

POLÍTICA CIENTÍFICA EN NANOCIÈNCIA I NANOTECNOLOGIA

Jordi Pascual
Director
Institut Català de Nanotecnologia

ÍNDEX

Importància de la N+N

Qüestions plantejades

Alguns indicadors sobre Catalunya

Àrees de recerca i d'interès econòmic

Nanotecnologia i el món en desenvolupament

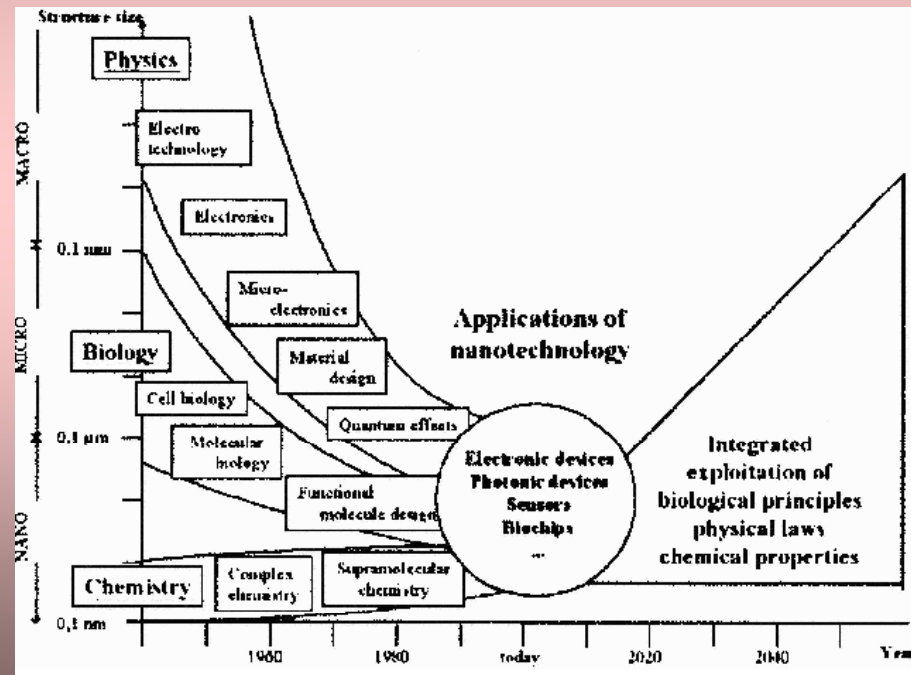
L'Institut Català de Nanotecnologia

Context de l'ICN a la UAB

IMPORTÀNCIA DE LA NANOTECNOLOGIA (N+N) - 1

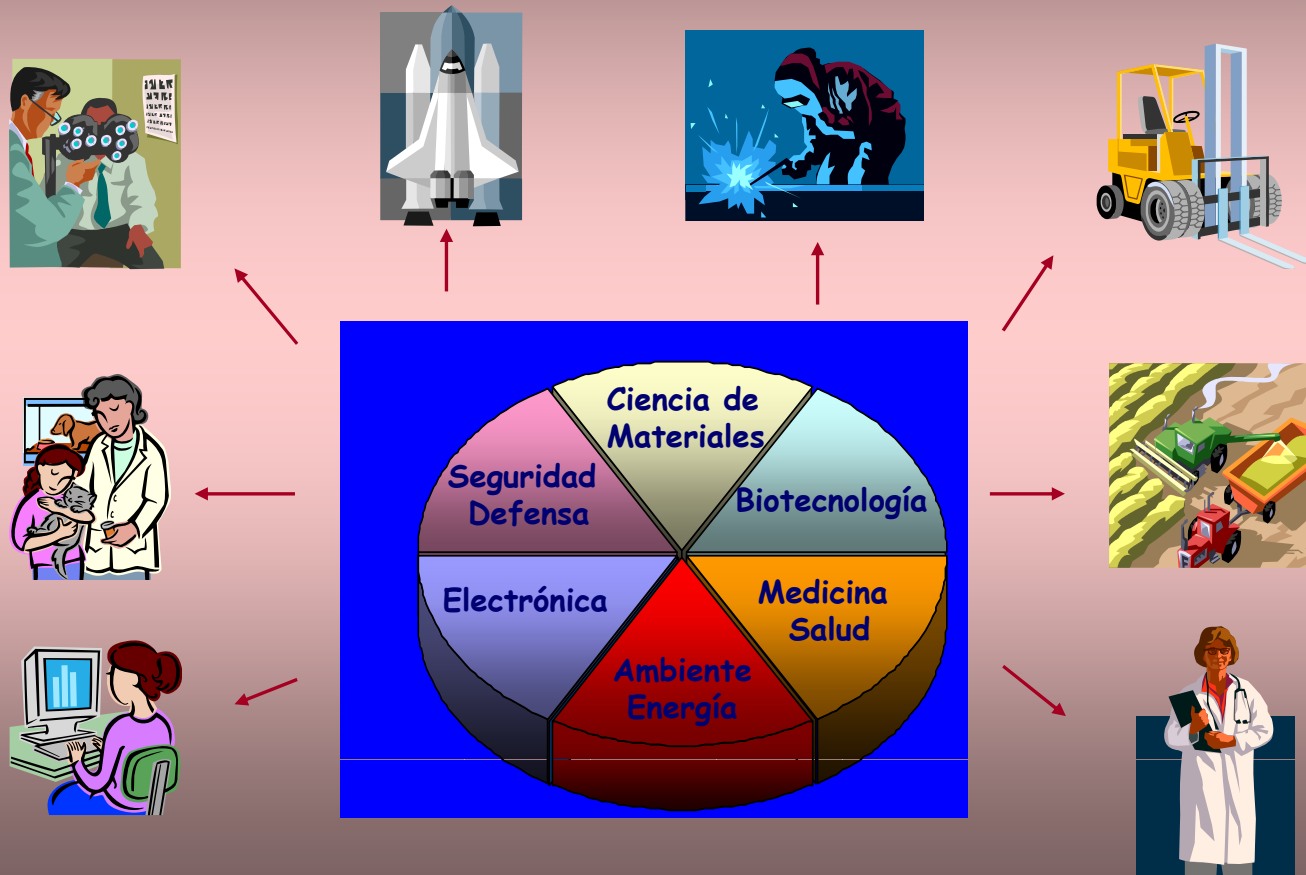
Convergència de disciplines (interdisciplinarietat)

Física, química, biologia, ciència de la computació, enginyeria, ...



