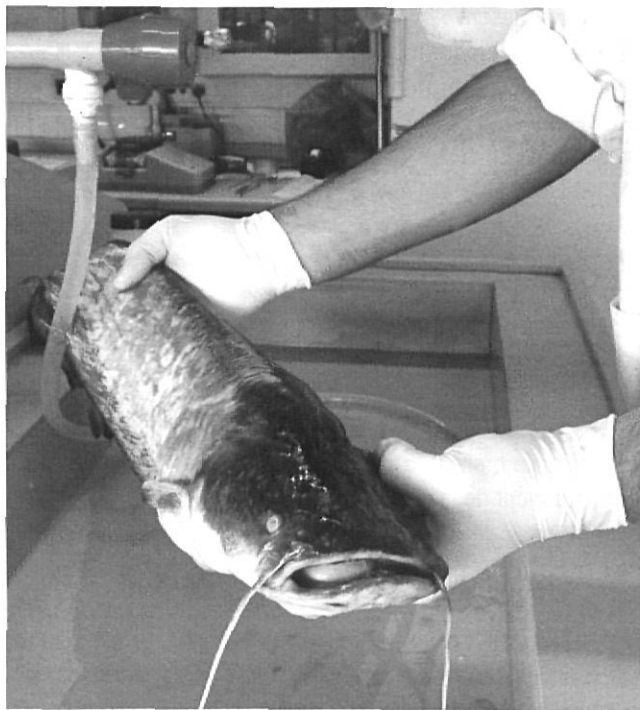
LA UNITAT DE LA BIOLOGIA AL LLINDAR DEL SEGLE XXI

Per explicar la incidència del progrés científic i tecnològic –particularment la capacitat de seqüenciar i descodificar els genomes– en la transformació unificadora de la biologia, analitzarem a continuació com s'ha produït la convergència a nivell molecular de la teoria de l'evolució, l'embriologia i la genètica.

Tots els éssers vius estan subjectes a dos tipus de canvis: els que es produeixen al llarg de milers de milions d'anys i que es manifesten en la diversitat de formes existents (evolució), i els que acompanyen el desenvolupament d'un individu des de la fecundació fins a la formació de l'organisme adult amb bilions de cèl·lules (desenvolupament). L'evolució s'ha documentat amb l'estudi del registre fòssil (paleontologia) i la classificació i comparació de les diferents espècies de plantes (botànica) i animals (zoologia). Els

canvis del desenvolupament han estat principalment objecte d'estudi de l'embriologia. La idea de relacionar l'evolució i l'embriologia té el primer antecedent en la teoria de la recapitulació, de final del segle XIX, segons la qual el desenvolupament d'un organisme reproduceix de forma accelerada el curs de l'evolució. Aquesta idea ja es troba en el pensament de Darwin, que veu en l'embriologia una evidència de l'origen comú de les espècies, però va caldre esperar la biologia molecular per obtenir una visió pròpiament integradora. El primer pas en aquesta línia es va produir durant la dècada de 1940, amb la fusió dels principis de la genètica, ciència que estudia la transmissió hereditària dels caràcters, i els principis de l'evolució basada en el concepte de la selecció natural, en l'anomenada «nova síntesi». Amb la nova síntesi va néixer una nova branca, la genètica de poblacions, que estudia el comportament de les unitats de l'herència, els gens, en relació amb les forces de la selecció natural. Però no va ser fins a la dècada de 1980 que es va començar a investigar el paper dels gens en relació amb el desenvolupament. En aquest període, utilitzant com a model la mosca del vinagre (*Drosophila*), es van caracteritzar milers de mutacions que afecten el desenvolupament i permeten identificar alguns dels principals gens que regulen etapes clau, i entre aquests els anomenats gens *Hox*, responsables de definir les parts de l'embrió. Diversos gens *Hox* s'expressen de manera diferent en les distintes parts de l'embrió, i en determinen el destí. Segons quins gens *Hox* s'expressen, la part corresponent desenvolupa antenes, ales o potes. D'altra banda, l'activació –o desactivació– errònia d'un gen *Hox* porta, per exemple, a la formació de





