

Introducció

La biotecnologia és considerada per moltes persones com la propera gran revolució de l'economia del coneixement, després de la de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC). En els darrers anys, l'expansió del coneixement científic i el naixement de noves disciplines científiques, com la genòmica o la bioinformàtica, han anat acompanyades d'una ràpida transformació dels descobriments científics en usos pràctics i productes que han tingut profundes repercussions a les nostres societats i economies. Aquestes noves aplicacions estan impulsant la renovació de les indústries madures i la formació de noves empreses, així com també la creació de llocs de treball altament qualificats.

Les aplicacions de la biotecnologia són molt àmplies, però es pot dir que hi ha tres sectors principals en els quals es pot aplicar: la sanitat (els productes més rellevants són els biofàrmacs, les teràpies experimentals, els fàrmacs de molècules petites, el diagnòstic, la bioinformàtica, els aliments funcionals i nutracèutics i els productes sanitaris), la indústria (ús de processos biotecnològics per crear productes químics, plàstics,

enzims, aplicacions mediambientals o biocombustibles) i l'agricultura (principalment diagnòstic, cria i cultiu de plantes i bestiar).

Catalunya és un exemple de com, amb el suport adequat, la biotecnologia pot esdevenir un sector estratègic clau de l'economia d'un territori i, en aquest context, el present monogràfic de la *Nota d'economia* tracta totes aquestes qüestions tan cabdals per al futur de les economies en general i de l'economia catalana en particular. A Catalunya, des de finals dels anys noranta del segle passat s'ha fet una clara aposta pel sector de la biotecnologia com a motor pel canvi tecnològic i la modernització del teixit industrial. El salt del sector ha estat molt rellevant i les perspectives de creixement per als propers anys són molt positives.

Els progressos en la ciència i en la tecnologia han fet possible que les ciències biològiques agreguin cada vegada més valor a una sèrie de productes i de serveis, donant com a resultat el que s'ha vingut denominant com a bioeconomia. L'article de **D. Sawaya** i **A. Arundel**, que obre el monogràfic, analitza l'evolució de la bioeconomia als horitzons del 2015 i del 2030.

En els propers anys veurem com algunes biotecnologies impulsaran salts en la productivitat i millores en la salut i en la sostenibilitat mediambiental. D'altra banda, però, també alteraran els models de negoci i les estructures econòmiques actuals generant en el procés guanyadors i perdedors. El desenvolupament de les biotecnologies toparà inevitablement amb obstacles econòmics i socials i plantejarà reptes importants als gestors polítics, que hauran d'adaptar les polítiques a les noves oportunitats que obre la biotecnologia i n'hauran d'impulsar el desenvolupament – mitjançant incentius, infraestructures, regulacions, formació, creació de nous models de negoci i mesures que permetin el trasllat de la recerca biotecnològica a aplicacions comercials. Si bé actualment el 80% de les inversions del sector públic i privat en recerca biotecnològica es destinen a aplicacions sanitàries, els principals canvis propiciats per la biotecnologia tindran lloc en els àmbits agrícola i industrial. Així doncs, l'OCDE preveu que per al 2015 aproximadament la meitat dels cultius de matèria primera industrial i aliments per al consum animal i humà provindran de varietats vegetals desenvolupades per mitjà de la biotecnologia.

En el mateix sentit **R. Camacho**, de la Fundació Genoma Espanya, emfatitza que la biotecnologia no és només un sector econòmic o una disciplina científica, sinó que representa un motor de canvi que pot contribuir notablement a la modernització de l'economia espanyola. El conjunt d'empreses amb activitat de biotecnologia és molt més ampli i divers que les empreses amb un negoci orientat a la biotecnologia, atès que inclou des d'empreses tecnològiques a empreses dedicades al desenvolupament farmacèutic, empreses de sectors tradicionals com el tèxtil o l'agroalimentari, empreses energètiques i empreses de serveis i comercials. La biotecnologia afecta sectors que generen fins al 20% del PIB, com medicina, farmàcia, energia, medi ambient, agroalimentari, químic, etc., i ofereix alternatives a empreses de sectors madurs i tradicionals. Es tracta d'una tecnologia horitzontal que permet millorar els processos i les operacions a molts sectors.

