

# Els dos grans processos de convergència tecnològica<sup>1</sup>

## JAVIER ECHEVERRÍA

Professor d'investigació de l'Institut de Filosofia, CSIC  
Investigador Ikerbasque del Departament de Sociologia 2 de la  
Universitat del País Basc

echeverria@ifs.csic.es / javier\_echeverria@ehu.es

### Resum

*Des d'un punt de vista sistèmic, la convergència tecnològica es pot considerar una conseqüència de la formació progressiva de sistemes tecnològics. A més, també es podria comparar amb la composició d'accions humanes, individuals i col·lectives, que expandeixen els corresponents espais de capacitats i acompliments (A. Sen). Aquest article aplica aquestes tres hipòtesis filosòfiques a la convergència entre algunes tecnologies de la informació i la comunicació, d'una banda, i a la convergència NBIC (Nano-Bio-Info-Cogno), de l'altra. En ambdós casos se subratlla la importància de l'apropiació social d'aquestes tecnologies convergents i del paper dels usuaris en els esmentats processos d'apropiació sociotecnològica. Per tant, la convergència tecnològica depèn de la convergència social entre usuaris de diferents sistemes tecnològics.*

### Paraules clau

*Filosofia de la tecnologia, tecnologies convergents, apropiació social.*

### Abstract

*From a systemic point of view, technological convergence can be considered a consequence of the progressive formation of technological systems. Furthermore, it could also be compared with the composition of individual and collective human actions, which broaden the respective scope of capabilities and activities (A. Sen). This paper applies these three philosophical hypotheses: on the one hand to convergence between several information and communication technologies (ICTs) and, on the other, to NBIC (nano-bio-info-cogno) convergence, in both cases focusing on the social appropriation of these convergent technologies and on the role of users in processes of socio-technological appropriation. Consequently, technological convergence depends on social convergence among users of different technological systems.*

### Key words

*Philosophy of technology, Converging Technologies, social appropriation.*

## 1. Sistemes tecnològics i accions humanes

Les tècniques humanes tenen orígens molt diversos i se solen estudiar per separat, d'acord amb el paradigma atomista que ha predominat durant dècades en els estudis de ciència i tecnologia. No obstant això, durant els últims anys s'ha dut a terme un enfocament sistèmic, i és en aquest marc on se situa aquest article. En el seu llibre *Tecnología: un enfoque filosófico* (1989), Quintanilla va establir les bases de la concepció sistèmica de les tecnologies, segons la qual conformen *sistemes tecnològics*, en lloc de funcionar aïlladament. Al llarg de la història de la tècnica abunden els exemples de tècniques que s'han anat aplegant i acoblant per donar com a resultat artefactes mixtos. El carro n'és un bon exemple, perquè combina la roda, la caixa i la tracció animal, però també valen les eines d'un llaurador, els artefactes que conformen una quadra, les eines bàsiques d'un fuster o un miner, o els aparells d'un vaixell de pesca. Aquests diversos artefactes tecnològics, cadascun amb una funció pròpia, s'uneixen per conformar sistemes tècnics en els quals es barregen tecnologies d'orígens

diferents. Alguns d'aquests sistemes tecnològics han estat molt duradors i han caracteritzat cultures senceres, ja que n'han facilitat la supervivència en un entorn determinat. D'altra banda, moltes invencions han sorgit mitjançant transferència d'idees i recursos tècnics d'uns sistemes a altres (Edgerton 2007, pàg. 270). N'hi ha prou amb l'exemple de l'electricitat, que, una vegada inventada i consolidada com a sistema tecnològic (centrals elèctriques, xarxes de transport, acumuladors, reguladors de tensió, preses de corrent, connexions, etc.), va generar múltiples innovacions, des de la bomba fins a la planxa elèctrica, passant pel forn elèctric, el motor elèctric o els troleibusos, tramvies i altres enginyers de transport basats en l'energia elèctrica. La combinatòria sempre ha estat una gran font d'invenció, com va saber Leibniz, i la història de les tecnologies no n'és una excepció.

