

## Tecnologies emergents

Aquest document destaca les principals idees i resultats de l'«Informe Anual OME 2008».

### Sumari

1. El futur de les tecnologies d'interès general: TIC, bio i nano
2. Principals aplicacions tecnològiques el 2020

En l'àmbit empresarial, conceptes com organització en xarxa de la recerca i el desenvolupament (R+D), transparència envers clients i usuaris, *open innovation* o economia del compromís<sup>1</sup> cada cop són més rellevants.

En conseqüència, la innovació del futur serà més democratitzada i global, amb el creixement de nous centres d'excel·lència científicotècnics als països emergents. Una nova innovació que fomentarà la interacció entre investigadors de diferents àmbits i on la recerca passarà de l'actual treball conjunt dels investigadors al treball i recerca en equips multidisciplinaris, peça important per a l'èxit de les empreses en la propera dècada.

### 1. El futur de les tecnologies d'interès general: TIC, bio i nano

En aquest entorn, les TIC, la biotecnologia i la nanotecnologia són tres tecnologies d'interès general

(*general purpose technologies*) bàsiques per a la creació i desenvolupament d'empreses innovadores i per afrontar molts dels principals reptes de la societat en el futur. El *boom* actual de creació de noves empreses de nanotecnologia i biotecnologia arreu del món és un senyal que es tracta de dos segments amb un potencial comparable al de les tecnologies de la informació en el present, capaços de redefinir la societat i afectar l'economia sencera. A més, la interrelació entre les tres tecnologies s'ha consolidat en els darrers anys. Tot plegat, ja es preveu que aquestes tecnologies comportaran efectes profunds a la societat i permetran accelerar el desenvolupament econòmic, sobretot dels països emergents (vegeu 10 tendències de l'Informe Anual OME, 2007).

Una possible manera de visualitzar el ritme de desenvolupament d'aquestes tres disciplines en els darrers temps és mitjançant el nombre de sol·licituds de patents.<sup>2</sup> Així, segons la World Intellectual Property Organization (2007), les patents

1. Les organitzacions necessiten crear plataformes de col·laboració i un entorn en què els participants tinguin interessos personals en cada un dels projectes.
2. Es tracta només d'una aproximació, atès que totes tres tecnologies (TIC, biotecnologia i nanotecnologia) s'encabeixen igualment en altres camps d'aplicació.

relacionades amb les tecnologies de la informació i telecomunicacions es troben entre les més nombroses i de més expansió, amb taxes de creixement superiors als dos dígits en el període 2000-2004. Aquests àmbits juntament amb les tecnologies audiovisuals, semiconductors i aparells electrònics acaparen el 32% del conjunt de sol·licituds mundials. D'altra banda, segons dades de l'OCDE (2007d), la proporció de patents en nanotecnologia s'ha doblat en l'última dècada. Pel que a fa la biotecnologia, les dades per al període 2000-04 no han estat tan positives, principalment, a causa dels criteris més estrictes de les oficines nacionals en la concessió de patents en aquest àmbit. Altres camps amb creixements notables estan sent els relacionats amb la tecnologia mèdica, els instruments òptics i la farmacèutica.

Els reptes de futur d'aquestes tecnologies d'interès general van lligats a disminuir problemes com la pobresa o la fam (millora a l'accés als aliments amb els cultius modificats genèticament), col·laborar a millorar la salut de les persones (ajudar a trobar respostes a malalties actuals com la diabetis, el Parkinson i l'Alzheimer i a fer de la medicina una ciència més predictiva, preventiva i personalitzada), contribuir a la millora mediambiental i l'escassetat d'energia i recursos naturals (ajudar a solucionar el problema de la sequera, la reducció de l'ús del combustible, control més assequible de la pol·lució...), així com promoure el creixement econòmic en aquelles regions on la tecnologia encara no és molt present.

## 2. Principals aplicacions tecnològiques el 2020

Fruit del desenvolupament i convergència de les tres disciplines mencionades anteriorment, es poden entreveure quines seran les principals aplicacions tecnològiques de la propera dècada. Així, la taula 1 mostra un quadre amb les 56 aplicacions tecnològiques per al 2020 en una matriu que combina la seva viabilitat tècnica<sup>3</sup> i la seva viabilitat d'implementació<sup>4</sup> (Stillberglitt *et al.*, 2006).