potes en lloc d'antenes. Però una de les coses que realment va sorprendre els investigadors durant aquells anys va ser constatar que els gens *Hox* no són exclusius de *Drosophila*, sinó que estan presents a tots els animals, siguin mol·luscs, anèlids, artròpodes o cordats. Com que aquests grups zoològics ja existien al període càmbric, cal suposar que els gens *Hox* tenen almenys 500 milions d'anys d'antiguitat. L'elevat grau de conservació genètica entre els éssers vius es fa ben palès quan es comprova que, com els *Hox*, altres centenars de gens importants són comuns a tota l'escala zoològica, i fins i tot tenen homòlegs a plantes, llevats i bacteris. Arran d'aquesta constatació, la biologia es va fer una nova pregunta: com s'ha generat una multitud de formes tan diferents a partir d'un grup relativament petit de gens bàsics comuns? La resposta rau en el poder de les combinacions. Si al llarg del procés embrionari la diversitat d'estructures d'un organisme es genera mitjançant canvis d'expressió en unes o altres cèl·lules d'un conjunt de gens comuns heretats en el moment de la fecundació, també és possible que els canvis evolutius, en bona part, responguin a canvis en els processos reguladors d'un conjunt de gens bàsicament comuns, i no a l'aparició de nous gens amb noves funcions. En altres paraules, la diversitat biològica s'explica més per diferències en la manera de regular els gens que per la presència de gens diferents. Això explicaria, per exemple, perquè els genomes del ximpanzé i l'humà són en un 97% idèntics. Aquesta visió unificadora de la vida a nivell genètic molecular transforma la nostra visió del món.

ELS GENS CONSTRUEIXEN ELS ORGANISMES

Si els gens són unitats d'informació continguda en la seqüència de bases de la cadena de l'ADN, i aquesta informació es tradueix en seqüències exactes d'aminoàcids, com és possible que per mitjà d'aquest mecanisme, aparentment tan simple, es puguin controlar els complexos processos biològics?

La dissecció genètica dels processos biològics passa, en primer lloc, per la identificació dels gens que hi intervenen i, en segon lloc, per l'anàlisi de la funció individual dels gens i de les interaccions que estableixen per formar xarxes complexes que porten el control d'un procés determinat. Però les eines emprades dins la metodologia mendeliana van ser, i són, per si mateixes, insuficients per a aquestes anàlisis. El descobriment de la naturalesa del gen, el coneixement que la informació està continguda en una determinada «seqüència» de bases de l'ADN, va dinamitzar enormement el camp de la genètica. Per poder interpretar la funció de cadascun dels gens individuals i les seves interaccions per regular una funció concreta, es va començar per l'estudi de processos senzills prenent com a model organismes simples com bacteris, fongs o llevats. En aquest sentit, el bacteri *Escherichia coli* va demostrar ser una espècie molt útil per al desxiframent genètic de moltes funcions vitals. Va permetre demostrar que grups de gens localitzats junts en el cromosoma, els operons, controlen processos bioquímics concrets. El 1961, Jacob i Monod van descriure com funciona l'anomenat «operó lactosa», format per tres gens que permeten el catabolisme





de la lactosa, perquè aquests gens s'expressin únicament quan hi ha lactosa al medi. Per primera vegada es va demostrar com respon genèticament un organisme davant les necessitats del medi. La publicació de l'estudi sobre l'operó lactosa va estimular la recerca de gens implicats en funcions bàsiques d'*E. coli* com la replicació o la reparació de l'ADN, les rutes del metabolisme, etc.

El desenvolupament de l'enginyeria genètica ha estat decisiu en l'anàlisi individual dels gens, en permetre la dissecció genètica en organismes complexos. Prendrem altre cop com a exemple els gens que controlen el desenvolupament, una de les àrees més fascinadores de la genètica. És obvi que la cèl·lula ou, el zigot, ha de contenir tota la informació per a la construcció de l'organisme fins a la fase adulta. En els cromosomes del zigot s'hi troba xifrat el missatge que fan possible els canvis bioquímics i fisiològics del desenvolupament. Altrament, el zigot conté el «destí genètic» de cada individu. Però, com ja plantejava Weismann a final del segle XIX, ¿«com és capaç una sola cèl·lula geminal de reproduir el cos sencer d'un organisme amb tots els seus detalls?». Una primera paradoxa és que, si totes les cèl·lules de l'organisme reben la mateixa informació genètica, ¿com és que tenen un destí diferent?; per què unes esdevenen cèl·lules musculars i unes altres cèl·lules nervioses, per exemple? Darrerament s'han aïllat molts «gens clau» que afecten el desenvolupament embrionari primerenc, entre els quals hi ha la cascada de gens que actuen en l'establiment dels eixos anteroposterior i dorsoventral de l'embrió. Cada gen de la cascada s'expressa en un lloc (cèl·lula o grups de cèl·lules) i un

