

## UNA ENGINYERIA PER A LA SOCIETAT DEL CONEIXEMENT

**Autors:** Lluís Jofre; Francesc Solé; Ferran Sabaté; Ferran Marquès; Jordi Romeu; Jordi Torres  
**Institució:** Càtedra Telefònica – UPC: Especialització Tecnològica i Societat del Coneixement  
**Contacte:** Ferran Sabaté. Tlf: +34.93.401.56.31 E-mail: [ferran.sabate@upc.es](mailto:ferran.sabate@upc.es)  
Lluís Jofre. Tlf: +34.93.401.68.19 E-mail: [jofre@tsc.upc.es](mailto:jofre@tsc.upc.es)  
**Àmbit:** 1r Àmbit. Enginyeria i globalització  
**Sub-àmbit:** 1C. Formació i competències dels enginyers en un món global

### Resum

Estem vivint un període de canvis que poden ser decisius en la construcció d'un nou model econòmic pel nostre país. Veiem que els conceptes de desenvolupament i competitivitat estan cada cop més lligats als d'innovació científica i tecnològica. Ciència i tecnologia es converteixen doncs en matèria primera imprescindible, i el talent que les produeixen, en un recurs fonamental. Necessitem doncs incrementar substancialment el ritme de creixement de capital científic i tecnològic, i per això calen tres pilars ben clars: coneixement especialitzat, infraestructures de coneixement avançades, i, també i sobretot, models de creació d'una activitat econòmica internacionalitzada i de gran valor afegit.

Aquesta nova organització econòmica està canviant les exigències sobre els nostres professionals. La societat, les universitats i les empreses hi han de treballar conjuntament:

- » La societat plantejant els reptes i les necessitats socials i la seva dimensió local i internacional amb tota la seva complexitat i interdependència
- » Les empreses afrontant els canvis necessaris en la seva orientació econòmica i organitzativa, per incrementar la seva capacitat d'adaptació i innovació,
- » Les universitats, creant nous espais de recerca i aprenentatge.

Des de la UPC, la Càtedra Telefònica-UPC, sobre "Especialització Tecnològica i Societat del Coneixement", estudia el nou rol del professional capaç de combinar una excel·lent formació de base amb una utilització intensiva de la tecnologia i una gran capacitat d'aprenentatge i innovació, clarament diferenciat d'aquell professional de fa unes dècades que desenvolupava la pràctica totalitat de la seva carrera professional en el marc de una única onada tecnològica i organitzativa. Aquest nou rol del professional, s'aborda des de diferents punts de vista, organitzats com a laboratoris:

- » El laboratori d'economia del coneixement, que partint de les demandes socials, estableix les competències necessàries dels professionals i les tradueix en requeriments del procés d'aprenentatge i desenvolupament professional.
- » El laboratori d'infraestructures del coneixement, que partint dels requeriments anteriors i de les noves possibilitats tecnològiques, defineix les estructures d'aprenentatge, i aprofundeix en les interrelacions entre xarxa i espais professionals.
- » El laboratori de la innovació capaç de crear models per a la producció de bens d'alt valor afegit a partir del coneixement col·laboratiu.

L'objectiu de la comunicació, és doncs presentar els elements més característics d'aquesta nova enginyeria per a la Societat del Coneixement.

## 1.- Introducció

En aquesta època de canvis, cal consolidar un model econòmic compatible amb la Societat del Coneixement, on la innovació científica i la tecnologia juguen un paper important en relació als nous models de desenvolupament i competitivitat. Aquesta realitat respon al fenomen de la Nova Economia, un terme ambigu i polèmic, del qual es pot concretar una definició que intenti englobar els diferents matisos que expressen els experts al referir-s'hi.

En (Laviña, F.; 2002) afirma que *“segons la teoria econòmica tradicional els factors principals de producció eren la terra, el capital i el treball. Però des de fa alguns anys sorgeix el coneixement com a nou factor de producció.(...) El que és diferent en aquest moment és que l'ús de la informació i del coneixement ha estat vertaderament el motor de la transformació dels models econòmics i socials durant l'última dècada, i en definitiva l'element distintiu de la Nova Economia”*.

Per (Castells, M.; 2004) *“la nova economia no es quelcom cíclic, sinó un fenomen real, tal i com ho demostren els increments de productivitat que s'han produït en els últims tres anys, tot i la recessió internacional”*. Considera que el fenomen té tres aspectes claus: és una economia informacional, és una economia global i és una economia organitzada en xarxa, sense que cap d'aquests factors pugui funcionar sense l'altre.