Entre aquestes 56 aplicacions, en destaquen 16 per la seva difusió mundial i interès social en 12 dels àmbits de més rellevància per a la societat: aigua, aliments, terra, població, govern, estructura

social, energia, salut, desenvolupament econòmic, educació, defensa i conflicte, i entorn i pol·lució. La figura 1 mostra aquestes 16 aplicacions juntament amb les principals tendències tecnològiques d'abast global, algunes ja esmentades en l'informe Anual de l'OME 2007, que influiran en les empreses i les diferents aplicacions tecnològiques del futur.

Els vehicles híbrids, els bioassaigs mèdics ràpids i la comunicació sense fil són les aplicacions tecnològiques de les quals s'espera una viabilitat més gran el 2020:

- Vehicles híbrids de gasolina i electricitat de marques com Toyota o Honda ja fa anys que es troben en el mercat, mentre que d'altres sorgiran en els propers anys. El mercat dels vehicles híbrids està creixent amb més d'un milió d'híbrids de gasolina i electricitat venuts i per al 2020 s'espera que la seva viabilitat els faci àmpliament disponibles.
- Els bioassaigs mèdics ràpids contribuiran a eliminar amenaces de malalties i evitar-ne l'extensió. Un exemple n'és la velocitat en l'anàlisi de la síndrome respiratòria aguda greu (SARS), el virus del qual va ser reconegut tan sols un any després del començament de la malaltia. Els progressos en l'anàlisi de la seqüència genètica poden permetre un desenvolupament més gran de les capacitats de bioassaigs per al 2020.
- La comunicació sense fil és una de les aplicacions tecnològiques que sembla que impactaran un major nombre de sectors. Aquesta pot col·laborar, gràcies a la ràpida difusió de la informació i de les idees, al desenvolupament econòmic de moltes àrees rurals. En alguns països emergents, el sistema de comunicació sense fil ha crescut ràpidament i per al 2020 es preveu que permetrà l'accés a la telefonia i a Internet a tota la classe alta i mitjana d'arreu del món.

A part de la comunicació sense fil, l'energia solar assequible, els cultius modificats genèticament i els filtres i catalitzadors per a la purificació de l'aigua són les aplicacions tecnològiques que impactaran un nombre més gran de sectors l'any 2020, concretament entre 7 i 10:

3. Possibilitat que aquesta aplicació estigui disponible tècnicament per ser comercialitzada el 2020.
4. Suma del conjunt d'elements que faciliten aquesta aplicació (demanda, infraestructures, polítiques...) menys totes les barreres no tècniques que l'impedeixen (cost, regulacions...).