Una segona idea que va aportar Quintanilla resulta també important, perquè està a la base d'aquesta integració d'eines diverses en sistemes tecnològics duradors i estables. Segons ell, les tecnologies són "sistemes d'accions humanes intencionalment orientats a la transformació d'objectes concrets per

aconseguir de manera eficient un resultat valuós".<sup>2</sup> Per tant, el que importa no són els artefactes, sinó les accions que els éssers humans poden fer gràcies a aquestes eines. Una vegada definides així les tecnologies, resulta molt fàcil explicar per què convergeixen i conformen sistemes tecnològics. Pel fet de ser accions humanes, en la mesura en què les esmentades accions puguin combinar-se i integrar-se en una mateixa activitat, individual o col·lectiva, les tecnologies corresponents convergiran en sistemes tecnològics. Ja que una mateixa persona o diverses persones poden coordinar les seves accions i compondre accions complexes (cooperació, col·laboració), les eines que faciliten aquestes accions s'aniran integrant en artefactes mixtos i complexos i, a la fi, en sistemes tecnològics.

Com a segona hipòtesi de partida, direm per tant que la convergència tecnològica sorgeix perquè les accions humanes es poden unir entre si i donar lloc a accions complexes. En particular, les accions humanes generen accions col·lectives, en la mesura en què uns i altres fan concordar les seves accions individuals de manera que sorgeixi una acció conjunta, cosa que és habitual des d'èpoques primitives (cultura caçadora). Hi ha sistemes tecnològics d'ús individual (un fuster), però també d'ús col·lectiu (un equip, un grup de treballadors). Alguns d'aquests sistemes col·lectius han influït significativament en la constitució de modes específics de producció, distribució, subministrament, utilització o emmagatzematge de diversos tipus de béns, i, per tant, en la conformació de sistemes econòmics, culturals i socials estables. Fins i tot estant en contra del determinisme tecnològic, cal reconèixer que els sistemes tecnològics són un component important de molts altres sistemes, inclosos els sistemes científics, artístics, literaris i educatius, per no parlar dels sistemes bèl·lics, jurídics i administratius, que també funcionen amb l'ajuda de sistemes tecnològics específics. Un laboratori, una orquestra, un llibre, una aula, un bombarder, un jutjat i una oficina poden ser vistos i analitzats en funció dels sistemes tecnològics que operen en els esmentats espais, els quals requereixen eines i habilitats específiques, tant per manejar-los individualment (*know how*) com per integrar-los en una acció o projecte conjunt. Direm per tant, reinterpretant a la nostra manera les propostes de Quintanilla, que *la composició d'accions humanes està a la base dels diversos processos de convergència tecnològica*, els quals acaben generant sistemes tecnològics.

A l'enfocament sistèmic i a la concepció de les tecnologies com a accions humanes hi afegirem una tercera hipòtesi. En aquest cas ens basem en Amartya Sen i en la seva concepció de la riquesa i la pobresa d'acord amb els espais de capacitats (*capabilities*) i acompliments (*functionings*). Reinterpretades les seves tesis, resulta que les tecnologies aporten una ampliació de l'espai de capacitats dels éssers humans, i en la mesura en què es posseeixin i se sàpiguen utilitzar, també amplien i enriqueixen el seu espai d'acompliments. Dit en termes molt senzills: moltes tecnologies han estat dissenyades precisament per incrementar i millorar les capacitats humanes, per exemple la capacitat motriu (carro, canoa, bicicleta, moto, cotxe, camió,

tren, avió, vaixell, etc.), o la de percepció (ulleres, audíofons, microscopis, telescopis, etc.). Qui té un cotxe o disposa d'un servei d'autobusos i metro pot treballar a diversos quilòmetres de casa seva, com fan diàriament milions de persones a les grans metròpolis. Aquestes tecnologies, que en part són industrials i en part són socials (organització del servei, senyalització, etc.), incrementen la capacitat de desplaçament de les persones i, en últim terme, altres capacitats bàsiques per evitar la pobresa, com ara poder guanyar-se la vida mitjançant un treball retribuït. La cultura urbana i industrial està basada en un conjunt de sistemes tècnics que la majoria de les persones que vivim a les ciutats utilitzem diàriament, per exemple el subsistema de transports. No estem parlant només d'automòbils, trens, carreteres o xarxes ferroviàries. El que és important són les accions humanes que es poden dur a terme gràcies a aquesta multiplicitat de sistemes tècnics convenientment encaadenats entre si i, en particular, l'increment i la millora de les capacitats humanes que en conjunt possibiliten. Aquesta hipòtesi val per a les capacitats i els acompliments individuals, però també per als col·lectius.