IMPORTÀNCIA DE LA NANOTECNOLOGIA (N+N) - 2

Impacte de la Nanotecnologia en la societat actual



INTERÈS POLÍTIC I ECONÒMIC: APLICACIONS

2001. Creació de la National Nanotechnology Initiative (NNI), USA

Màxima prioritat en R+D

Acompliment d'objectius: Comitè d'experts (National Research Council, NRC)

Assessorament: National Nanotechnology Advisory Panel (NNAP)

Agències implicades: 6 (2001) – 20 (2006).

Pressupost: Més del doble: 2001-2006 (4 B\$ 2001-2004, 1 B\$ 2005)

UE. Motiu d'interès en el 4rt i 5è Programes Marc Àrea prioritària a partir del 6è Programa Marc

Estructura burocràtica. Manca d'agilitat

Towards a European Strategy for Nanotechnology COM(2004) 338

Nanosciences and nanotechnologies: An action plan for Europe 2005-2009

COM(2005) 243

DISTRIBUCIÓ DE N+N PER PAÏSOS

Líders nanotecnològics

USA, Japó, Corea del Sud i Alemanya

Petits “grans” països

Taiwan, Israel, Singapur

Països de població reduïda però fort desenvolupament tecnològic

Països amb alta activitat tecnològica però feble desenvolupament

Regne Unit, França

Països amb potencial a curt/mig termini

Xina, Canadà, Austràlia, Rússia, Índia

QÜESTIONS PLANTEJADES

On som?

Es fa correctament la despesa?, Els programes estan ben dirigits?

S'enfoquen bé les necessitats de la societat i els riscos potencials?

Com es pot millorar?

ON SOM?

Experts tècnics i de negocis:

Continuen debatent els avanços futurs i impactes econòmics de la N+N

Interès públic i mitjans de comunicació:

Gran expectació

Consens dels agents privats i públics:

N+N està naixent. Impactes econòmics [?]

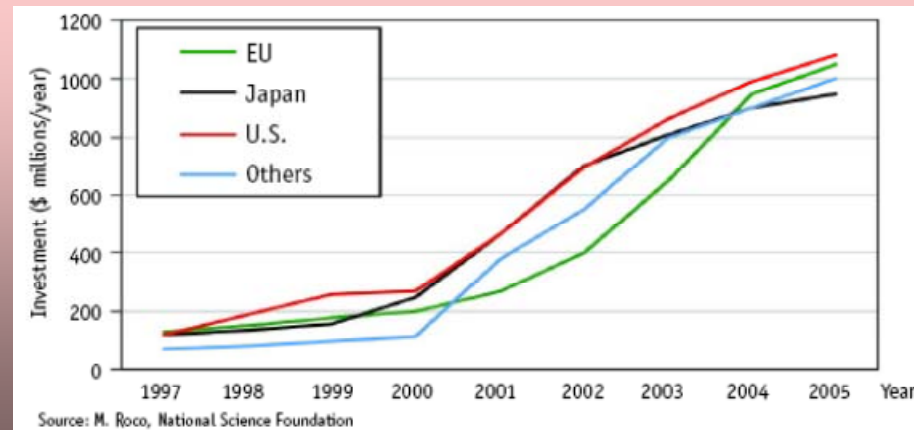
El potencial està clar

Indicadors objectius

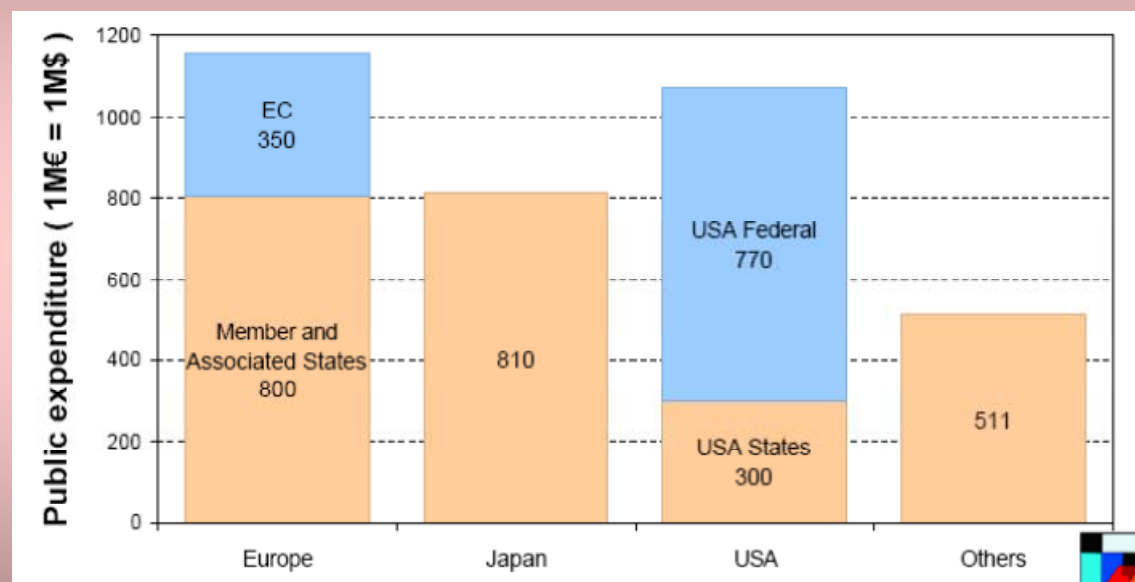
Inversions, publicacions, patents

INVERSIONS GOVERNAMENTALS (en M\$) - 1

Region	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
EU	126	151	179	200	~ 225	~ 400	~ 650	~ 950	~ 1,050
Japan	120	135	157	245	~ 465	~ 720	~ 800	~ 900	~ 950
U.S.	116	190	255	270	465	697	862	989	1,081
Others	70	83	96	110	~ 380	~ 550	~ 800	~ 900	~ 1,000
Total	432	559	687	825	~ 1,535	~ 2,350	~ 3,100	~ 3,700	~ 4,100
(% of 1997)	(100%)	(129%)	(159%)	(191%)	(355%)	(547%)	(720%)	(866%)	(945%)