Taula 1. Viabilitat tècnica i d'implantació de les aplicacions tecnològiques el 2020				
Viabilitat tècnica		Viabilitat d'implementació		
	Només mercats nínxols  (--)	Podria satisfer una necessitat d'un mercat mitjà, però aixeca una polèmica molt forta envers la política pública  (-)	Respon a una necessitat clara d'un mercat mitjà i, a més, no aixeca cap polèmica important envers la política pública  (+)	Respon a una demanda alta d'un mercat ampli, i, a més no aixeca cap polèmica envers la política pública  (++)
<b>Altament viable (++)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ús extensiu de sensors CBRN (2,G)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Cribratge genètic (2,G)</li> <li>■ Cultius modificats genèticament (6,M)</li> <li>■ Sensors extensius (8,G) i generalitzats</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Administració dirigida de medicaments (5,M)</li> <li>■ Accés ubic a la informació (6,M)</li> <li>■ Traçabilitat total RFID (4,G)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vehicles híbrids (2,G)</li> <li>■ Internet (per a fins comparatius) (7,G)</li> <li>■ Bioassaigs mèdics ràpids (4,G)</li> <li>■ Comunicació Wimax a zones rurals (7,G)</li> </ul>
<b>Viable (+)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ GM Animals per a R+D (2,M)</li> <li>■ Transports no convencionals (5,M)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Implantació per a fins de seguiment/identificació (3,M)</li> <li>■ Xenotrasplantació (1,M)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Energia solar assequible (10,M)</li> <li>■ Desenvolupament de fàrmacs (2,M)</li> <li>■ Filtres i catalitzadors per a la purificació de l'aigua (7,M)</li> <li>■ Processos ecològics de fabricació (6,M)</li> <li>■ Monitoratge i control per a la gestió de malalties (2,M)</li> <li>■ Sistemes intel·ligents (1,M)</li> <li>■ Enginyeria de teixits (4,M)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Millores en la diagnòsi i els mètodes quirúrgics (2,G)</li> <li>■ Criptografia quàntica (2,G)</li> </ul>
<b>(U) no segur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ UAV comercials (6,M)</li> <li>■ Terrorisme d'alta tecnologia (3,M)</li> <li>■ Nanotecnologies militars (2,G)</li> <li>■ Robòtica militar (2,G)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La biometria com a únic format d'identificació (3,M)</li> <li>■ Xarxa urbana de sensors CBRN (4,M)</li> <li>■ Teràpia genètica (2,G)</li> <li>■ Insectes GM (5,M)</li> <li>■ Robòtica en l'àmbit clínic (2,M)</li> <li>■ Vigilància segura per vídeo (3,M)</li> <li>■ Teràpies basades en R+D amb cèl·lules mare (5,M)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Recuperació clínica potenciada (3,M)</li> <li>■ Immunoteràpia (2,M)</li> <li>■ Tractaments millorats basats en l'anàlisi de dades (2,M)</li> <li>■ Tèxtils intel·ligents (4,M)</li> <li>■ Microordinadors portàtils (5,M)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Transaccions electròniques (2,G)</li> <li>■ Interfície informàtica mans lliures (2,G)</li> <li>■ R+D de fàrmacs <i>in-Silico</i> (2,G)</li> <li>■ Tèxtils resistents (2,G)</li> <li>■ Transferència segura de dades (2,M)</li> </ul>
<b>Improbable (-)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Fàrmacs estimuladors de la memòria (3,M)</li> <li>■ Científics robot (1,M)</li> <li>■ Soldats «bionics» (2,M)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Implants de xips cerebrals (4,M)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Fàrmacs fets a mida de la genètica de pacients (2,M)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Habitatges autosostenibles assequibles (6,G)</li> <li>■ Llibres impresos per comanda (2,G)</li> </ul>
<b>Molt improbable (--)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ BOTS de proximitat (3,M)</li> <li>■ Computadors quàntics (3,M)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Selecció genètica de fills ((2,M)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Músculs i teixits artificials</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vehicles d'hidrogen (2,G)</li> </ul>

Nota: La informació entre parèntesis indica l'impacte que l'aplicació tecnològica té en el total de 12 sectors de la societat (aigua, aliments, terra, població, govern, estructura social, energia, salut, desenvolupament econòmic, educació, defensa i conflicte, i entorn i pol·lució) i la seva difusió serà global (G) o moderada (M). Per exemple, els vehicles híbrids tenen efectes en 2 dels 12 sectors i tindrà una difusió global.