Això justifica la utilitat i la importància de la convergència tecnològica, la qual, en primera instància, consisteix en l'acoblament de dos o més artefactes diferents de manera que els increments que cada aparell aporta a l'espai de capacitats se sumen entre si. Quan una cadena, un pedal i una roda s'acoblen, sorgeix un nou sistema tecnològic, que està basat en la convergència i integració de tecnologies prèvies. Una vegada resolts altres problemes tècnics (equilibri, direcció, frenat, etc.), la convergència genera una innovació de ruptura, la bicicleta, que després va millorant gràcies a millores acumulatives (tubulars, llums, parafang, etc.). La convergència i la integració de diverses tecnologies prèviament existents en un nou sistema tecnològic és una de les principals fonts d'innovació tecnològica, i això és així perquè aquesta combinació possibilita noves composicions de les capacitats humanes.

La convergència tecnològica té a veure amb els sistemes, les accions i les capacitats humanes, tant si aquestes són individuals com col·lectives. Alguns grans canvis socials han vingut acompanyats per canvis tecnològics paral·lels. Les tecnologies mai són la causa del canvi social, si s'entenen com a artefactes i eines, però quan les concebem com a sistemes d'accions humanes, individuals i col·lectives, resulta més fàcil entendre per què els canvis tecnològics tenen una rellevància considerable en molts processos de canvi social.

## 2. Convergència de les tecnologies de la informació i la comunicació

Les tecnologies de la informació i la comunicació constitueixen un dels principals exemples actuals de convergència tecnològica que ha suscitat profunds canvis socials, els quals solen quedar resumits en l'emergència d'una nova modalitat de societat, la *societat informacional* (Castells 1995-97). És fre-

qüent identificar la societat de la informació amb la xarxa internet, però al nostre parer, cal distingir-les. En primer lloc, perquè internet és un espai telemàtic compost per xarxes i ordinadors interconnectats, no una societat. En segon lloc, perquè el sistema tecnològic TIC (tecnologies de la informació i la comunicació) és més ampli que internet. La televisió, la ràdio i el so digital (Mp3, Mp4, música electrònica), els diners electrònics, els videojocs, les tecnologies multimèdia, les bases digitalitzades de dades i metadades, els artefactes de realitat virtual, les torres i satèl·lits de telecomunicacions i, per descomptat, les xarxes telemàtiques que s'integren i connecten a internet, conformen un *nou sistema tecnològic*, el sistema TIC, que ha transformat radicalment els processos de producció, distribució, subministrament, utilització i emmagatzematge de la informació, possibilitant l'emergència d'una nova modalitat de societat, la societat de la informació, en què els fluxos informacionals esdevenen una nova modalitat de riquesa. El sistema tecnològic TIC no només és internet, sense perjudici que la xarxa aportí el seu gran espai de desplegament per tot el món. Resulta obvi dir que la xarxa per si mateixa es basa en el funcionament d'un complexíssim sistema tecnològic que interconnecta ordinadors i fluxos informacionals a tot el món, i per tant, persones, institucions i diferents agents socials i econòmics. Tant internet com el sistema TIC han incrementat enormement les capacitats humanes relacionades amb la informació i la comunicació, i d'aquí ve el seu èxit, tant individual com col·lectiu.

Doncs bé, les diverses tecnologies que s'integren en aquest sistema tenen orígens i funcions molt diferents. El fet important és que totes elles s'han anat compatibilitzant entre si en les últimes dècades. Avui dia és possible veure la televisió per la pantalla d'un ordinador o d'un telèfon mòbil, editar textos i fotos digitals, fer operacions de banca *en línia* per la pantalla d'un caixer electrònic o d'un ordinador domèstic, jugar a un videojoc, visitar museus virtuals, assistir a concerts, xatejar i accedir als grans dipòsits del coneixement científic i humanístic de la nostra època (revistes, biblioteques digitals, etc.). Les procedències de totes aquestes tecnologies són molt diferents. Moltes tenen un origen militar, cosa que no els ha impedit evolucionar i passar a ser útils en múltiples àmbits de la vida civil. La creació de tecnologies simbòliques (llenguatge HTML, codis URL, Unicode, format .jpg, compressió .zip, etc.) ha estat vital perquè aquestes tecnologies s'hagin anat compatibilitzant entre si, malgrat els seus orígens i dissenys heterogenis. Tant internet com el sistema TIC són el resultat de múltiples processos de convergència tecnològica.