El sector a Espanya continua sent relativament petit, però ha experimentat un gran creixement i unes grans perspectives de futur. Entre el 2000 i el 2008 les empreses de biotecnologia a Espanya han tingut un creixement mitjà anual del 32,5% en termes de facturació i del 48% pel que fa al nombre d'empleats. Sens dubte el suport de l'Administració pública ha estat determinant per impulsar la inversió privada i el creixement del sector.

L'activitat de biotecnologia té una presència diferencial a Catalunya en relació amb la resta d'Espanya. Catalunya concentra més del 25% de l'activitat del sector de la biotecnologia i aproximadament el 30% del personal ocupat en tasques d'R+D biotecnològica del conjunt de l'Estat. El càlcul dels efectes de l'activitat de la biotecnologia a l'economia presenta limitacions importants per les dificultats de valorar econòmicament i comptabilitzar aspectes com les millores de qualitat dels béns i serveis produïts, l'estoc de capital de coneixements, els impactes potencials sobre la societat dels avenços científics i tecnològics a llarg termini, els impactes sobre les millores en salut humana o reducció de les externalitats ambientals negatives. **M. Dones**, **J. Pérez** i **A. Pulido** fan un exercici basat en la metodologia input-output, que permet valorar quantitativament els impactes econòmics de les activitats biotecnològiques realitzades a Catalunya i comparar-los amb el conjunt d'Espanya. Catalunya està més especialitzada en el sector de la biotecnologia que la resta d'Espanya.

El conjunt de les activitats biotecnològiques a Catalunya genera, directament o indirectament, 1.738 milions d'euros i 31.420 llocs de treball. Al voltant del 70% d'aquest impacte recau en la mateixa comunitat autònoma de Catalunya, mentre que la resta repercuteix a la resta d'Espanya. Així, amb dades de l'any 2007, el sector biotecnològic generava el 0,7% del PIB i el 0,5% de l'ocupació de Catalunya.

A Catalunya la biotecnologia és un motor de creixement econòmic clau, amb una comunitat conformada per un gran nombre d'actors, amb més de 350 empreses relacionades amb el sector, parcs científics, universitats, hospitals i grans instal·lacions. Com

apunta **M. Vendrell**, directora de Biocat, al seu article, moltes de les empreses són el resultat d'un procés de generació d'un projecte empresarial a partir d'una empresa (*spin-out*) o d'un centre universitari o de recerca (*spinn-off*) i es caracteritzen per la seva petita dimensió –amb menys de deu treballadors altament qualificats i dedicats gairebé de manera exclusiva a la recerca– i pel seu gran potencial innovador. La petita dimensió és precisament una de les febleses del sector a Catalunya. Altres febleses són la manca de personal especialitzat en administració d'empreses amb un bon coneixement del sector i les dificultats per trobar finançament, especialment de capital risc. Un dels punts forts de Catalunya és un sistema de recerca públic fort, que ha invertit una gran quantitat de recursos econòmics i humans en els darrers anys, si bé té dificultats per posar al mercat el producte de la seva recerca. En aquest marc, els principals reptes perquè puguem deixar de parlar d'un sector en desenvolupament per parlar d'un sector consolidat són potenciar el capital humà, millorar l'adaptació del marc regulador al sector, impulsar la transferència de tecnologia i facilitar l'accés al finançament i la internacionalització de les empreses.

Com apunten **J. Purroy**, **S. Secall** i **M.C. Verdaguer**, els elements necessaris per al desenvolupament del sector de la biotecnologia són una base de professionals formats en el sector, tecnologia puntera pròpia, capacitat per transferir el coneixement des d'on s'origina (universitats i centres de recerca) a les empreses, així com un finançament especialitzat. En l'article destaquen la rellevància de tenir un sistema eficient i àgil per a la transferència de tecnologia i coneixement de les universitats i els centres de recerca cap a les empreses, que alhora garanteixi un retorn just per a les institucions.