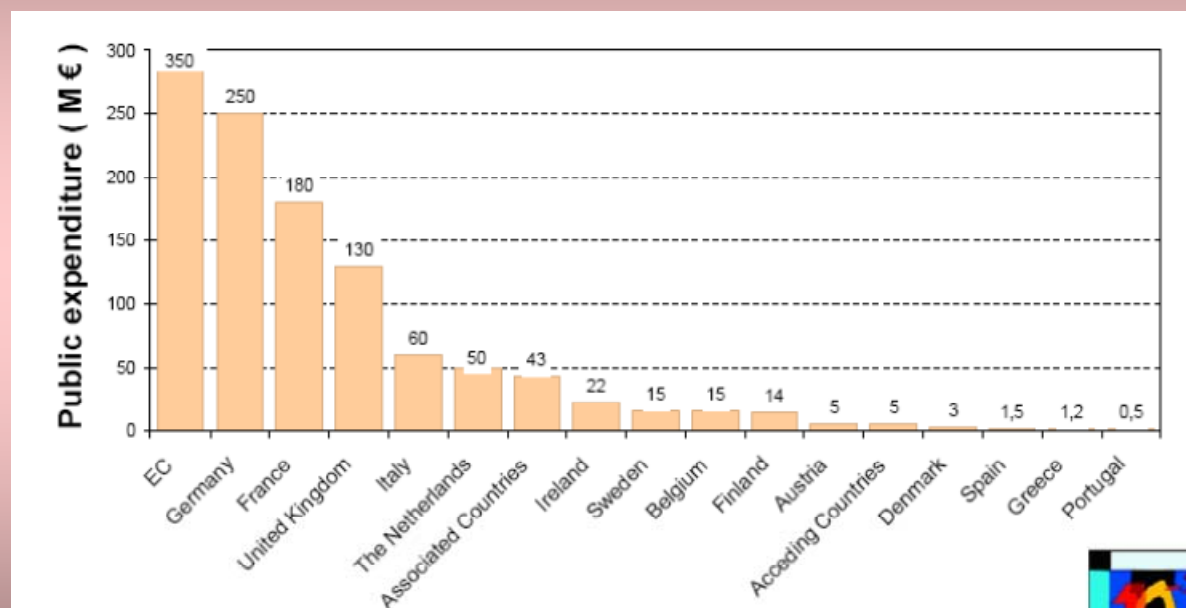


INVERSIONS GOVERNAMENTALS (en M\$) - 2



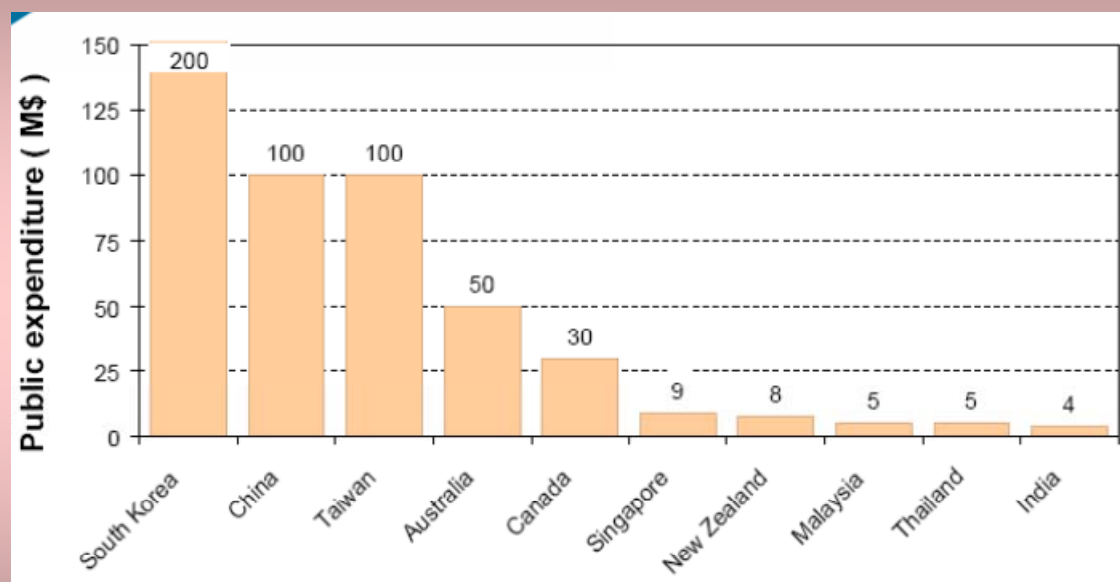
2003

INVERSIONS GOVERNAMENTALS A LA CE (en M\$)



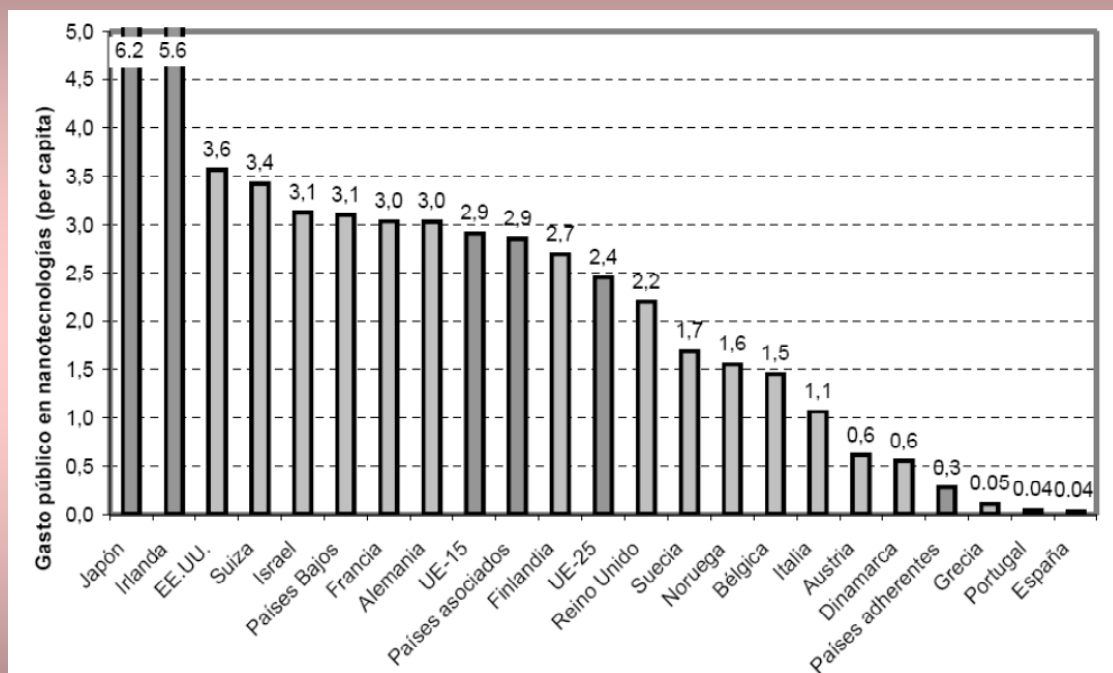
2003

INVERSIONS A LA RESTA DEL MÓN (en M\$)