Per tant, l'emergència de la societat de la informació ha estat acompanyada per una complexa convergència tecnològica que ha aconseguit compatibilitzar i integrar tecnologies d'informació i comunicació molt rellevants, com ara el cinema, la fotografia, la ràdio, la televisió, la informàtica i les telecomunicacions. Cadascuna d'elles conformava un sector econòmic per si mateixa i tenia una important presència social. Així doncs, la convergència no només ha afectat el disseny dels aparells,

sinó també ha implicat un procés de convergència entre múltiples agents econòmics i socials, que han passat a ubicar-se en un mateix espai social, l'espai electrònic o tercer entorn (Echeverría 1999). Els mitjans de comunicació, per exemple, es van resistir enèrgicament a internet en la dècada final del segle xx, fent publicitat negativa de la xarxa. Avui dia gairebé tots ells tenen les seves edicions digitals pròpies, i sobretot, han sorgit múltiples formes de periodisme (blocs) mantingudes per ciutadans individuals i petits grups de *comunicòlegs*. La convergència tecnològica TIC, per tant, no només ha generat un sistema tecnològic, sinó també un nou espai social; aquesta és la tesi bàsica que mantenim. En l'espai electrònic, les capacitats d'acció dels éssers humans s'han ampliat gràcies al fet que són possibles les interaccions a distància i en xarxa, cosa que altres sistemes tecnològics previs no havien possibilitat. En suma, la convergència TIC té totes les característiques que detallem en l'apartat anterior: d'una banda, genera un nou sistema tecnològic, d'una altra, amplia l'espai de les capacitats humanes, tant individuals com col·lectives, i, finalment, genera un nou espai social en el qual emergeix i es desenvolupa ni més ni menys que una nova modalitat de societat. La convergència tecnològica està en estreta correlació amb una convergència social que s'ha anat produint arreu del món, i que ha acabat consolidant un nou espai per a les relacions individuals i col·lectives. Aquest procés resulta plenament intel·ligible si entenem les tecnologies com sistemes d'accions humanes, en aquest cas com noves capacitats d'acció individual i col·lectiva en relació amb la informació i la comunicació.

Quan l'ONU va organitzar la Cimera Mundial de la Societat de la Informació (Ginebra 2003 i Tunis 2005) i va aconseguir no només que participessin tots els països del món, sinó que consensuessin una àmplia declaració conjunta i un pla d'acció, la convergència tecnològica va quedar definida com un procés de convergència social d'àmbit internacional amb un desenvolupament lent i difícil, tot i que se segueix produint. La convergència TIC presenta moltes facetes: és tecnològica, sens dubte, però també econòmica, social, cultural, jurídica (cal fer compatibles les legislacions en l'espai electrònic) i política.

### 3. Convergència tecnològica i societat civil

A mesura que s'utilitza un instrument repetidament, es pot comprovar si s'exerceix bé o malament la funció per a la qual ha estat dissenyat, i se'n poden imaginar millores. A molts usuaris experimentats d'una determinada eina se'ls han ocorregut maneres perquè compleixi la seva funció més ràpidament, amb major precisió i eficàcia, més còmodament o amb un cost menor. La utilització d'artefactes tecnològics implica una valoració per part dels usuaris dels avantatges que aporten aquests instruments, però també dels possibles inconvenients i defectes (*bugs*). Alguns d'aquests usuaris, els experts, conceben millores possibles i, en alguns casos, les dissenyen, implementen i posen a prova. D'aquí ve l'importància dels usuaris en els

processos d'innovació tecnològica, i en particular dels usuaris experts (*leading users*). Seguint Von Hippel (*Democratizing Innovation*, 2005), i com a quarta hipòtesi de partida, direm que la innovació tecnològica no només la generen els fabricants i departaments d'R+D de les empreses. També els subministreadors, distribuïdors i usuaris són fonts d'innovació, i aquests últims en particular generen una modalitat d'innovació social molt important, *la innovació distribuïda*. Dit d'una altra manera, una vegada que la convergència tecnològica ha estat assumida per la societat, són els usuaris els qui milloren el sistema tecnològic i generen diverses formes d'innovació social (missatges SMS, Linux, Viquipèdia, xarxes socials, etc.).

