

La futura revolució científica: noves oportunitats i reptes

Febrer 2009

Elaborat per: Unitat d'Anàlisi i Prospectiva de l'Observatori de Mercats Exteriors

Des de la Revolució Industrial fins a la revolució tecnològica les societats i els models econòmics s'han vist transformats considerablement per nous paradigmes organitzatius i tecnològics. Les revolucions tecnològiques tenen un impacte profund i universal no sols perquè obren un potencial nou i dinàmic per a la creació de riquesa nova, sinó perquè ofereixen tecnologies genèriques que permeten donar un salt quàntic en la productivitat de totes i cadascuna de les altres activitats econòmiques existents. Aquests nous avenços tecnològics que s'han originat en l'última revolució tecnològica entorn de les tecnologies de la informació i la comunicació seran els fonaments de noves revolucions futures. En l'actualitat, la convergència de la informàtica i les diferents disciplines científiques està desencadenant l'aparició d'una nova revolució en l'àmbit científic. Aquesta revolució serà el factor clau d'una nova era econòmica basada en la innovació científica i que implicarà noves oportunitats i reptes empresarials. L'objectiu d'aquest article és comentar les transformacions que afectaran la nostra societat en les pròximes dècades, els avenços i peces clau de la nova revolució científica i com les noves aplicacions i productes poden ajudar a fer front als canvis futurs.

D'aquí a l'any 2025 s'esperen una sèrie de canvis que transformaran la manera que viurem i interac-

tuarem entre nosaltres, i implicaran importants oportunitats empresarials i tecnològiques. A continuació, comentem alguns d'aquests canvis:¹

- 1. Creixement de la població i canvis demogràfics.** S'espera que la població mundial se situï en els 7,9 mil milions el 2025 i en 9,2 mil milions el 2050. Hi haurà un augment important de la població als països en vies de desenvolupament: a un ritme de 22 milions l'any, i un augment de la població de més de 60 anys (s'espera que el 2050 hi hagi més de 2 mil milions de persones al planeta de més de 60 anys, 380 milions de més de 80 i 2 milions de més de 100).
- 2. Gestió de recursos, principalment energètics i híbrids.** L'any 2025 hi haurà 3 mil milions de persones amb problemes greus de manca d'aigua (comparat amb els 1,1 mil milions actuals), i l'alta dependència dels combustibles fòssils farà trontollar el model energètic actual.
- 3. Tecnologia.** El desenvolupament i l'aplicació de noves tecnologies, des de la informàtica a la biologia, i de la genòmica a la nanotecnologia comportarà nous reptes per a les empreses. Els nous avenços en biotecnologia implicaran un augment de la medicina personalitzada i un augment consegüent de l'esperança de vida fins als 100 o 120 anys.

1. Global Strategy Institute (2008). *Seven revolutions*. Disponible a: http://gsi.csis.org/index.php?option=com_content&task=view&id=19&Itemid=48

4. Coneixement. La democratització de l'accés al coneixement amb els nous models d'*open source* o de ciència oberta implicaran un canvi cultural radical i una redefinició de l'aprenentatge i transferència de coneixement.

5. Integració econòmica global. La integració econòmica global farà que els països siguin econòmicament interdependents i el sorgiment de les economies de les nacions BRIC (el Brasil, Rússia, l'Índia i la Xina) canviaran el panorama econòmic global. Un aspecte negatiu d'aquesta integració és l'augment de la desigualtat entre països, i en l'actualitat ja hi ha 2,8 mil milions de persones que viuen amb menys de 2 dòlars al dia.

6. Conflicte. El conflicte entre nacions se substituirà pel conflicte dins de les nacions, i qualsevol individu o grup d'individus podrà originar un atac bioterrorista.

7. Governabilitat. El poder serà en mans de les nacions, empreses i organitzacions no governamentals (ONG). Les empreses hauran de redefinir la manera d'operar i augmentarà considerablement el poder de les ONG.