Font: *The Global Technology Revolution 2020*, Silterglitt et al., 2006

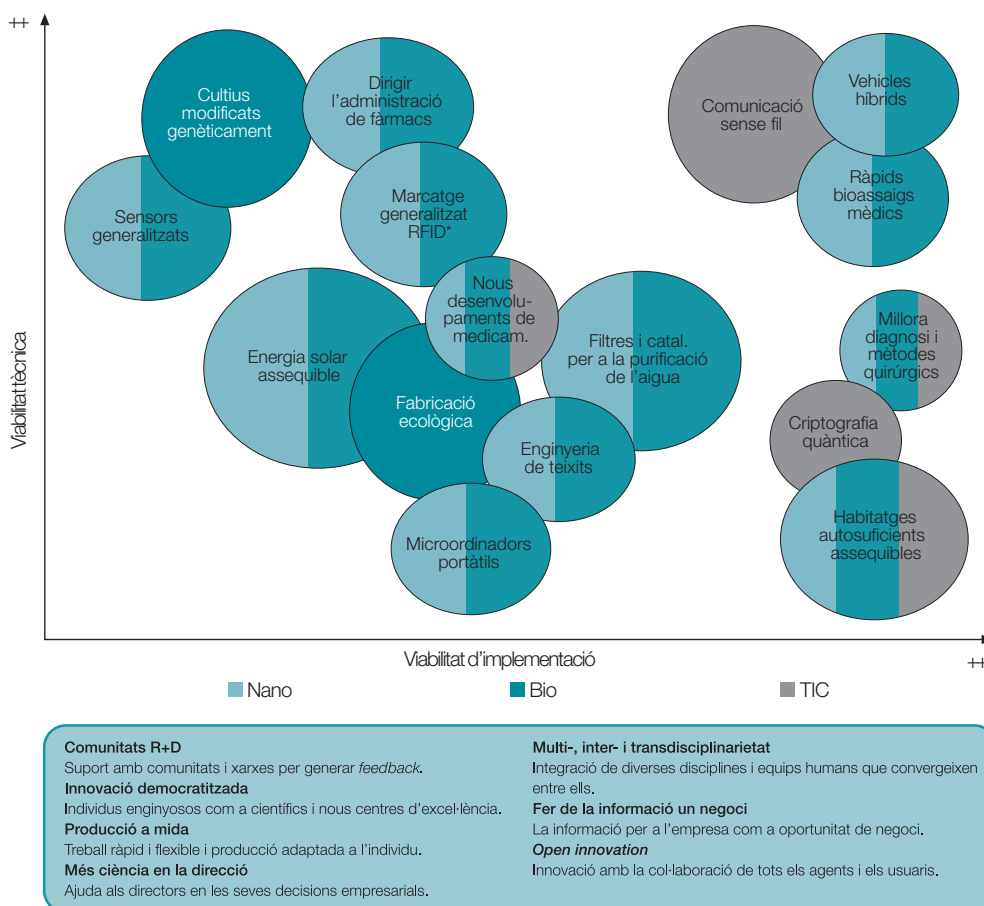
- L'energia solar assequible és útil per a la millora de la disponibilitat energètica dels països i per a la subsistència agrícola de les economies locals. Per això, s'espera que contribueixi al desenvolupament de les àrees rurals i a la reducció de les diferències de renda als països emergents. Els últims avenços tècnics en aquest camp fan preveure que l'aplicació d'aquesta tecnologia serà viable el 2020.
- Els conreus modificats genèticament poden produir diversos beneficis: millora del valor nutricional dels aliments, augment del valor de la producció i reducció de l'ús de pesticides. Per al 2020 s'espera que sigui possible modificar genèticament els cultius dels principals ali-

ments, fet que pot ajudar a disminuir la malnutrició, una de les principals causes de mortalitat infantil.

- Els filtres i catalitzadors per a la purificació i descontaminació de l'aigua s'espera que produeixin una millora tant qualitativa com quantitativa en l'accés a l'aigua. Els avenços en nanotecnologia i biotecnologia han incrementat la possibilitat que es converteixi en una tecnologia viable el 2020 i s'espera que sigui una aplicació tecnològica important per a aquelles regions on l'aigua és un recurs escàs.

Moltes de les aplicacions tecnològiques més viables i les que tindran un impacte més gran a la

Figura 1. La ciència i la tecnologia el 2020



(<sup>1</sup>) Identificació per radiofreqüència

Nota: La grandària del cercle indica l'impacte que aquesta tecnologia té en el total de 12 sectors de la societat (aigua, aliments, terra, població, govern, estructura social, energia, salut, desenvolupament econòmic, educació, defensa i conflicte, i entorn i pol·lució). Per exemple, l'energia solar barata té efectes en 10 dels 12 sectors.

societat el 2020, beneficiaran els països emergents i permetran un desenvolupament tecnològic i econòmic més ràpid de les seves àrees rurals i pal·liar les diferències existents en la seva societat.