Atès que les tecnologies són sistemes d'accions humanes, i no només artefactes, la cooperació i la interacció entre persones genera noves accions, i per tant nous artefactes tecnològics per dur-les a terme. La societat no només rep i accepta (o rebutja) les innovacions proposades per les empreses i altres agents d'R+D+i, també genera innovacions per si mateixa. Les petites o grans millores que uns i altres van introduint són contrastades per múltiples usuaris, amb la qual cosa la difusió de les innovacions és molt ràpida, perquè són els usuaris mateixos els qui les posen de moda. Com a resultat d'aquests processos humans de convergència tecnològica, al final apareixen noves eines i noves pràctiques, algunes de les quals esdevenen estàndards en el sector social o professional corresponent. Perquè una innovació sigui acceptada socialment i es converteixi en un instrument d'ús corrent, cal que sigui àmpliament utilitzada, de manera que se'n generalitzi l'ús i que l'aparell corresponent esdevingui un estàndard social. Direm, doncs, que *la convergència tecnològica la susciten els usuaris mateixos*. A més, els usuaris de les tecnologies, amb valoració prèvia derivada de l'ús habitual, poden ser fonts d'innovació tecnològica.

Aquest ha estat el cas d'internet, com ha subratllat Manuel Castells nombroses vegades, i ho torna a ser a finals de la primera dècada del segle XXI, a mesura que l'anomenat Web 1.0 evoluciona cap al Web 2.0 (Benkler 2006). Aquest últim es caracteritza per un fort impuls *bottom/up*, ja que són els usuaris els qui puguen els continguts i generen xarxes socials particularment actives. No insistirem en aquest punt, ens limitarem a assenyalar-lo, però es pot dir que la convergència TIC està entrant en una nova fase, en la qual són els usuaris qui promouen la convergència. Això implica un pas important cap a la democratització de la societat de la informació, tot i que encara queden moltes coses per fer, que es podrien resumir en una: cal *constituir Telèpoli en l'espai electrònic*, afirmant la primacia de la *Res Publica* en el conjunt de les xarxes telemàtiques. Els usuaris del Web 2.0 han començat a generar autèntics espais civils on múltiples persones convergeixen a internet per interrelacionar-se, i aquest és el principi de construcció d'una ciutat telemàtica i global. A mesura que vagin sorgint sistemes de governament d'aquests espais públics en xarxa, Telèpoli s'anirà conformant.

#### 4. Convergència tecnològica nano-bio-info-cogno

El començament del segle XXI porta inherent un nou procés de convergència tecnològica, que afecta principalment les nanotecnologies (*nano*), les biotecnologies (*bio*), les tecnologies de la informació (*info*) i les ciències cognitives (*cogno*). Una de les novetats d'aquesta nova integració de sistemes tecnològics afecta l'escala a la qual es duu a terme l'esmentada convergència, en els *nanocosmos*, és a dir, a escala nanomètrica. El sistema tecnològic que es pretén crear, sistema NBIC (Nano-Bio-Info-Cogno), no només serà microcòsmic, sinó nanocòsmic, i per tant, imperceptible a simple vista. Manipular les nanoeines que conformen el sistema NBIC no és a l'abast de qualsevol ésser humà, ja que es tracta d'una escala del món que, fins i tot sent real, no ha estat accessible a la percepció humana fins fa pocs anys. I això gràcies a la invenció dels microscopis d'efecte túnel o de forces atòmiques, que van millorar la capacitat perceptiva humana i van permetre representar els fenòmens que tenen lloc a escala nanomètrica, així com operar amb les petites partícules, alterant l'estructura dels àtoms, les molècules, l'ADN i les cèl·lules mitjançant enginyeria de materials en els nanocosmos. Aquests dos microscopis i altres tecnologies complementàries han possibilitat la manipulació de la matèria en un nivell atòmic i molecular, cosa que cap altre sistema tecnològic havia aconseguit. Així, les nanotecnologies han ampliat les capacitats d'acció dels éssers humans, expandint-les des dels mesocosmos habituals on percebem i actuem fins a aquests nanocosmos que anteriorment no podíem percebre, i ara sí, i on abans no podíem intervenir, i ara sí. La convergència NBIC suposa un nou exemple d'expansió de l'espai de capacitats humanes. No cal dir que les nanotecnologies ofereixen unes possibilitats d'innovació immenses, atès que les diverses modalitats de matèria, tant viva com inerta, poden ser reinventades artificialment a l'esmentada escala.