2003

DESPESA PER CÀPITA



2003

INVERSIONS PRIVADES (en M\$)

2004 **8.6 10³M\$ Inversions mundials totals en N+N**
3.8 10³M\$ Inversions mundials d'empreses en N+N

46% (1.70 10³M\$) Companyies Nord Amèrica

36% (1.40 10³M\$) Companyies Àsia

17% (0.65 10³M\$) Companyies CE

<1% (0.04 10³M\$) Altres

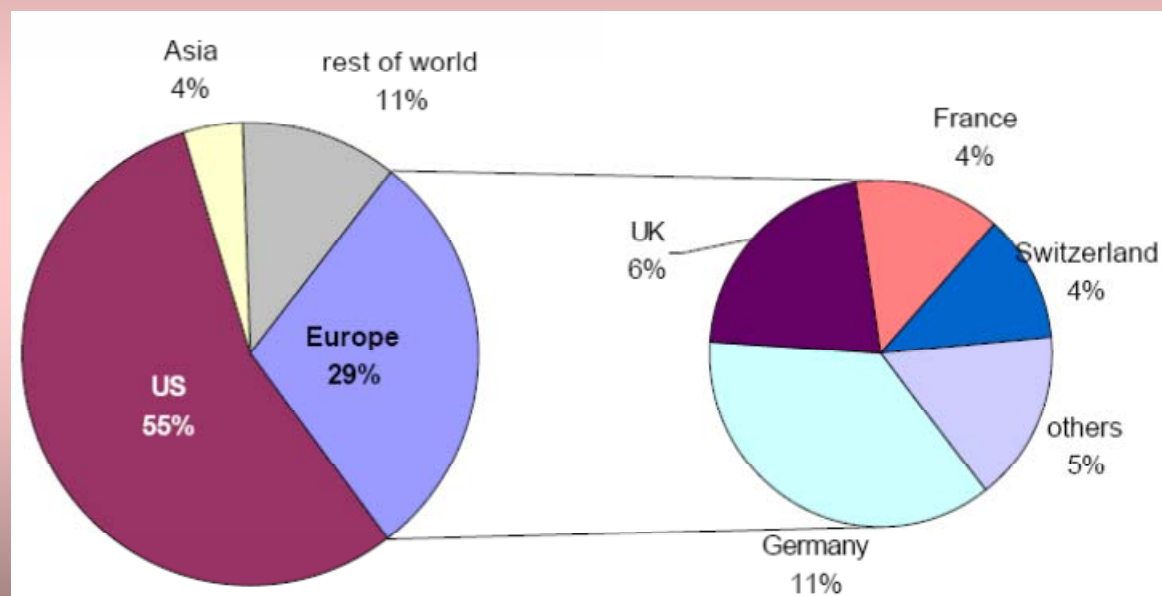
2005 **600 Companyes USA (R+D, manufactura, venda, ús)**

73% < 10 anys

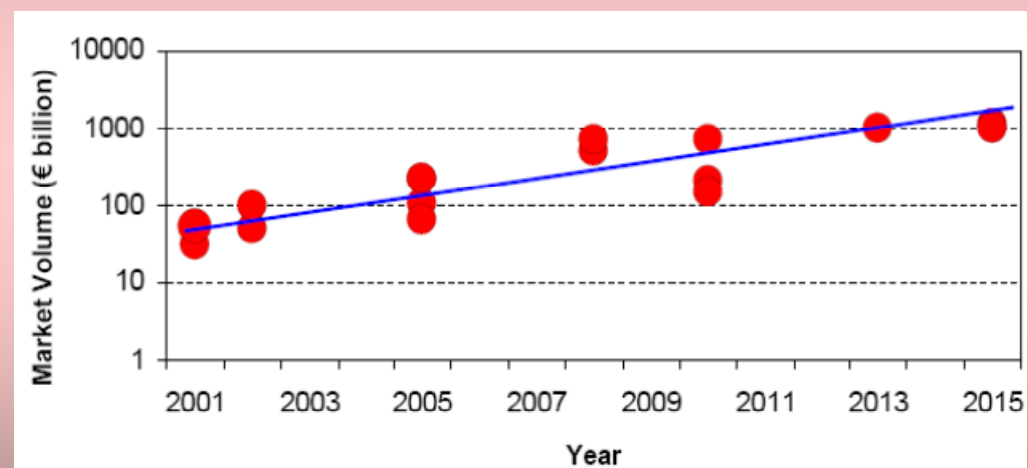
58% Productes al mercat

Situació similar que biotecnologia als 80-90

NOVES COMPANYYES EN NANOTECNOLOGIA (1997-2002)



ESTIMACIÓ DEL VOLUM DE NEGOCI (10^3 M€)



ÍNDEX DE RECERCA

PUBLICACIONS (Recerca)

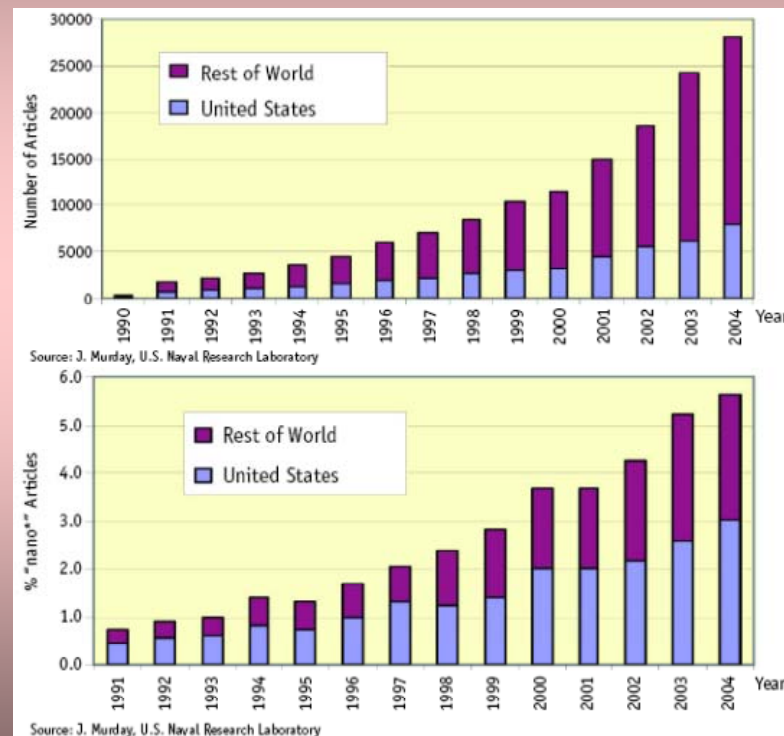
Indicador de quantitat

No. articles a la base de dades "ISI Web of Science", trobats buscant "nano*"