Del conjunt d'elements significatius que aporten els diferents experts, pot definir-se el terme Nova Economia tal i com segueix:

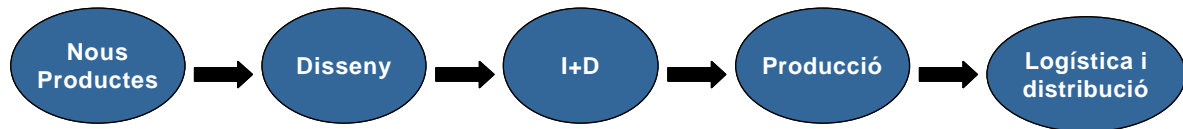
“Nova Economia és un complex fenomen de transformació de la Societat en el seu conjunt, amb efectes sobre el seu model econòmic, induïda pels avenços i les innovacions de les TICs, que fa possible una societat organitzada sota el factor xarxa, en la que els agents socials estan interconnectats sense limitació d'espai ni temps, configurant una societat global amb grans activitats econòmiques a nivell global, on la informació convenientment tractada es transforma en coneixement, motor del canvi dels models econòmics i socials, i font fonamental de productivitat i poder”.

## 2.- Nova Empresa, Nous professionals i Nova universitat.

### 2.1. Empresa i Innovació

Els agents que participen d'aquesta nova organització econòmica, la Societat, les empreses, i la universitat, han d'evolucionar conjuntament i coordinament. La societat, plantejant els seus reptes i necessitats, les empreses, afrontant els canvis necessaris per millorar la seva capacitat d'innovació, i per últim, les universitats, adaptant els seus models de recerca i d'aprenentatge als requeriments del nou entorn. D'altra banda, el caràcter global d'aquest llarg procés de transformació, fa necessària la tasca d'integrar les necessitats de caire local amb les més globals.

La innovació juga un paper fonamental en l'anomenada Societat del Coneixement. Cal entendre-la com un element d'interacció entre el *coneixement* i la *competitivitat*, doncs és mitjançant una alta capacitat d'innovació, que l'empresa respon als accelerats canvis de l'entorn econòmic, i genera el coneixement necessari per sobreviure. Si l'innovació és important, més ho és saber en quins processos cal aplicar-la, i això és fàcil de deduir considerant la seqüència de la Innovació que mostra la següent figura:



D'acord amb la realitat empresarial del nostre país, és a les tres primeres etapes on cal fer un major esforç en innovar, doncs és en aquestes on hi ha un alt marge de millora i on fins ara les noves tecnologies han aportat poc, ben al contrari del que succeeix en les dues últimes fases. De fet, el fenomen de la deslocalització d'empreses que pateix actualment el nostre país, pot ser interpretat com un indicador de la mancança d'innovació a les primeres fases de la seqüència, les fases més creatives o d'alt valor afegit.

## 2.2 Les Noves Competències

De la mateixa manera que les empreses hauran de canviar i adaptar-se, també ho han de fer les exigències sobre els nostres professionals, els quals han de ser capaços d'assumir un nou rol. (Johnson, V.; 2003) resumeix amb claredat l'evolució del rol dels enginyers des dels anys 50 fins l'actualitat, segons el seu encaix en les organitzacions:

- » Inicialment es parla de *l'enginyer corporatiu*, es a dir, l'enginyer que ha desenvolupat la seva activitat en una mateixa empresa i que treballava en unes condicions d'entorn estables, mantenint amb comoditat la seva capacitat per desenvolupar la seva tasca.
- » *L'enginyer que aprèn*, aquell que s'ha d'anar adaptant a un entorn menys estable, fer front a l'aparició de noves tecnologies, assumir la necessitat d'un aprenentatge continu, i fins i tot, canviar d'empresa.
- » Apareix la figura de *l'enginyer en règim de contracte* quan degut a nombroses fusions, reconversions i fallides d'empreses, es genera una bossa d'enginyers en atur, molts dels quals es opten per treballar autònomament com a consultors. En aquest perfil, sense una carrera definida a seguir, és reforça la necessitat de rebre una formació contínua, de per vida, que el mantingui al dia.
- » Finalment es parla de *l'enginyer global*, el perfil més adient als condicionats intrínsecs de la Nova Economia, on les empreses requereixen contractar habilitats i capacitats més que no pas persones. Així doncs, es potencia la figura del professional autònom, el qual se'l contracta en la mesura en que és coneixedor de les últimes tecnologies i com a persona experimentada en determinats àmbits.