Les tecnociències no només pretenen conèixer el món (observar-lo, analitzar-lo, explicar i predir fenòmens i successos...), com era l'objectiu de la ciència moderna. A més, tendeixen a transformar-lo. El programa NBIC nord-americà ho anuncia clarament en el seu títol: *Converging Technologies for Improving Human Performance*.<sup>3</sup> Interessa saber com és el món a escala nanomètrica, i per a això cal molta investigació bàsica. Tot i així, el fi últim no és el coneixement, sinó la millora de les capacitats d'acció humana: "les tecnologies convergents podrien produir millores enormes en les habilitats humanes, així com beneficis socials, millorar la productivitat de la nació i també la qualitat de vida".<sup>4</sup> Per tant, els promotors de la convergència NBIC pretenen des del principi incrementar les capacitats humanes (perceptives, cognitives, comunicatives), així com la productivitat i la competitivitat de les empreses.

L'objectiu general consisteix a modificar l'estructura atòmica, molecular i cel·lular dels diferents materials, ja siguin inerts o vius, i generar nanopartícules i nanoeines que duguin a terme funcions biològiques (atacar l'ADN de les cèl·lules cancerígenes), informacionals (emmagatzemar gígues d'informació en un

nanoxip) o cognitives (recórrer a nanosensors i nanotransmisors, sense renunciar a millorar capacitats cognitives més complexes). Per a això cal molta investigació bàsica, ja que a escala nanomètrica regeixen les lleis de la mecànica quàntica i, per tant, les propietats dels nanomaterials i les nanopartícules són molt diferents de les dels seus homòlegs a escala meso- i microcòsmica. Algunes d'aquestes propietats poden ser beneficioses per a les persones, mentre que d'altres poden ser perjudicials. Es tracta d'explotar aquest coneixement que s'ha de generar, i produir avenços tecnològics i innovacions. Per la nostra part, direm que el fidel de la balança sempre serà la societat, que acceptarà o no aquestes innovacions proposades. Ara com ara, sorgeixen símptomes de desconfiança i s'apunten els primers riscos derivats de la convergència NBIC. En tot cas, i sense exagerar, les nanotecnologies han permès descobrir una nova dimensió del món material, per la qual cosa la convergència NBIC tindrà una importància similar o més gran que la convergència TIC anteriorment comentada.

Les nanotecnologies permeten modificar les propietats bàsiques de la matèria (cohesió, pes, duresa, conductivitat elèctrica, absorció lluminosa, etc.). En la mesura en què convergeixen amb les biotecnologies, l'estructura i les propietats de les cèl·lules i organismes es veuen modificades, amb la consegüent incidència en la medicina, la farmacologia, la genètica i, en general, les ciències de la vida. La convergència *nano-info* obre la possibilitat de nombroses innovacions en el sector TIC: xips quàntics, nanosensors, nanodetectors, etc. L'objectiu final del programa, pel que fa a les ciències cognitives, consisteix ni més ni menys que en la *conquesta del cervell*, a força d'implementar, entre d'altres, les capacitats perceptives, cognitives, comunicatives i mnemòniques del cervell humà. Si fos possible implementar les capacitats de les neurones inserint nanodispositius que les estimulessin, les diferents capacitats del cervell humà es veurien modificades i, en un cas hipotètic, millorades. La convergència NBIC és un dels grans objectius de les tecnociències contemporànies perquè, si s'assoleix, aportarà canvis radicals a les capacitats d'acció humana, així com nous objectes i artefactes resultat de l'esmentada convergència. El programa NBIC dels EUA és particularment fàustic. Es percep la ideologia del transhumanisme per tot arreu, però aquí no comentarem de manera crítica aquests aspectes.

Els programes de convergència tecnològica que han elaborat els diferents països des del 2001 tenen com a objectiu general *innovar*. Les innovacions que el programa nord-americà NBIC promou tenen com a destinatari últim els governs (defensa, administració), els mercats (eficiència, productivitat), la nació (lideratge mundial), la societat (millora de diversos serveis) i les persones (millors capacitats sensorials i cognitives, comunicació directa entre cervells, prolongació de la vida, tractament de la decadència física i mental, etc.). No es tracta d'investigar com és el món, sinó de transformar-lo i millorar-lo. El programa NBIC es va dissenyar per canviar radicalment i a escala global els mercats i les societats, introduint innovacions que siguin extremament competitives i que resul-