Nota: El 2n país, amb ½ de publicacions que USA és la Xina (dades 2004)

Indicador de qualitat

% d'articles a les revistes *Nature*, *Science* i *PRL*, identificats amb la recerca de la paraula clau "nano*"



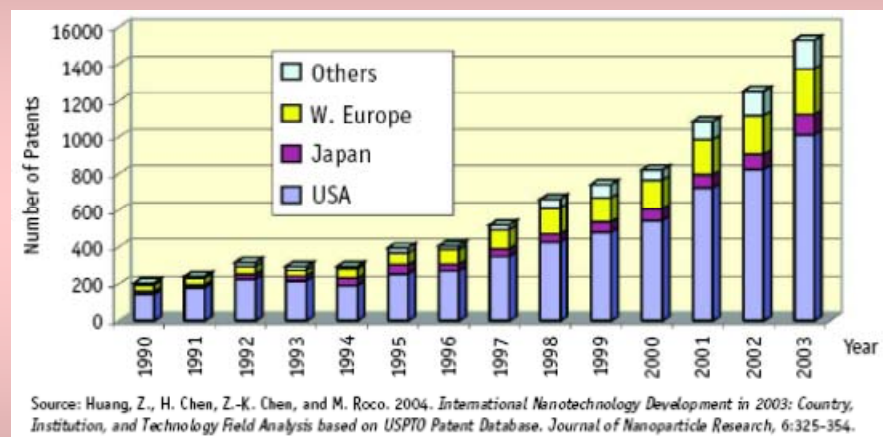
ÍNDEX DE RECERCA

PATENTS (Innovació)

Indicador de quantitat

Aprox., No. Articles ~ 2 (No. Patents)

No. Patents 2003 ~ 2 (No. Patents 2000)



VIRTUTS I DEFECTES A LA UE

Posició forta en termes de generació de coneixement (publicacions)

Publicacions

Posició feble en termes de transformació del coneixement en productes i serveis

Noves companyes, patents, ...

Pocs centres “d’excel·lència”

En comparació amb USA

Baix nivell d’inversions privades en R+D

En comparació amb USA i Japó

UE: Què hauríem de fer?

USA, Japó,... : Què fem?, Com ho fem?

ALGUNS INDICADORS SOBRE CATALUNYA - 1

Assumir compromisos de

Lisboa (2000)

Economia sostenible basa en el coneixement

Barcelona (2002)

2010: 3% PIB en R+D, 2/3 inversió sector privat

Pla de Recerca i Innovació de Catalunya 2005-2008 (PRI)