Si bé aquesta seqüència descriu el model dels països organitzativament més desenvolupats, al nostre país es detecta una evolució relativament similar, encara que amb un cert retard temporal.

El que és indiscutible, és la tendència a requerir dels professionals un ventall cada cop més heterogeni i ampli de capacitats, que vagi més enllà de la capacitació tècnica existent en el moment en que es realitza la formació superior inicial. Preguntes en referència a aquest nou coneixement com *'quines són aquestes competències?'*, *'qui i com es formen?'* requereixen una resposta, que ara per ara no és immediata ni evident.

Respecte a la primera pregunta, *quines són les competències*, cal destacar la manca d'articles que tractin el tema en profunditat, si bé existeixen algunes fonts rellevants que permeten aproximar-ne la resposta. Concretament,

- » Consultant el detall dels criteris que formen part del model d'acreditació de l'(ABET 2004)<sup>1</sup>, es dedueixen algunes competències remarcables pel seu caràcter innovador i ampli, com per exemple: funcionar en equips multidisciplinars, comunicar eficaçment, contextualitzar l'impacte de la professió en un marc global, i la necessitat d'assumir que l'aprenentatge es un procés de per vida.
- » El requeriment d'una educació que englobi un conjunt de matèries temàticament àmplia és un altre element característic, que expressa amb claredat la divisió ESD<sup>2</sup> del MIT<sup>3</sup>, remarcant com a àrees de coneixement bàsiques pel nou enginyer la indústria ecològica, la tecnologia i la política, els sistemes i el desenvolupament econòmic, el canvi climàtic, les lleis...

En general, son elements característics configurar una educació temàticament àmplia i capacitar també en habilitats no tècniques com la comunicació i el treball col·laboratiu.

### 2.3 La Nova Universitat

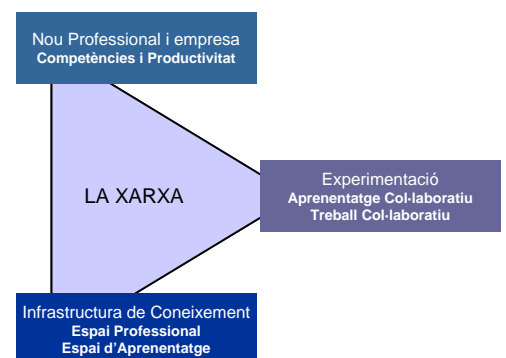
Respecte a la segona pregunta, qui i com es formen les competències del nou professional, la universitat té un paper central. És difícil detectar models clarament definits, doncs cada universitat adopta una solució diferent. Un cert nivell de concreció en l'àmbit tecnològic l'aporta l'ASEE<sup>4</sup> al classificar tres models d'universitat: un model basat en projectes i processos (PBL), un model basat en competències, finalment el clàssic. El primer d'ells, el que més innovador, pretén formar mitjançant la resolució de situacions reals, on pren especial rellevància el procés investigador entorn d'un problema, amb la finalitat de resoldre'l a partir de solucions obertes que permetin la generació de nou coneixement. El segon, amb una menor component transformadora, s'orienta a satisfer les necessitats del nou rol dels enginyers en relació a les capacitats.

En el futur immediat, i aprofitant el procés de transformació de Bolònia, la universitat hauria de transformar les seves estructures segons els requeriments que exigeix la Societat del Coneixement.

### 3.- Una enginyeria per a la Societat del Coneixement

Des de la Càtedra Telefònica-UPC en "Especialització Tecnològica i Societat del Coneixement", es vol avançar en la identificació i la comprensió dels elements significatius de les enginyeries del futur, que anomenem genèricament amb el terme d'Enginyeria del Coneixement.

Les aportacions s'estructuren en tres eixos o dimensions segons es mostra a la figura adjunta.



<sup>1</sup> Accreditation Board for Engineering and Technology

<sup>2</sup> Engineering Systems Division del MIT

<sup>3</sup> Massachusetts Information and Technology

<sup>4</sup> American Society for Engineering Education

### 3.1 La dimensió socioeconòmica.

És analitzada des del laboratori d'economia del coneixement, considerant les demandes socials i l'evolució de l'entorn econòmic i empresarial. S'identifiquen dos nivells d'actuació significatius:

- » El primer té a veure amb el binomi *Productivitat-TICs*, considerant la problemàtica en la seva vessant més qualitativa, que contempla la forma en com es treballa i el potencial de transformació de les TICs en les noves estructures organitzatives. En aquest àmbit, i d'acord amb la cadena de la innovació, el laboratori pretén identificar les millores estructurals necessàries per facilitar i potenciar la innovació, principalment a les etapes inicials de la seqüència.
- » El segon fa referència al rol del professional. L'objectiu és establir quines competències els són necessàries, i en conseqüència determinar els requeriments que necessàriament hauran de contemplar els nous processos d'aprenentatge i de desenvolupament professional. Les consideracions aportades en el segon apartat d'aquest article mostren parcialment la tasca que s'està portant a terme.