moment precís del desenvolupament i, perquè això sigui possible, el control de la seva expressió es troba estrictament regulat. Estudiar conjuntament tots els gens d'un organisme i els processos que en governen l'expressió és l'objectiu principal de la genòmica.

EL PROJECTE GENOMA HUMÀ:

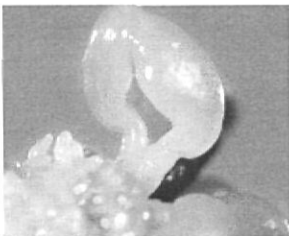
EL DESXIFRAMENT DE LA NOSTRA IDENTITAT

L'objectiu central del Projecte Genoma Humà ha estat la seqüenciació dels 3.000 milions de parells de bases en què està continguda la nostra identitat genètica. Aquest projecte, el més important de la biologia del segle XX, es va completar en la seva primera fase el 26 de juny de 2000, en comunicar-se oficialment la fi de la seqüència del genoma. No hi ha dubte que la difusió de la seqüència completa del genoma humà emmarca la biologia i en especial la genètica en una nova dimensió conceptual i tècnica. Entrem en el segle XXI iniciant un nou paradigma: si durant el segle anterior la genètica ha treballat en el desxiframent dels misteris de l'herència mitjançant l'estudi dels gens individuals, el Projecte Genoma Humà ha ampliat l'àmbit d'estudi. La unitat és ara el genoma (el conjunt total de gens), i comencem l'era de la genòmica. Les beceroles del Projecte Genoma Humà s'han de buscar en el desenvolupament dels mètodes de seqüenciació de les bases dels àcids nucleics. Les primeres seqüències foren aconseguides per Holley, el 1965, d'una petita molècula d'àcid ribonucleic, l'ARN de transferència de l'aminoàcid alanina, un primer pas per al desenvolupament de mètodes molt resolutius que van permetre la seqüenciació de les llargues molècules d'ADN.



Esquerra: Imatge d'una massa d'embrions d'alzina surera obtinguts per cultiu in vitro. Dreta: secció d'aquests embrions al microscopi tenyida amb una sonda molecular per detectar la localització del gen de la metal·lotioneïna.

El cultiu d'embrions in vitro permet disposar d'un model experimental de laboratori per analitzar el paper de certs gens i proteïnes sense els inconvenients de treballar amb teixits de la planta adulta.