L. Ruiz-Ávila il·lustra amb nombrosos exemples i analogies de les dinàmiques que mouen el mercat biotecnològic sanitari i la indústria biomèdica, molt diferents de la resta de sectors industrials, que sovint desafien les lleis de la gravetat econòmica. El cicle de valor del producte és llarg, car i arriscat, i això perjudica notablement la fase concepte i llavor dels projec-

tes empresarials. Per créixer i madurar el sector necessita mecanismes incentivadors per part del sector públic. A Catalunya es van començar a implementar mecanismes incentivadors de la creació d'empreses *biotech* a partir del final de la dècada dels anys noranta del segle passat. El resultat és que en deu anys s'ha creat una base empresarial que creix més d'un 10% anual, i que ha creat en el sector privat prop de 2.000 llocs de treball, tot i que encara no hem arribat a tenir un "mercat" biotecnològic madur.

Dins dels diferents àmbits científics, a Catalunya la biomedicina ocupa, sens dubte, un dels primers llocs, sent l'àrea de coneixement més productiva (pel nombre de documents publicats) i amb més capacitat per recaptar fons competitiu en els àmbits europeu i espanyol, amb un gran nombre d'institucions d'alt nivell científic internacional. Malgrat això, la recerca biomèdica a Catalunya s'enfronta a reptes importants si vol garantir la seva expansió i consolidació com a sector motor, d'acord als arguments que exposa al seu article **J. Rodés**. Concretament, destaca els desajustos i els problemes de manca de coordinació, deguts en bona mesura a l'elevada atomització dels instituts de recerca sanitària. Així mateix, i pel que fa a la política científica en biomedicina, les mancances que destaca l'autor són l'avaluació externa prèvia al finançament i l'avaluació de seguiment dels instituts o centres, si bé el Pla Director dels Centres de Recerca de Catalunya 2010-2013 ja preveu mesures per avaluar els instituts i els centres. També seria necessari millorar la coordinació de les polítiques d'innovació de totes les entitats implicades en el procés de patentar les aplicacions de la recerca.

Com planteja **R. Gomis** a l'inici del seu article, l'exercici de la recerca científica requereix diners. A Catalunya cal aprofundir en el debat sobre el finançament de la recerca i, en especial, sobre el paper del mecenatge. Com destaca l'autor, la recerca en biomedicina no es pot finançar únicament amb fons públics –especialment en temps de crisi i de restricció de la despesa pública– sinó que requereix l'impuls del mecenatge, la formulació de contractes de col·laboració amb el món privat i la internacionalització del patro-

cini. Les empreses han d'anar més a la universitat, als hospitals i als instituts de recerca per identificar productes que puguin desenvolupar. Si bé actualment la majoria dels grans hospitals participen activament en la fase regulatòria del desenvolupament de medicaments, en els altres àmbits de la recerca biomèdica el nombre de contractes indústria-hospital-universitat-instituts de recerca és ben petit, i una de les causes és les poques companyies biomèdiques amb centre de decisió a Catalunya. Un altre factor que també hi contribueix i que hauria de ser més fàcil d'esmenar és el desconeixement entre empreses i institucions públiques en relació amb els projectes que poden compartir.

Precisament perquè la recerca biomèdica constitueix un dels àmbits de recerca científica en què actualment es destinen més recursos públics i privats, esdevé clau disposar de models i d'indicadors per poder avaluar l'R+D i configurar una política pública científica més informada i fonamentada, que contribueixi a afavorir el desenvolupament econòmic i el benestar social. En el seu article, **P. Adam, G. Permyer-Miralda i J.M.V. Pons** presenten dues experiències realitzades a Catalunya d'avaluació de l'impacte social de la recerca.

Els parcs científics i tecnològics han constituït un element vertebrador de l'impuls de la recerca biomèdica a l'àrea metropolitana de Barcelona. **J. Camí i R. Fickert** destaquen els exemples del Parc Científic de la Universitat de Barcelona i del Parc de Recerca Biomèdica de Barcelona, que han permès posicionar Catalunya a escala internacional. Com argumenten els autors, aquests parcs han donat l'impuls necessari per a una recerca de qualitat, estretament vinculada a la recerca clínica en els hospitals universitaris de gran reputació. L'element clau per a l'èxit d'aquest model ha estat la seva internacionalització, mitjançant la capacitat de crear, atreure i retenir talent d'arreu del món.