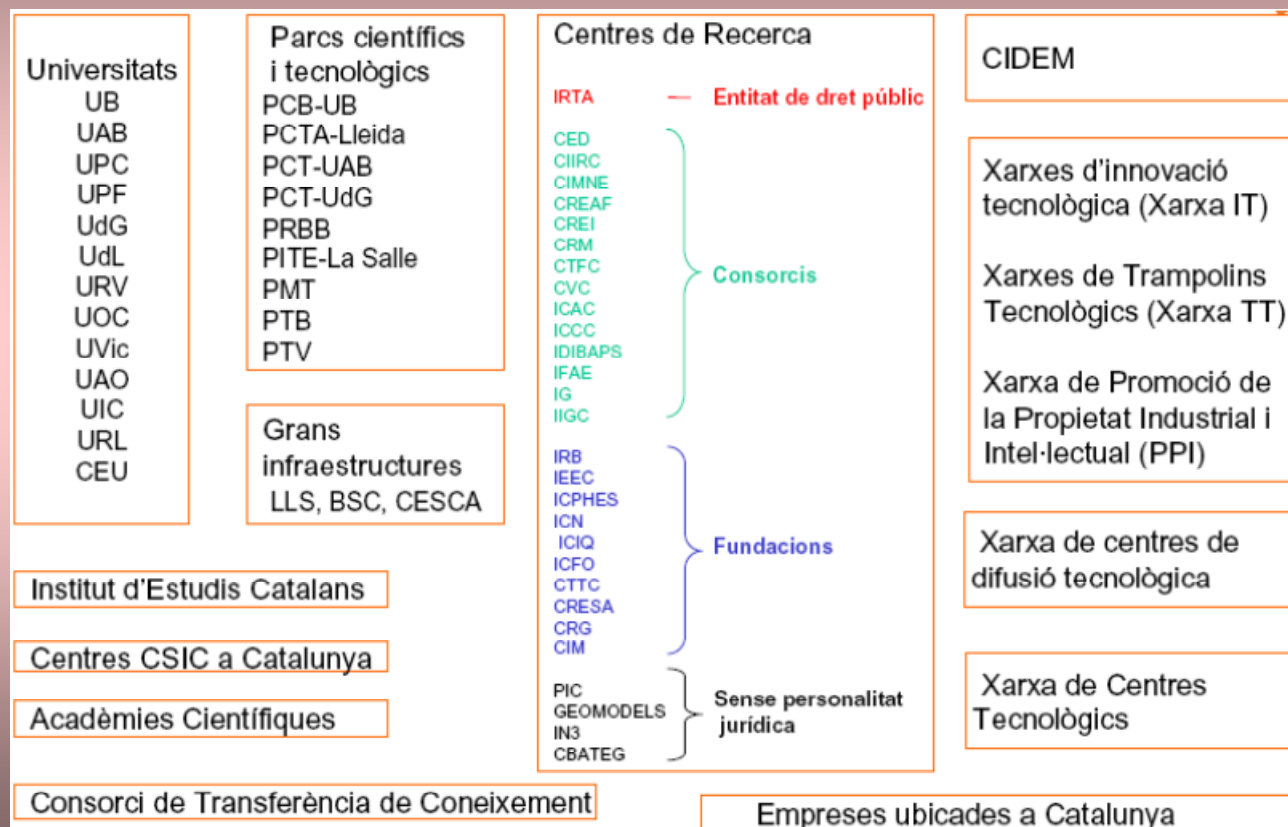
Objectius 2008

2,1 PIB en R+D% del PIB

5,2 PIB en i

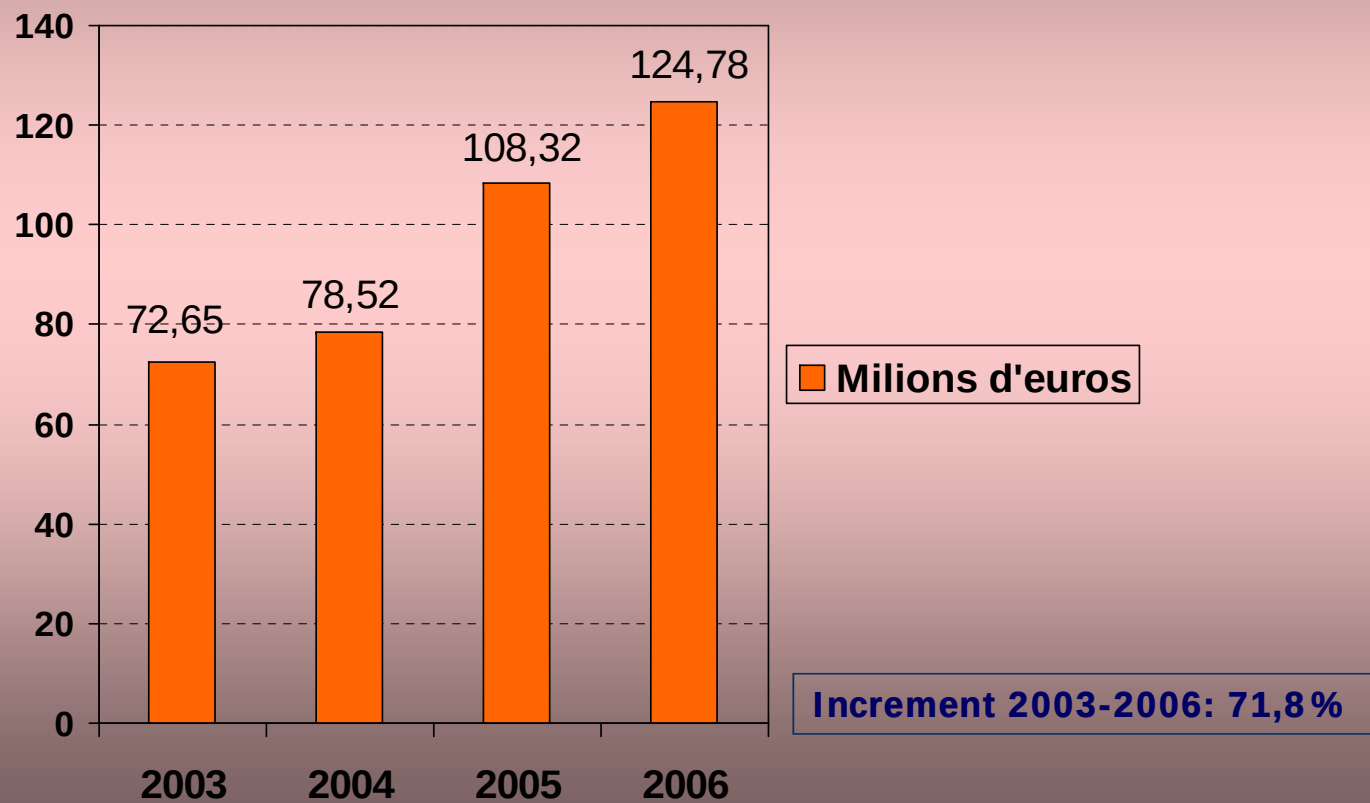
ALGUNS INDICADORS SOBRE CATALUNYA – 2

Mapa de la recerca i la innovació



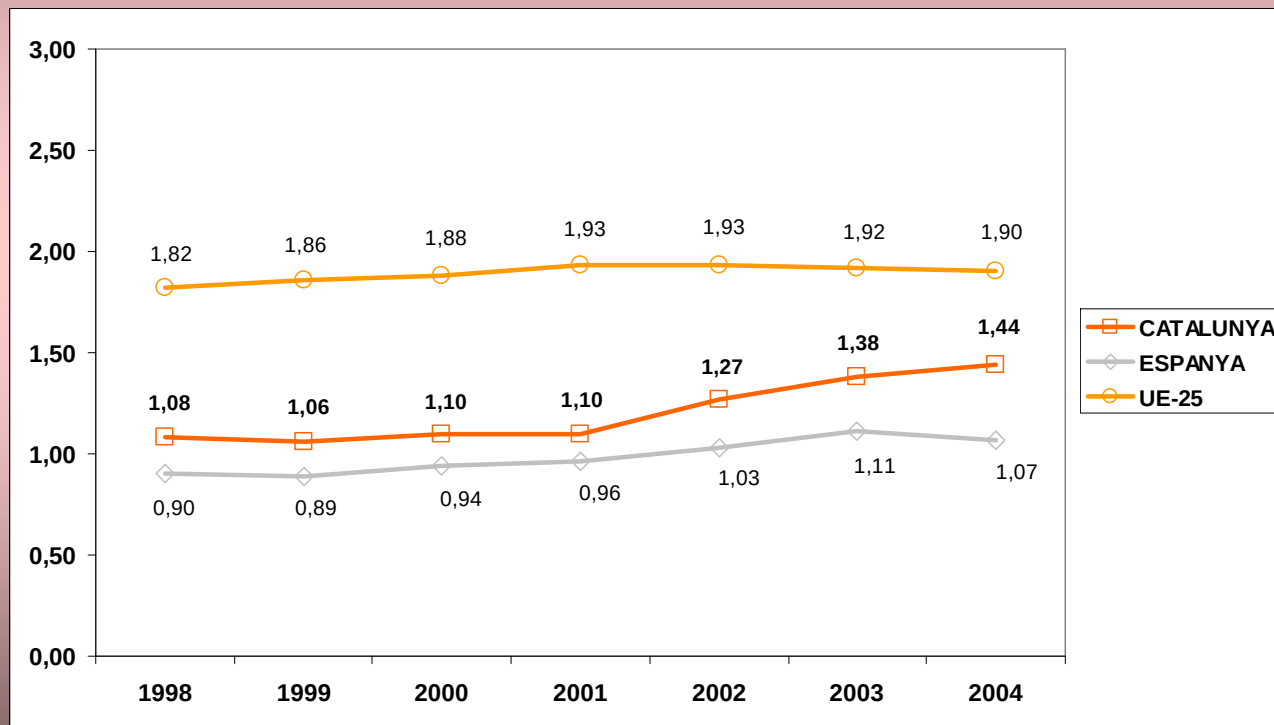
ALGUNS INDICADORS SOBRE CATALUNYA - 3

Evolució del pressupost de la DGR



ALGUNS INDICADORS SOBRE CATALUNYA – 4a

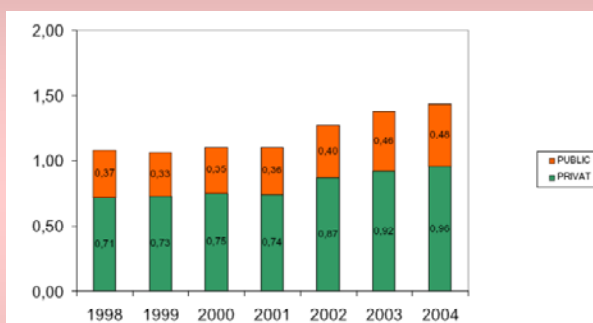
Evolució de la inversió en R+D [% PIB]