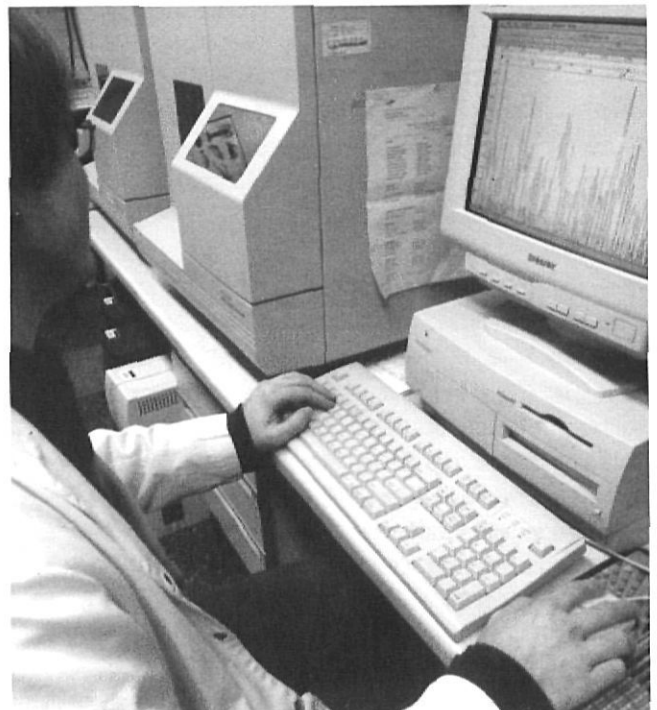


El projecte va representar, com s'ha dit sovint d'aleshores ençà, el primer projecte de «ciència gran» (*big science*) en biologia. El seu inici oficial es pot datar de l'octubre de 1990, amb la seva aprovació per part del congrés dels EUA, per a un període de 15 anys, a partir de l'any fiscal 1991, i l'estimació que requeria un fons de 3.000 milions de dòlars. La tecnologia disponible en aquells anys no semblava suficient per abordar un projecte d'aquestes dimensions, i per això es va concebre com un projecte multicèntric i multinacional. Es constituí un consorci públic, actualment integrat per 17 centres de França, Alemanya, el Japó, la Xina, Gran Bretanya i Espanya, a més dels Estats Units. Cinc d'aquests centres han generat el 82% de les seqüències, que s'han dipositat en bancs de dades de domini públic. El desembre de 1999 es va publicar la seqüència de 33,4 Mb (milions de bases) del cromosoma 22, un dels més petits. A més a més de l'impacte científic i social que va comportar la publicació, els resultats de l'anotació preliminar foren inesperats. El cromosoma 22 només contenia 679 gens, 134 dels quals eren no actius, i un 49% de la regió seqüenciada estava formada per ADN repetitiu. Aquest fet va evidenciar que, si es mantenia aquesta baixa densitat gènica (únicament el 3% de la seqüència del cromosoma 22 era informatiu) a la resta del genoma, això significaria que en l'humà solament esperaríem trobar uns 40.000 gens; és a dir, no arribaria ni al doble de gens de la petita mosca de vinagre *Drosophila melanogaster*. Aquesta predicció es va confirmar amb escreix l'octubre de 2000, en fer-se pública la seqüència completa del genoma humà amb un nombre total estimat de gens al voltant de 30.000. Començava aleshores la tasca ingent d'ordenar-los i d'estudiar la seva regulació.

GENÒMICA I BIOMEDICINA: IMPACTE SOCIAL I ASPECTES ÈTICS

Desconeixem l'impacte que la seqüència completa del genoma humà podrà tenir sobre la ciència i la societat. Si extrapolem el que ha esdevingut davant la seqüenciació dels genomes disponibles actualment, podem deduir que per als científics s'obre un nou paradigma, en què el progrés del coneixement dels processos vitals, en aquest cas de l'home, es pot començar a comprendre des d'una visió integradora. En tot cas, la seqüència és tan sols un punt de partida i podem pressuposar que ens queda per recórrer un camí ben llarg. En aquest sentit hauríem de preguntar-nos què espera la societat del genoma humà: per bé que els científics reclamem el dret a seguir en l'avanç del coneixement, la societat podria exigir i pressionar en un altre sentit. Perquè no es tracta d'un descobriment científic més, sinó del descobriment de la nostra identitat personal i social.

Tot i que encara no han repercutit les conseqüències del desxiframent del genoma humà, en la darrera dècada s'han aconseguit ja avanços espectaculars en la detecció i caracterització de mutacions de gens que provoquen malalties hereditàries, i en l'aplicació de la tecnologia molecular al diagnòstic clínic. Des que el 1902 Garrod demostrà que l'alcaptonúria, malaltia que es caracteritza pel color marronós de l'orina i que té conseqüències greus per al funcionament de l'esquelet, és una malaltia hereditària, els investigadors han tractat d'identificar i analitzar altres gens l'alteració dels quals condueix a malaltia. En 1956, quan es va descobrir el