tin acceptables per als clients i consumidors. En darrer terme, es pretén modificar els hàbits i els comportaments de les persones, de manera que incorporin en la seva vida quotidiana les innovacions que els diferents programes NBIC vagin generant. Aquí radica una nova diferència entre les ciències i les tecnociències. Aquestes últimes sobrepassen el programa baconià, que propugnava únicament el control i el domini de la naturalesa. Les tecnociències, en canvi, s'orienten cap a la transformació de les persones i les societats. Aquesta és la raó per la qual les relacions entre les tecnociències i les societats són complexes. Algunes innovacions tecnocientífiques són ben rebudes, d'altres no. La identificació, anàlisi, avaluació, prevenció i gestió dels riscos resulten indispensables en les polítiques tecnocientífiques. Sobretot, cal atendre el criteri dels usuaris. A mesura que aquests utilitzin les tecnologies NBIC, es generarà molt coneixement i sorgiran innovacions socials en el sector corresponent, com va ocórrer en el sistema tecnològic TIC.

L'informe europeu sobre la convergència NBIC (2004) també tendeix a una profunda transformació social, però de diferent naturalesa. S'ha denominat "*Converging Technologies for the European Knowledge Society*" (CTEKS),<sup>5</sup> amb la qual cosa ja s'assenyala quin és l'objectiu principal que cal assolir en impulsar la convergència tecnològica: contribuir a la construcció d'una societat europea del coneixement que, conforme a l'estratègia *e-Europe 2003*, *e-Europe 2005* i *i2010*, converteixi la Unió Europea en líder mundial del coneixement l'any 2010 (Agenda de Lisboa 2000). Independentment de la diferència d'objectius finals, la UE i els EUA comparteixen la tesi bàsica: cal innovar. En el document titulat "*Hacia una estrategia europea para las nanotecnologías*"<sup>6</sup> es diu clarament que "l'excel·lència europea en l'àmbit de les nanociències s'ha de traduir finalment en productes i processos comercialment viables".<sup>7</sup>

Malgrat que la innovació és la prioritat, els documents europeus insisteixen molt més que els nord-americans en la necessitat d'investigar els riscos:

"La nanotecnologia s'ha de desenvolupar de manera segura i responsable. El seu avenç haurà de respectar principis ètics, i caldrà estudiar-ne científicament els riscos potencials per a la salut, la seguretat i el medi ambient amb la finalitat de preveure la normativa necessària. Caldrà avaluar i tenir en compte el seu impacte en l'àmbit social."<sup>8</sup>

Molts altres països estan impulsant iniciatives semblants: Japó, Corea, Taiwan, Xina, Rússia, Austràlia, Canadà, Índia, Israel, alguns països llatinoamericans, Nova Zelanda, Filipines, Singapur, Sud-àfrica, Tailàndia, etc. Cada país té les seves pròpies estratègies. El mateix es pot dir de les empreses que fomenten la investigació, el desenvolupament i la innovació en el sector NBIC. Els programes *Converging Technologies* no només pretenen revolucionar l'activitat científica i tecnològica, sinó també la política científica i l'activitat empresarial i industrial. Per desenvolupar aquests programes cal una alta dosi d'interdisciplinarietat en els equips investigadors, així com la intervenció de molts altres agents econòmics, polítics, socials,

jurídics i, no cal oblidar-ho, també militars. La *Nanotechnology National Initiative* que es va aprovar l'any 2000 als EUA havia estat demanada per les diferents agències de defensa dels EUA, les quals han estat a l'avantguarda de la investigació, els avenços tecnològics i la innovació durant tot el segle xx. En aquest cas, la convergència tecnològica requereix la integració d'agents socials i econòmics molt diferents en una mateixa agenda tecnocientífica, que està clarament definida en els programes *Converging Technologies* dels EUA i la UE.

## 5. Conclusions

Les hipòtesis que hem proposat al principi resulten vàlides per interpretar aquests dos grans processos de convergència tecnològica que tenim davant nostre en ple desenvolupament: el del sistema TIC, ja consolidat, i el del sistema NBIC, que ha ofert resultats importants, però el futur a mitjà i llarg termini del qual està per veure. Cal analitzar cadascun dels sistemes tecnològics, la majoria dels quals han sorgit en processos de convergència, que moltes vegades són promoguts pels usuaris mateixos. També cal estudiar els processos de convergència entre tecnologies i sistemes ja constituïts, com va ser el cas de les TIC (YouTube i televisió digital, per exemple), o com ho serà el de la convergència NBIC. Dels comentaris anteriors, malgrat ser massa breus i succints en alguns casos, podem concloure que, en general, la convergència tecnològica sempre té altres facetes (convergència social, econòmica, cultura, d'empreses i institucions, d'usuaris, etc.), i això és així perquè les tecnologies no es limiten a ser eines i artefactes, sinó que consisteixen en sistemes d'accions humanes. La convergència tecnològica implica una convergència d'accions humanes, i per tant una col·laboració o cooperació entre els agents corresponents, ja siguin individuals o col·lectius.