En aquest context d'importants transformacions, seran cabdals els avenços innovadors de les empreses i en molts casos això implicarà un pas important de la innovació tecnològica a la innovació científica. En les últimes dècades els avenços en el camp de la informàtica han revolucionat la manera com els científics investiguen i treballen, i molts dels avenços científics actuals com el monitoratge del clima mundial o la seqüenciació del genoma no haguessin estat possibles sense uns avenços paral·lels en el camp de la informàtica. En aquest sentit ens trobem en una nova revolució científica que té l'origen en la convergència entre la informàtica i les diferents disciplines científiques. Aquesta convergència² canviarà radicalment el pensament científic, ja que implicarà la integració de conceptes, eines i teoremes informàtics en el camp científic. Segons el Max Planck Institute for the History of Science, una revolució científica és el resultat d'una nova organització del coneixement transmès.³

A escala governamental ja s'estan introduint iniciatives per fomentar la innovació científica. Als Estats Units, per exemple, l'últim informe de política tec-

nològica i científica apunta que es doblarà la inversió federal en recerca bàsica per fer front als grans reptes dels pròxims anys, com acabar amb la dependència de petroli estranger, combatre l'escalfament global, desenvolupar nous tractaments per diagnosticar, prevenir i tractar malalties. Aquest suport per part del Govern a polítiques innovadores científiques també és molt significatiu a la Xina.⁴ En aquest país, la innovació científica és la principal prioritat, i creuen que el desenvolupament de la ciència i la tecnologia proporcionarà una base sòlida per al creixement econòmic i el progrés social, i millorarà els nivells de vida i la seguretat nacional.

Aquesta nova revolució científica implicarà avenços importants en el camp de la informàtica i del descobriment científic. A continuació, comentem alguns dels avenços que s'esperen en el camp del *software* i diverses aplicacions en sectors cabdals.

Les noves eines de *software* desenvolupades en la ciència computacional tindran el potencial de transformar la ciència radicalment. Concretament, s'espera que les eines de *software* permetin modelar amb més precisió i solidesa els sistemes complexos. Els reptes de la ciència moderna requereixen una interacció intensa dels científics amb una gran quantitat i complexitat de dades. Aquestes dades actualment es troben distribuïdes arreu del món (en el passat es trobaven més concentrades en uns pocs països). De cara al futur, s'incrementarà la complexitat dels sistemes científics i es necessitaran tècniques avançades per manipular, visualitzar i interpretar les dades. Una possible solució seria utilitzar arquitectures *peer-to-peer* i orientades al servei.

La xarxa i els nous avenços tècnics redefiniran la comunicació i publicació científica en els pròxims anys. Concretament, els canvis requeriran noves figures interactives i noves interfícies de navegació, personalització de la informació, la relació entre les publicacions i les bases de dades, la participació de l'usuari i els serveis de recerca i alerta, entre d'altres. En el futur augmentarà l'ús de pàgines web que permetin la interactivitat i que es generin en el moment que es demanin. D'aquesta manera, l'usuari podrà personalitzar la informació, segons els seus requeriments. Les publicacions científiques es convertiran en bases de dades per ser analitzades per iguals (*peer-reviewing*). Aparei-

2. El concepte de *convergència* és molt ampli i es pot aplicar a molts aspectes de la ciència i la tecnologia. Per a més informació consulteu: Gordillo, S. Llauradó, G. Afcha, S. (2007). Les TIC: un futur en xarxa. Papers OME. Observatori de Mercats Exteriors. Disponible a: <http://www.anella.cat/prospectiva>
3. Max Planck Institute for the History of Science (2006), «Genesis of General Relativity».
4. China Daily (2008). President Hu calls for Scientific innovation. Disponible a: http://china-daily.com.cn/language_tips/avideo/2008-06/25/content_6793068.htm

xeran arquitectures de participació (*participation architectures*), una xarxa de dos sentits en què els usuaris no són consumidors passius, sinó que esdevenen participants actius. S'implementaran tecnologies de localització de continguts per poder trobar informació de manera ràpida, i apareixeran noves publicacions amb nous models de negoci i diferents perspectives editorials i tècniques per satisfer totes les necessitats científiques.

La biologia, la medicina, el medi ambient, el sistema social i les xarxes de comunicació i de comerç es representen mitjançant sistemes complexos. Per això, en el futur serà cabdal l'habilitat de mesurar, modelar i manipular aquests sistemes complexos. El repte és passar de la complexitat a la coherència, i això s'aconseguirà amb instruments de mesurament de sistemes complexos, la modulació de l'efecte de perturbacions o canvis dissenyats prèviament i l'habilitat de reorientar aquests sistemes. Un altre aspecte clau és l'habilitat de fer prediccions i poder experimentar. En aquest sentit, es desenvoluparan màquines o models de predicció i tècniques d'intel·ligència artificial. Cal destacar, també, els sistemes robòtics d'aprenentatge. Aquesta experimentació autònoma que serà pos-

sible gràcies a científics artificials intel·ligents obre les portes a noves tècniques d'experimentació sense precedents. Els laboratoris miniaturitzats (*lab-on-chips*), la biologia sintètica i els ordinadors moleculars ens permetran modelar, entendre i reparar sistemes vius complexos i construir noves parts biològiques.