cariotip humà format per 46 cromosomes, es començà a treballar en l'estudi d'anomalies cromosòmiques que suposen la pèrdua o duplicació de conjunts de gens i són causa de greus síndromes i malalties. Però l'anàlisi a nivell molecular dels gens humans no es va iniciar fins molts anys després, amb el desenvolupament de l'enginyeria genètica, que va facilitar l'accés a gens concrets i va permetre identificar diversos gens la disfunció dels quals es pot relacionar amb malalties, siguin infeccioses, canceroses o degeneratives. La publicació del genoma complet ha dinamitzat de manera incalculable l'accés als gens que donen origen a malalties. El tractament de la malaltia a nivell molecular inclou des de nous tests diagnòstics basats en l'ADN, la seva investigació, la utilització de cèl·lules mare, la nova immunologia o la farmacogenètica. Els avenços quasi diaris en l'àmbit de la medicina molecular desperten grans expectatives de noves cures per a tota classe malalties i promeses d'eterna joventut o, si més no, d'una vida llarga i saludable. Però al mateix temps l'aplicació d'aquestes noves tecnologies biomoleculares és font de moltes controvèrsies i genera problemes d'ordre ètic. No es poden negar els innombrables beneficis que pot aportar la biotecnologia, però tampoc es poden ignorar els dilemes als quals ens aboca en aspectes com la clonació, el perllongament de la vida humana en determinades condicions, o que la possibilitat de patentar determinades aplicacions poden impedir-ne l'accés per part dels més necessitats.

Per altra banda, els avenços de la medicina molecular són tan amplis i segueixen un ritme tan intens que estar al dia i entendre el

vertader abast de cada nou desenvolupament esdevé un esforç vertaderament difícil, fins i tot per als especialistes. No cal dir la importància a tots els efectes que té la comprensió i justa valoració científica de tècniques com la clonació, la teràpia gènica i l'ús de molècules psicotròpiques per part de tot l'ampli col·lectiu implicat en el món de la sanitat, des dels polítics i els gestors responsables d'obtenir i distribuir els recursos fins al personal sanitari que els ha d'aplicar i valorar. També hauria de ser imprescindible per a tots els ciutadans entendre el significat i el risc de projectes Genoma Humà, la teràpia gènica, la clonació, el treball amb cèl·lules mare o la medicina personalitzada, de la qual podem ser-ne beneficiaris. Tota societat que es vulgui dir moderna ha de disposar de persones preparades científicament per entendre els principis moleculars que regulen el funcionament dels nostres cossos i per al desenvolupament biotecnològic que això comportarà. En aquest sentit, les facultats de biologia han de tenir un paper essencial.

COM LA UdG CONTRIBUEIX AL REpte DE LA NOVA BIOLOGIA

La recerca en biologia a Girona ha recorregut un llarg camí des del 1970, en què s'iniciaren els estudis de la llicenciatura en biologia dins del que llavors era el Col·legi Universitari de Girona (CUG). Condicionada per l'estructura del personal docent propi del centre (vegeu l'article de J. Miró en aquest número), la recerca dins la secció de Ciències del CUG va tenir un fort component naturalista i va estar molt lligada a l'entorn de les comarques de Girona, tret d'alguna recerca incipient en aspectes de biologia



fonamental. L'aposta de la Universitat Autònoma de Barcelona (en la qual estava integrada el CUG) per potenciar el campus de Girona el 1985 va implicar un canvi substancial en el tipus de recerca biològica, que es començà a fer principalment per l'entrada de professorat amb dedicació completa al centre pertanyent a les àrees considerades com de biologia fonamental: biologia cel·lular, bioquímica, genètica i microbiologia. La creació de nous laboratoris de recerca per a aquestes àrees va comportar l'inici de recerques pròpies fetes a Girona i l'obtenció dels primers doctorats en aquestes disciplines. A l'inici dels noranta es començaren a formar els primers grups d'investigació, que treballaven en tècniques moleculars, s'obtingueren els primers projectes finançats pel ministeri espanyol i es creà la base dels que són els actuals grups de recerca en biologia molecular. Les tècniques moleculars de més novetat s'han imposat en els laboratoris biològics de la UdG per identificar i estudiar els gens, els seus productes i la seva expressió i regulació. Es disposa d'instrumentació avançada per a la recerca en aquest camp que permet la identificació, amplificació i seqüenciació automàtica dels gens que es volen estudiar. Actualment, i dins el camp de la biologia fonamental, a Girona s'investiga en àrees d'aplicació com la reproducció porcina, la biologia del suro, l'estructura de molècules cancerígenes, el coneixement de bacteris i la genètica de conservació de recursos naturals. A continuació s'ofereix una síntesi dels grups de recerca i les seves línies d'investigació.