En conseqüència, la innovació es converteix en element clau a potenciar en les noves *Enginyeries de la Societat del Coneixement*, tant en quan cal dissenyar un model capaç de formar professional innovadors, com en que cal consolidar estructures organitzatives que facilitin la innovació.

### 3.2. La dimensió Tecnològica

La base tecnològica es doblement important. A la universitat, considerant el paper que jugaran els nous models d'aprenentatge, i a les empreses, considerant nous models de treball col·laboratiu.

És el laboratori d'infraestructures del coneixement, el que partint dels requeriments socioeconòmics i de les de les noves possibilitats tecnològiques, defineix una plataforma de coneixement que pretén ser la base dels models de col·laboració que es desenvolupin a través de la Xarxa.

Un element clau per entendre la plataforma de coneixement que es proposa, és el que anomenem *Espai Personal* (Jofre, L.; Sole, F.; Sabaté F. y altres; 2003). La idea és que cada persona tingui el seu propi espai a Internet, al qual es podrà connectar des de qualsevol lloc i amb qualsevol dels dispositius que permeten accedir a la xarxa. A l'espai Personal hi seran present tot tipus de documents i serveis: una agenda, un sistema de fitxers,..., i tindrà una part personal i una part pública. L'Espai Personal fa possible que una persona sigui un node de la xarxa, consumidor d'informació i proveïdor d'informació. Hi ha múltiples opcions per fer possible aquest espai, una d'elles passa per que les operadores gestionin aquest servei, l'altra, passa per convertir l'ordinador de casa en un servidor -el servidor personal-, instal·lant un conjunt d'aplicacions de codi obert que avui en dia existeixen i són gratuïtes. Des de la Càtedra s'estudien les diferents arquitectures possibles per implementar-ho, i en particular, l'opció d'un servidor personal.

Assumint una societat on cada ciutadà és un node de la xarxa, és fàcil imaginar *l'espai d'aprenentatge* a la xarxa com una dimensió particular de l'espai personal, el qual posa a

disposició un conjunt d'eines i serveis necessaris per crear, gestionar i compartir el coneixement, fent possible un nou marc d'aprenentatge. Aquest marc cal entendre'l com una xarxa de servidors de coneixement, un per cada usuari de la xarxa que disposi del seu espai, interactuant amb el suport de tecnologies Peer-2-Peer.

En aquests moments el laboratori està definint un model tecnològic capaç de fer realitat aquest esquema, a partir de la integració de diferents utilitats, que en conjunt aportin la funcionalitat desitjada per l'espai d'aprenentatge. Des de la Càtedra s'estudien les diferents aplicacions possibles per abordar el treball col·laboratiu, i en particular aquelles basades en programari obert.

En conseqüència, la Càtedra entén que una plataforma tecnològica que contempli les idees comentades, ens aproxima a una configuració compatible amb la Societat del Coneixement. Es tracta d'una infraestructura que va més enllà d'implementar un model d'aprenentatge concret o un model col·laboratiu concret, s'està parlant d'una plataforma d'àmbit global, que habilita a tot usuari de la xarxa a compartir coneixement i a aprendre, si disposa dels serveis necessaris.

Desenvolupar estructures, models que aprofitin el potencial de la plataforma, i potenciar conceptes com la creació d'objectes de coneixement obert, és una altra dimensió de treball, que tot seguit s'explica.

### **3.3. La dimensió Experimental**

L'experimentació és la base del laboratori de la innovació, que partint dels requeriments socioeconòmics i contant amb el suport de la plataforma de coneixement esmentada en el punt anterior, pretén crear models d'alt valor afegit en relació al coneixement col·laboratiu.

El concepte de treball col·laboratiu, en que l'assoliment d'un objectiu comú és el resultat de la interacció de múltiples actors, adquireix una nova dimensió. Aquesta dimensió l'ofereix la xarxa en possibilitar la col·laboració entre actors distants, de forma sincrònica o asincrònica, i la capacitat que ofereixen les TIC d'emmagatzemar, transportar i generar coneixement a partir de la informació aportada pels diferents nodes de la xarxa.