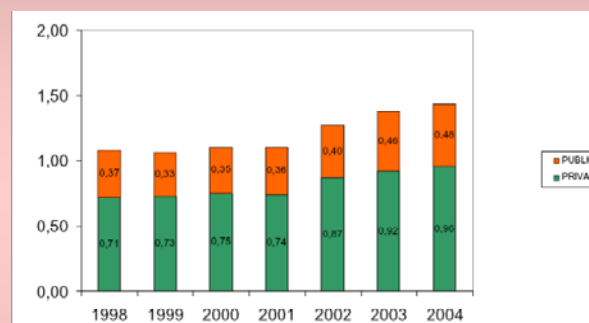
ALGUNS INDICADORS SOBRE CATALUNYA – 4b

Evolució de la inversió en R+D [% PIB]

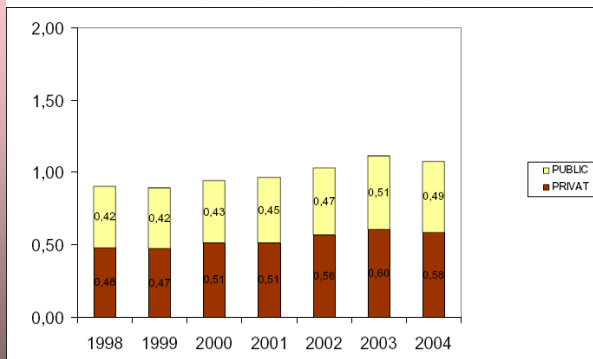
Distribució de la despesa per sectors



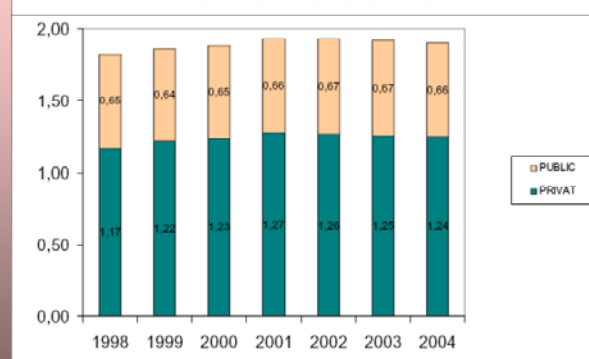
Catalunya



Catalunya



Espanya



CE



ALGUNS INDICADORS SOBRE CATALUNYA – 5

Nanociència i Nanotecnologia

III Pla d'Investigació de Catalunya (2001-2004)

Pla d'Acció de la GC

Programa de beques per formar investigadors a l'estranger, en el camp de N+N

Creació, el març del 2003, del CREBEC (Centre de Referència en Bioenginyeria de Catalunya)

Grups d'investigació de UB-UPC

Objectiu: investigació multidisciplinària en enginyeria biomèdica

Creació, el juliol del 2003, de l'**ICN** (Institut Català de Nanotecnologia)

ÀREES DE RECERCA

Country	Materials/ Manufact.	Devices (including Electronics & Optics)	Energy & Environment	Biotech/ Medical	Instrument Development	Education
Argentina	X					
Australia	X	X	X	X		
Austria						
Belgium	X	X		X		
Brazil	X	X		X		
Taiwan	X	X		X		
Czech Republic	X	X		X		
European Union*	X	X	X	X	X	X
France	X			X		
Germany	X	X		X	X	
India	X	X		X	X	X
Ireland	X	X	X	X		
Israel	X			X		
Italy	X	X		X	X	
Japan	X	X	X	X	X	
Korea	X	X				
Mexico	X					
Netherlands	X	X		X	X	
New Zealand	X					
Romania	X			X		
South Africa	X		X	X		
Switzerland	X	X		X	X	
United Kingdom	X	X		X		
United States	X	X	X	X	X	X

Source: June 2004 International Dialogue on Responsible Research and Development of Nanotechnology,
<http://www.nanoandthepoor.org/international.php>

Note *: While the EU as a whole is pursuing a broad program, individual EU countries (also shown here) have more targeted areas of research.

ÀREES DE RECERCA: Algunes consideracions

Àsia

Japó, desenvolupament de nous dispositius utilitzant nanotecnologia
(un dels 5 projectes principals per revitalitzar l'economia japonesa)

Xina, forta en desenvolupament de nanomaterials

Corea del Sud, forta en nanoelectrònica (participació activa de la indústria)

Taiwan, forta en nanoelectrònica

Singapur, forta en nanobioteecnologia

Europa

Països amb objectius selectius

CE, ampli espectre (6è FP RTD: 1/3 despesa en N+N del total a la CE)

Alemanya, pionera (principis 90s). Priorització dels fons federals: nanoelectrònica, nanomaterials i ciència i enginyeria òptica.

Desenvolupament d'infraestructures

	2002	2003	2004	2005
Nanoelectronics	19.9	25.0	44.7	46.2
Nanomaterials	19.2	20.3	32.7	38.1
Optical Science & Engineering	18.5	25.2	26.0	26.0
Microsystems Eng	7.0	7.0	9.4	10.2
Nanobiology	4.6	5.4	5.0	3.1
Communications	4.3	4.0	3.6	3.4
Other	0.4	1.3	2.4	2.2
Totals	73.9	88.2	123.8	129.2

Source: Roos, U. 2004. Germany's Nanotechnology Strategy. Berlin: British Embassy Berlin.