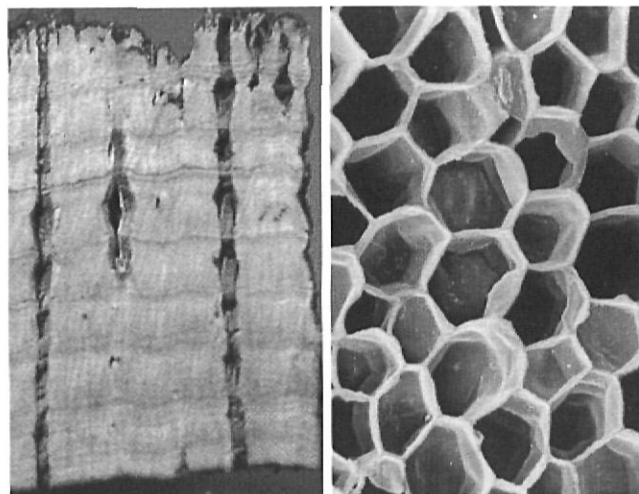
En el camp de la biologia cel·lular, el grup del Laboratori del Suro ha centrat la seva activitat en l'estudi d'aspectes anatòmics i ecofisiològics de la surera i del suro. Una de les principals aportacions fou la descripció per primera vegada del lignotúber, un òrgan subterrani que li facilita la supervivència als incendis i depredadors. L'any 1997 inicià una nova etapa amb l'estudi de la biologia de la formació del suro a nivell molecular que va suposar la posada a punt d'un laboratori de biologia molecular de plantes a Girona. L'objectiu principal fou investigar perquè les cèl·lules del fel·lema de la surera són capaces de créixer, dividir-se i acumular grans quantitats de suberina abans de morir, a partir d'identificar els gens que s'expressen durant el procés de diferenciació de les cèl·lules d'aquest teixit. En el mateix camp d'estudi, el grup de Biotecnologia de la Reproducció Porcina ha desenvolupat els seus treballs en l'estudi de la biologia de la reproducció del mascle reproductor porcí, per a la millora del rendiment reproductiu dels mascles destinats a la reproducció assistida. La seva recerca s'ha centrat en els darrers anys en l'estudi dels factors que incideixen en la reproducció i la qualitat del semen en mascles porcins de centres d'inseminació artificial, i en l'optimització dels protocols de criopreservació espermàtica.

Dins de l'àrea de la bioquímica tenim el grup de Bioquímica del Càncer, les investigacions del qual se centren en el camp de la teràpia i diagnòstic del càncer. Fonamentalment, es basen a tro-

bar marcadors moleculars que permetin diagnosticar el càncer en etapes prematures, on les teràpies actuals són més efectives, i que a més puguin servir per millorar el pronòstic i seguiment del tumor; en desenvolupar molècules antitumorals que vagin contra dianes específiques de les cèl·lules canceroses; i en l'estudi d'enzims implicats en processos d'adhesió i metastasi, per poder incidir contra els seus efectes. Un segon grup de recerca en aquest camp, el grup d'Enginyeria de Proteïnes, treballa en dues línies de recerca que presenten com a denominador comú l'ús de les ribonucleases pancreàtiques com a model d'estudi. La primera línia estudia els factors que incideixen sobre l'estructura i el plegament proteic d'aquestes molècules per a la seva generalització. La segona línia estudia les bases moleculars de les activitats biològiques de diverses variants d'aquestes ribonucleases, per avaluar-ne les seves possibilitats com a agents antitumorals o antimicrobians.

A l'àrea de microbiologia, el grup d'Ecologia Microbiana Molecular treballa en diverses línies de recerca que tenen en comú l'estudi de la diversitat i dinàmica poblacional en diferents tipus de bacteris. Entre les línies principals podem esmentar la que estudia l'ecologia i ecofisiologia del grup de bacteris verds del sofre; el treball amb el grup de bacteris oxidadors d'amoni en aigües residuals, de gran utilitat en enginyeria ambiental; i l'estudi d'aquelles comunitats de bacteris i fongs presents en el suro dels taps que poden provocar desviacions sensorials que són traslladades a les begudes de les ampolles on aquest suro està sent utilitzat com a tap. En aquesta àrea darrerament s'ha format el grup de Microbiologia Clínica i Malalties Infeccioses per treba-