Tots aquests desenvolupaments nous en el camp de la informàtica i el descobriment científic contribuiran a fer front als reptes globals futurs que hem assenyalat anteriorment. En el quadre 1 s'ofereix un recull d'alguns reptes que la nova revolució científica pot preveure.

Les transformacions que afectaran la nostra societat i el sistema econòmic en els pròxims anys necessitaran nous avenços científics i tecnològics que ja ara s'estan començant a desenvolupar. Aquests avenços seran la peça clau d'un nou tipus d'innovació, la innovació científica, i el nostre creixement econòmic futur dependrà del desenvolupament de noves aplicacions i productes per a sectors clau com l'energètic i medi ambiental, i de com les nostres societats i economies gestionen aquesta «nova» innovació científica.

5. El terme *abiòtic* es refereix a tot allò que no forma part o no és producte dels éssers vius.

Quadre 1. Algunes aplicacions de la nova revolució científica	
Sector	Aplicacions
Medi ambient	<ol style="list-style-type: none"> Entendre i modular⁵ sistemes abiòtics per millorar el coneixement de la tectònica de les plaques i el geomagnetisme i poder anticipar terratrèmols, erupcions volcàniques i tsunamis. Modelar i visualitzar l'efecte de la desforestació en certes parts del planeta. Modelar i visualitzar l'efecte de la producció de gasos amb efecte d'hivernacle en el clima global.
Biologia	<ol style="list-style-type: none"> Entendre el sistema immunitari per poder lluitar contra patògens, càncer, malalties inflamatòries i millorar els trasplantaments d'òrgans. Dissenyar noves vacunes. Entendre el funcionament del cervell i les connexions neurals.
Epidèmies globals	<ol style="list-style-type: none"> Anticipar i preparar nous tractaments per a noves epidèmies. Simuladors globals per capturar els moviments de la població que ens permetran entendre i visualitzar possibles contagis i implementar mesures de control.
Medicina	<ol style="list-style-type: none"> Entendre les malalties i eradicar-les. Medicaments intel·ligents que curin les malalties i s'adaptin al consumidor.
Energia	<ol style="list-style-type: none"> Utilitzar sensors atmosfèrics per preveure els corrents marins i la força del vent. Preveure tempestes i millorar la defensa de la costa.

Font: Elaboració pròpia a partir de dades del: Microsoft (2006) 2020 Science. Disponible a: http://research.microsoft.com/en-us/um/cambridge/projects/towards2020science/downloads/T2020S_ReportA4.pdf

Bibliografia:

China Daily (2008). President Hu calls for Scientific innovation.

Disponible a:
http://chinadaily.com.cn/language_tips/auvideo/2008-06/25/content_6793068.htm

Global Strategy Institute (2008). Seven revolutions.

Disponible a:
http://gsi.csis.org/index.php?option=com_content&task=view&id=19&Itemid=48

Gordillo, S., Llauradó, G., Afcha, S. (2007). Les TIC: un futur en xarxa. Papers OME. Observatori de Mercats Exteriors.

Disponible a:
<http://www.anella.cat/prospectiva>

Max Planck Institute for the History of Science (2006), «Genesis of General Relativity».

Microsoft (2006) 2020 Science.

Disponible a:
http://research.microsoft.com/en-us/um/cambridge/projects/towards2020science/downloads/T2020S_ReportA4.pdf

Microsoft (2006). 2020 Science roadmap.

Disponible a:
http://research.microsoft.com/towards2020science/downloads/T2020S_Roadmap.pdf

Nature (2006), 2020 Future of Computing, Revista Nature. Web Focus.

Disponible a:
<http://www.nature.com/nature/focus/futurecomputing/index.html>

Obama (2008), Science and Technology Policy.

Disponible a:
<http://pubs.acs.org/cen/news/pdf/FactSheetScience.pdf>