Les tecnologies mai estan separades de les societats que les promouen i usen. De fet, bona part dels canvis, millores i innovacions dels sistemes tecnològics provenen de la societat mateixa, en particular dels usuaris. En el cas de les TIC i de les tecnologies NBIC, el que és important és el procés d'apropiació social de les esmentades tecnologies, és a dir, la seva incorporació en la vida quotidiana de les persones. Quan això succeeix, un sistema tecnològic s'integra en una cultura i hi influeix, però sense arribar a ser determinant en cap moment. Pel fet de ser sistemes d'accions humanes mitjançant les quals es pretén obtenir resultats valuosos, les tecnologies i el seu futur depenen dels valors que els éssers humans apliquin a aquestes accions, tant en dur-les a terme com en jutjar-ne els resultats. En darrer lloc, l'essència de les diferents convergències tecnològiques consisteix en una confluència de valors contraposats i, si escau, la integració i generació de nous sistemes de valors. Cada sistema tecnològic té subjacent un sistema de valors humans, tant individuals com col·lectius. Per això les tecnologies són entitats socials. Parlem de tecnologies i tecnociències socials.

## Notes

- 1 Aquest article s'ha elaborat en el marc del projecte d'investigació HUM2005-02105/FISO, finançat pel Ministeri d'Educació i Ciència els anys 2006, 2007 i 2008. La redacció final es va dur a terme durant una estada investigadora al Center for Basque Studies de la University of Nevada, Reno (EUA).
- 2 Quintanilla, *op. cit.*, pàg. 34.
- 3 M. C. Roco i W. S. Bainbridge (ed.), 2001.
- 4 M. C. Roco i W. S. Bainbridge, *op. cit.*, pàg. IX.
- 5 A. Nordmann (coord.), 2004.
- 6 Brussel·les, 12.5.2004, COM(2004) 338 final.
- 7 *Ibid.*, pàg. 3.
- 8 *Ibid.*

## Bibliografia

BENKLER, Y. *The Wealth of Networks*. Yale: Yale University, 2006.

CASTELLS, M. *La era de la información*. Madrid: Alianza, 3 vol., 1996-98.

ECHEVERRÍA, J. *Los Señores del Aire: Telépolis y el Tercer Entorno*. Barcelona: Destino, 1999.

ECHEVERRÍA, J. *La revolución tecnocientífica*. Madrid: Fondo de Cultura Económica, 2003.

EDGERTON, D. *Innovación y tradición. Historia de la tecnología moderna*. Barcelona: Crítica, 2007.

NORDMANN, A. (rel.) *Report: Converging Technologies: Shaping the Future of European Societies*. Brussel·les: European Communities, 2004.

OLIVÉ, L. *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento*. Mèxic: Fondo de Cultura Económica (FCE), 2007.

ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS. *Informe final de la fase de Ginebra de la Cumbre Mundial de la Sociedad de la Información*. Ginebra: Documento WSIS-03/GENEVA/9(Rev.1)-S, 12 de maig del 2004.

QUINTANILLA, M. A. *Tecnología: un enfoque filosófico*. Madrid: Tecnos, 1989.

ROCCO, M. S.; BAINBRIDGE, W. S. (ed.). *Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology*. Arlington, Virgínia: National Science Foundation (NSF), 2001.

ROCCO, M. S.; BAINBRIDGE, W. S. (ed.) *Converging Technologies for Improving Human Performance; Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*. Arlington, Virgínia: National Science Foundation (NSF), 2002.

SEN, A. *Desarrollo y libertad*. Barcelona: Planeta, 2000.

UNIÓN EUROPEA. *"i2010: Una sociedad de la información para el crecimiento y el empleo"*, COM(2005) 229, 2005.

VON HIPPEL, E. *The Sources of Innovation*. Nova York: Oxford University Press, 1988. Traduïda al castellà amb el títol *Usuarios y suministradores como fuentes de innovación*. Madrid: COTEC, 2004.

VON HIPPEL, E. *Democratizing Innovation*. Cambridge, MA: MIT Press, 2005.