J. Castells destaca al seu article que la biotecnologia industrial és una tecnologia clau per impulsar la reestructuració dels processos industrials i la modernització de les indústries madures, amb greus problemes de competitivitat enfront als productes de països molt més competitius en preus. Actualment la fabricació

de biocombustibles o bioplàstics encara és un procés car si es compara amb el seu equivalent petroquímic, però en els propers anys els progressos en ciència aportaran solucions als problemes tècnics existents i desenvoluparan noves aplicacions industrials per als processos biològics. A Catalunya hi ha una bona base d'empreses proveïdores de biotecnologia i, a més, també és el territori de l'Estat amb una major concentració d'indústria tradicional, dos factors que són crucials per al desenvolupament d'un sector potent d'empreses usuàries de la biotecnologia. Les empreses usuàries de biotecnologia estan disperses en una gran varietat de sectors, amb especial incidència a l'agroalimentari, al tèxtil i al químic. Per aprofitar tot el potencial d'innovació i de millora de la competitivitat dels processos i productes de les indústries madures cal un clar suport de les administracions, a la vegada que resulta imprescindible que les empreses madures tinguin accés al capital risc per poder desenvolupar i introduir nous processos i productes basats en la biotecnologia industrial.

Com apunta **A.R. Blanch** a l'inici del seu article, mantenir i preservar els recursos naturals facilitant al mateix temps el desenvolupament de les diverses activitats humanes en les societats desenvolupades ha esdevingut un dels reptes més importants per al segle XXI. És en aquest àmbit que la biotecnologia ambiental –que comprèn el conjunt d'activitats tecnològiques que faciliten la comprensió i la gestió dels sistemes biològics en el medi ambient per proveir productes i serveis– tindrà en les properes dècades un paper clau. Els àmbits d'actuació de la biotecnologia ambiental es relacionen amb la gestió del medi ambient i/o amb l'aprofitament dels recursos naturals. Els tractaments biològics per mitigar o eliminar la presència de compostos contaminants en el medi ambient presenten uns avantatges clars enfront de la utilització de tractaments de tipus físic o químic, tant en termes de cost com de menor alteració del medi ambient.

Fins ara, les aportacions més significatives de la biotecnologia ambiental s'han aplicat als processos de reciclatge, a la bioremediació de sòls contaminats, a la millora de la gestió dels recursos hídrics i a la millora

de les interaccions entre salut i medi ambient. Però els àmbits d'interès de la biotecnologia ambiental són molt més amplis, i van des del canvi climàtic, la cerca de noves fonts d'energies renovables i alternatives, la millora dels processos de reciclatge, l'aprofitament i la gestió de recursos hídrics, o la millora de les interaccions entre salut i medi ambient. Tots aquests àmbits tenen un gran potencial de futur i s'aniran desplegant en els propers anys.

El monogràfic es tanca amb un dossier amb aportacions d'empreses representatives del sector de la biotecnologia a Catalunya.

L'Associació Catalana d'Empreses de Biotecnologia (CataloniaBio) és una associació sense ànim de lucre, que té com a objectiu promoure la defensa dels interessos específics del sector de la biotecnologia a Catalunya com un nou motor de riquesa per al país. Com destaquen **R. Munné** i **J. Marca** al seu article, el finançament és un dels aspectes fonamentals de qualsevol empresa bio atès que és imprescindible per a la seva pròpia supervivència. La manca de finançament per als projectes fa que pocs emprenedors biotecnològics catalans es fixin com a objectiu de les empreses arribar al mercat i optin per vendre o llicenciar la tecnologia que han creat a altres empreses, sovint fora de Catalunya. Això significa que gran part del valor dels projectes no es queda o no es quedarà a Catalunya, ja que en la cadena de valor, la part més gran es troba en les fases finals i en el mercat.