Esquerra: Imatge d'un tros de suro, material molt lleuger, elàstic i impermeable a l'aigua i als gasos que proporciona la matèria primera per a la indústria surotapera. Dreta: Aspecte que tenen les cèl·lules mortes que formen el suro al microscopi electrònic. Les extraordinàries propietats del suro es deuen a l'acumulació d'aquestes petites cèl·lules buides amb la paret impregnada de suberina.





llar en la recerca microbiològica relacionada amb la salut, com ara les malalties inflamatòries intestinals o les infeccioses. En particular, el grup està treballant en un estudi sobre la microbiologia del còlon en pacients amb malaltia de Crohn per investigar una possible implicació bacteriana en la seva etiopatogènesi. D'altra banda, han posat a punt un nou mètode per a la detecció molecular de *Legionella pneumophila*, que pot ser aplicada tant a l'àmbit de la salut pública com a l'àmbit clínic.

Finalment, tenim el grup del Laboratori d'Ictiologia Genètica, que es dedica, mitjançant l'anàlisi genètica, a l'estudi de les poblacions d'espècies d'interès com a recurs natural. Tot mantenint el seu camp inicial de treball amb poblacions de peixos, marins i continentals, en els darrers anys el grup ha encetat una nova línia de treball per a l'estudi d'espècies de mamífers en perill, com la llúdriga i l'almesquera. En el cas dels peixos, els resultats obtinguts han contribuït a superar la dicotomia existent entre estoc pesquer i població biològica, tot millorant la gestió d'aquest recurs natural. Des del vessant conservacionista, els estudis del grup permeten conèixer la distribució dels recursos genètics dins i entre les poblacions, dades necessàries per al disseny adequat de programes per a la recuperació i conservació d'espècies en perill.

D'altra banda, les noves metodologies d'anàlisi molecular també estan essent utilitzades, cada cop més, pels grups de la UdG que treballen en el camp de la biologia d'organismes i sistemes. La seva recerca ha anat convergint cap a aspectes mediambientals, relacionat amb l'augment experimentat en el darrer quart de segle

en l'interès per l'estat del medi ambient. És probable que tinguem a la memòria fets o esdeveniments socials que ens recorden aquesta preocupació per poder tenir un «desenvolupament sostenible». La conferència de Rio, el protocol de Kioto, les agendes 21, són alguns exemples. Paral·lelament hem anat coneixent un altre aspecte relacionat amb el medi ambient, que cada vegada ens resulta menys estrany, i presenta una forta incidència del factor humà: l'anomenat «canvi global». Aquest canvi global es considera format per cinc components: el canvi climàtic (el més conegut), l'augment de la quantitat de CO₂ atmosfèric, les pluges àcides, el canvi d'ús del sòl i les invasions biològiques. L'anàlisi d'aquests aspectes i els seus problemes ha generat un seguit de línies de recerca a tot el món, relacionades amb els efectes d'aquests elements sobre el funcionament dels ecosistemes i el manteniment de la biodiversitat, i les possibles mesures correctores. Diversos grups de recerca de la universitat participen d'aquests objectius, d'importància actual i futura, que impliquen conèixer l'ecologia dels diferents ambients i la biologia dels diferents organismes. Els ecosistemes terrestres i aquàtics, la seva fauna i flora són punts focals del seu treball, desenvolupat a partir dels grups de recerca: Flora i Vegetació, Algues Bentòniques Marines, Biologia Animal i Ecologia de Sistemes Aquàtics Continentals. Llacunes, rius i aiguamolls, ecosistemes bentònics marins, la vegetació i les comunitats animals terrestres centren la recerca actual dels investigadors de les àrees de biologia vegetal, biologia animal, ecologia i fisiologia vegetal.

Marissa Molinas de Ferrer és professora de biologia cel·lular de la UdG i dirigeix el Laboratori del Suro.

Carles Pla Zanuy és professor de genètica de la UdG i dirigeix el Laboratori d'Ictiologia Genètica.

Imatge al microscopi electrònic de rastreig d'un espermatozoide amb dos caps i cues envoltades obtinguda en un estudi per avaluar la qualitat del semen ejaculat de mascles reproductors de porcí.