D'altres com els habitatges autosostenibles assequibles, els microordinadors portàtils o els sensors generalitzats semblen més enfocats a economies més desenvolupades i a l'increment del benestar dels seus ciutadans:

- Els habitatges autosostenibles assequibles són habitatges dissenyats per evitar l'ús de materials amb un alt contingut energètic i minimitzar l'impacte mediambiental. És poc probable que aquesta aplicació tecnològica sigui extensament disponible per al 2020; el cost n'és probablement la principal barrera.
- Els microordinadors portàtils, inserits a la roba o altres peces de vestir com bosses, moneders o joieria, poden contribuir al desenvolupament econòmic continu de sectors basats en tecnologies de la informació i influenciar l'estructura social de la població. La integració de diverses tecnologies pot facilitar la inclusió de microordinadors portàtils en una gamma d'accessoris més àmplia. Tanmateix, la viabilitat d'aquesta aplicació tecnològica el 2020 és més aviat incerta.
- Els sensors generalitzats en àrees públiques poden proveir els governs d'una eina forta per aplicar la llei, però, al mateix temps, pot afectar seriosament el dret de privacitat dels ciutadans. Per al 2020 serà possible implementar extensament aquesta aplicació tecnològica.

Finalment, un altre enfocament en l'aplicació de les tecnologies emergents és el que proporciona el MIT,<sup>5</sup> fruit de la investigació de diversos centres i universitats nord-americanes. Es destaquen les aplicacions tecnològiques amb més probabilitat d'afectar les empreses, la recerca i l'estil de vida de la societat, sobretot a les regions més desenvolupades tecnològicament (Technology Review, 2008):

- **Models sorpresa.** Combinar diverses tècniques per anticipar els imprevistos i millorar el comportament humà davant de situacions inesperades. Tot i que la recerca està tot just a la primera etapa, un prototip que alerta els ciutadans dels

imprevistos en el trànsit de Seattle s'ha provat amb efectivitat.

- **Xips probabilístics.** Poden permetre estalviar una quantitat substancial d'energia en les bateries dels telèfons mòbils.
- **Nanoràdio.** Aparells de ràdio minúsculs que poden millorar des dels telèfons mòbils fins als diagnòstics mèdics. Les noves eines en nanotecnologia poden permetre als investigadors fabricar aquest tipus d'aparell.
- **Energia sense fil.** Tecnologia capaç de transmetre l'electricitat a diversos aparells de baixa potència com els telèfons mòbils, el portàtil o l'iPod sense necessitat de cable. El repte és que en un futur els aparells no s'hagin de carregar manualment (Gartner, 2008).
- **Magnetòmetres atòmics.** Sensors magnètics de dimensions atòmiques que es poden incorporar als aparells portàtils de ressonància magnètica. S'espera que el seu ús s'amplii en la propera dècada i sigui útil, per exemple, per a la detecció d'explosius.
- **Aplicacions web locals.** Aplicacions que permeten a empreses com Adobe, eBay, AOL, Anthropologie o Google desenvolupar sistemes que facilitaran als usuaris navegar en línia o fora d'ella gràcies a l'escriptori d'una manera més ràpida i barata.
- **Transistors de grafè.** Es tracta d'un material de carbó amb grans propietats electròniques. Les primeres aplicacions s'esperen en xips de comunicacions a velocitat ultraràpida i en processadors d'ordinadors. Alguns investigadors acadèmics i diverses empreses electròniques n'estan estudiant els efectes i mirant de posar-los en pràctica.
- **Connectòmica.** Tecnologia que pot permetre aprofundir en les connexions entre les neurones del cervell dels mamífers i comprendre millor malalties com l'autisme o l'esquizofrènia, i també avançar en el coneixement de les funcions cognitives. L'avenç en la convergència en imatge, biologia molecular i informàtica sembla que en possibilitarà l'aplicació.

5. Massachusetts Institute of Technology.

- **Mineria de la realitat.** Models generats per analitzar dades personals tant individualment com en l'àmbit de grups. Actualment, els investigadors estan desenvolupant tècniques que puguin permetre als telèfons mòbils recopilar i analitzar dades del comportament humà.
- **Enzims de cel·lulosa per a l'elaboració de biocombustible.** El seu increment pot ajudar a parar les emissions de gas amb efecte d'hivernacle i reduir la dependència del petroli. Tot i que diverses empreses estan buscant solucions, el procés per elaborar biocombustible de cel·lulosa és encara molt car per posar-se en pràctica.