C. Buesa, d'**Oryzon**, destaca el salt gegantí endavant que Espanya i Catalunya han fet en els darrers trenta anys respecte a les seves capacitats científiques i tecnològiques. A Catalunya, la tradició d'investigació hospitalària de qualitat, la indústria de química fina autòctona i l'arrel catalana i familiar de les grans empreses farmacèutiques espanyoles, juntament amb una visió innovadora dels quadres universitaris i polítics, van permetre, a començaments d'aquest segle, el naixement del sector biotecnològic. Això no obstant, existeixen una sèrie de seriosos obstacles que impedeixen que el sector assoleixi una competitivitat internacional potent similar a la dels països amb els quals ens volem comparar i hem de competir: 1) mida i ca-

pacitat financera; 2) dèficit de mercat interior (tant per una escassa indústria tractora com per una manca de compra innovadora); i 3) manca de comunitat financera pròpia (no hi ha fons d'inversió risc públics regionals i hi ha molt pocs fons privats especialitzats).

I. Faus, de **Palau Pharma**, planteja que l'aspiració de qualsevol política de promoció del sector biotecnològic hauria de tenir com a objectiu a llarg termini ajudar que hi hagués unes quantes companyies al territori que arribessin a ser veritables multinacionals del sector, veritables "campions nacionals" que poguessin tenir, d'alguna manera, un efecte "arrossegament" sobre científics, emprenedors i inversors. El lideratge, però, s'ha de dur a terme des de la iniciativa privada i des de la societat civil. En l'article s'analitzen les diferents etapes en el naixement, el creixement i la maduració d'una companyia biotecnològica que aspiri a ser un referent internacional.

M.A. Bonachera, d'**AB-Biotics**, centra el seu article en el procés de maduració dels projectes biotecnològics que, en general, es caracteritza per ser llarg i costós. Hi ha dues maneres de finançar un projecte biotecnològic: 1) amb acords de llicència en fase de premercat (acords amb la gran indústria quan el producte es troba en una fase avançada del desenvolupament, però encara no està en situació de vendre'l al mercat); i 2) amb la participació directa en el capital de l'empresa biotecnològica (en les fases inicials, abans de la *prova de concepte*, les rondes de finançament es cobreixen amb capital dels mateixos fundadors; posteriorment, els fons de capital risc prenen el relleu i faciliten l'evolució de la *prova de concepte* a fites posteriors).

Com es destaca en diversos articles del monogràfic, la indústria farmacèutica està canviant radicalment la seva aproximació a la recerca inicial en el descobriment de nous fàrmacs. **J. Naval**, d'**Anaxomics**, analitza com veiem el pas d'una estratègia d'internalització i protecció màxima del coneixement, en forma de bases de dades i sistemes d'anàlisi propietat de les grans companyies, en un entorn on la indústria cerca activament col·laboracions amb altres companyies competidores, pimes amb visions innovadores i entitats de recerca públiques i privades. En aquest context, en els darrers

anys hem vist un fort desenvolupament del mercat de la bioinformàtica a escala mundial, amb un creixement anual acumulat del 15% els darrers anys, i que s'espera que augmenti fins a un 24%, per arribar a un mercat global de 6,4 mil milions d'euros el 2014. A Catalunya han sorgit empreses bioinformàtiques capdavanteres, com Anaxomics, que volen tenir aquest rol innovador i integrador de la informació per posar-la al servei de la innovació de la indústria biofarmacèutica.

Finalment, **Semillas Fitó** és una multinacional catalana amb més de 130 anys, líder en el sector de

les llavors, que representa un clar exemple en l'evolució de la recerca agrària en el darrer segle i és un referent en la seva aposta per la biotecnologia com a eina per fer més precisa i eficaç la millora de les varietats tradicionals. En l'article, **L. Fitó** explica la llarga experiència de l'empresa en el camp de l'anomenada *biotecnologia verda* destacant la tasca realitzada per l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentària (IRTA) de Catalunya, un referent mundial en el desenvolupament de projectes entre investigadors i empreses.