En aquest context les línies d'experimentació que s'estan portant a terme són:

- » El Model MIMO Learning dóna prioritat a la col·laboració de persones de manera síncrona en el temps. Es pretén estudiar la component col·laborativa en relació a tècniques que promoguin capacitats en l'àrea del treball col·laboratiu, la capacitat d'anàlisi, la capacitat de comprensió d'altres formes de raonament i la capacitat de síntesi, tots ells elements significatius tal i com s'ha esmentat en el segon apartat. El marc de treball que ha estat triat per desenvolupar aquestes capacitats és el d'una aula en la qual cada actor (professor o estudiant) és un node creador i receptor d'informació (l'anomenat model MIMO: multiple input, multiple output). La finalitat és obtenir la solució d'un problema determinat mitjançant la discussió i combinació de diferents punts de vistes. Tecnològicament, aquesta experiència es realitza mitjançant un aula en el que cada alumne disposa d'un ordinador. Amb aquesta configuració d'aula es pretén simular un entorn de treball en el que l'alumne pugui participar en tot moment de manera activa en la resolució aïllada o conjunta dels problemes plantejats.

- » En el context descrit amb anterioritat, la sincronia temporal de les persones que col·laboren és una característica determinant. És necessari i oportuna, l'experimentació del models col·laboratius que responguin a un model asíncron en el temps, prenent com a suport la infraestructura de coneixement segons s'ha definit. En conseqüència, s'està treballant des d'aquest laboratori, amb experiències d'aprenentatge col·laboratiu basades en un ús intensiu de les TIC. L'objectiu d'aquestes experiències és triple: per una banda afavorir l'aprenentatge, per l'altra fomentar el desenvolupament d'habilitats, i en darrer terme, per avaluar-ne la seva efectivitat.

#### **4.- Conclusions**

Una *Enginyeria per a la Societat del Coneixement* és l'agosarat títol d'aquesta comunicació. Agosarat en el sentit que queda un llarg camí a recórrer fins arribar a consolidar una enginyeria adequada als requeriments de l'anomenada Societat del Coneixement.

Com bé s'ha comentat, aquesta és una tasca que ha de fer conjuntament la Societat, plantejant els reptes i les necessitats socials, les empreses, afrontant els canvis necessaris per incrementar la seva capacitat d'adaptació i d'innovació, i per últim, les universitats, creant nous espais de recerca i aprenentatge.

La aportació concreta que pretén fer la Càtedra es resumeix en els següents elements:

1. Identificació dels requeriments dels processos d'aprenentatge i desenvolupament de l'activitat professional, segons es detectin a partir de l'anàlisi de les demandes socials i empresarials. En aquest context destacar el paper clau que juga la innovació.
2. Consolidació d'una plataforma de coneixement a través de la xarxa que afavoreixi l'intercanvi de coneixement tant a nivell personal com a nivell professional, i sigui la base tecnològica a partir de la qual desenvolupar processos i metodologies basades en el factor col·laboratiu. Insistir que els conceptes d'espai personal, servidor personal, espai d'aprenentatge i servidors de coneixement, configuren una plataforma que va més enllà de processos i mètodes concrets, i pretenen ser la llavor del que hauria de ser una infraestructura bàsica de la Societat del Coneixement.
3. Experimentació de diversos models col·laboratius, aplicables a l'exercici professional i a l'aprenentatge, prenent com a base la plataforma de coneixement i els requeriments socials i empresarials que es constatin rellevants.

## **Bibliografia**

ABET (2004), '*Criteria for accrediting engineering programs: Effective for evaluations during the 2003-2004 accreditation cycle*'. ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology)

ESD-MIT (2004), '*MIT Engineering Systems Division*', ESD-MIT (Engineering Systems Division del MIT)

Jofre, L.; Solé, F.; Sabaté, F.; Ezquerro, N.; F.; Romeu, J. y Torres, J. (2003), '*El "Espacio Profesional" y la red, más allá del 2005*'. Cátedra Telefónica-UPC en "Especialización Tecnológica y Sociedad del Conocimiento".

Johnson, V. (2003), '*Engineering Careers Come in Four Varieties*'. USA Today Engineer. The Institute of Electrical and Electronics Engineers.  
<http://www.todaysengineer.org/April03/variety.asp>

Laviña, F. (2002), '*La Nueva Economía*', Science Network [Boletín Ciencia y Tecnología].  
[http://www.scinet-corp.com/asociados/index.htm?../science-network/nueva\\_economia.htm~index2](http://www.scinet-corp.com/asociados/index.htm?../science-network/nueva_economia.htm~index2))