ÀREES DE RECERCA: Divisió en corrents

Nanotecnologia per mida

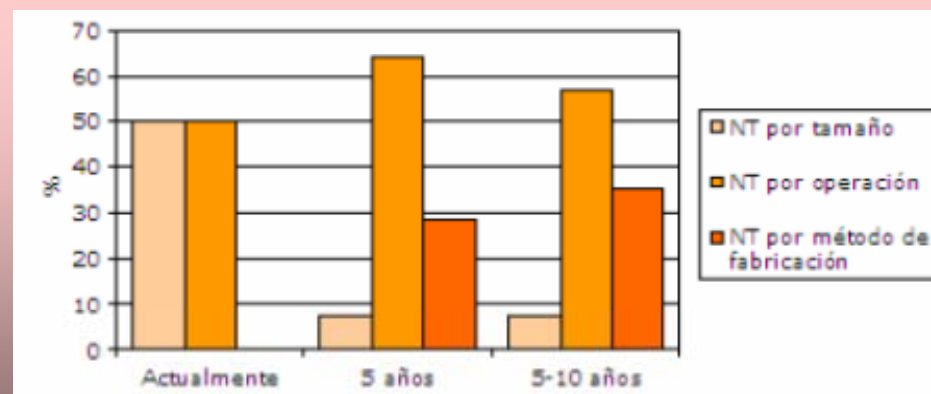
Construcció d'estructures i dispositius més petits

Nanotecnologia per operació

Noves característiques dels materials mitjançant la manipulació a escala atòmica

Nanotecnologia per mètode de fabricació

Organització via bottom-up o autoorganització (estructures noves i més complexes)



ÀREES D'INTERÈS (Oportunitat)

Publicacions

1981-2001 Semiconductors

2001-... Augment significatiu de N+N en biologia, medicina, química, tecnologies de la informació, àrees multidisciplinars, ...

Patents

1976-2003. Augment del No. de patents en tots els camps: 57%

Augment del No. de patents en N+N: 217%

2003. Patents en N+N

30% Sector químic, catàlisi, indústria farmacèutica

Sector de més creixement en patents 1976-2003

15% Sector electrònica

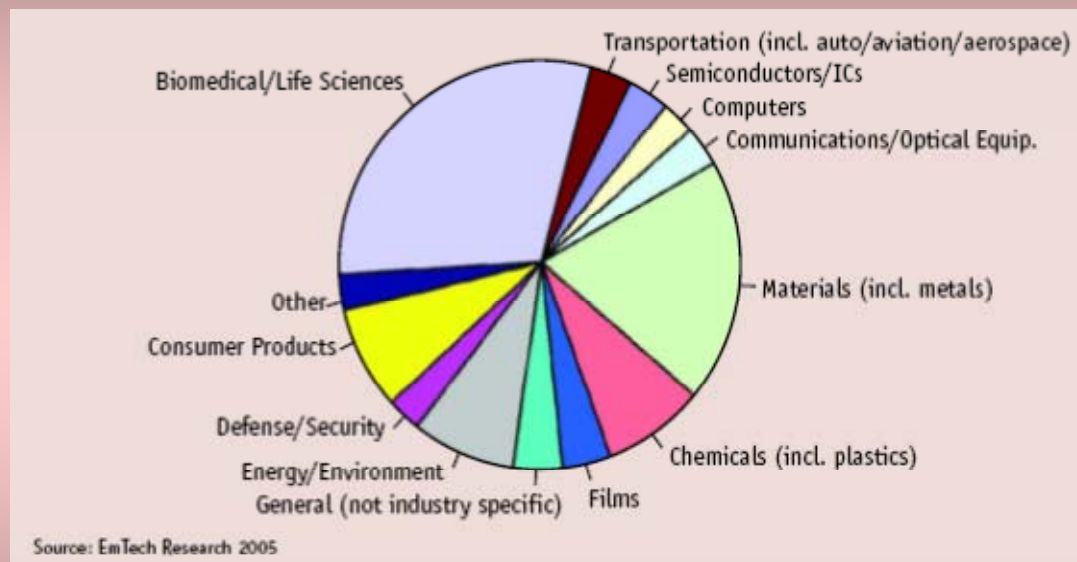
10% Sector materials

Companyies amb més patents

IBM, Intel, L'Oréal i altres grans companyies

ÀREES D'INTERÈS: Activitat del sector privat

Interès centrat en àrees amb aplicacions a curt/mitjà termini



1998-2004 1.1 10³M\$ Invertits en capital risc

- 41% Sector electrònica i semiconductors
- 40% Sector nanobioteconologia
- 14% Sector nanomaterials, químic
- 5% Sector instrumentació

ÀREES D'INTERÈS: Previsions futures

TAG (Technical Advisory Group): 45 N+N experts

Curt termini (< 5 anys)

Nanocompostos. Millora de la relació duresa/pes, flexibilitat, ...
Nanomembranes i filtres per purificar l'aigua, dessalinitzar, ...
Catàlisi, amb materials no preciosos
Sensors químics i biològics més sensibles i selectius
Bateries recarregables de llarga durada

Mig termini (5-10 anys)

Teràpia: vectorització de medicaments
Millora del contrast d'imatges mèdiques
Cèl·lules solars eficients i de baix cost
Piles de combustible més eficients
Eficiència en la conversió aigua-hidrogen

Llarg termini (20-? anys)

Vectorització de medicaments a través de parets cel·lulars
Electrònica molecular
Processat d'informació amb dispositius òptics
Pròtesi neuronals per tractament de la paràlisi, ceguesa, ...

Prediccions d'alguns experts (finals s. XX)

	Birge	Brenner	Drexler	Hall	Smalley
Molecular Assembler	2005	2025	2015	2010	2000
Nanocomputer	2040	2040	2017	2010	2100
Cell Repair	2030	2035	2018	2050	2010
Commercial Product	2002	2000	2015	2005	2000
Nanotech Laws	1998	2036	2015	1995	2000

Prediccions generals d'alguns experts (finals s. XX)

"No és possible construir màquines voladores més pesants que l'aire, el simple sentit comú d'un nen compren que és impossible"

Simon Newcombe, Professor de l'Escola Naval dels USA,

"Tot allò que es pot inventar ja ha estat inventat"

Charles Duell, Comissionat de l'Oficina de Patents dels USA, 1899

"Puc acceptar tan poc la teoria de la relativitat com l'existència dels àtoms i altres dogmes idiotes. Sóc un home de ciència i no un clergue"

Ernst Mach, Professor de Física,

"Els avions són màquines interessants, però no tenen interès militar"

Marical F. Foch, Professor d'estratègia, Escola Superior de Guerra, 1905

"L'energia produïda per la ruptura de l'àtom és molt poca. Qui esperi una font d'energia de la transformació d'aquests àtoms pensa en bestieses"

Ernst Rutherford, Premi Nobel, 1924

"Hi haurà mercat per no més de 5 computadores al món"

Thomas Watson, President d'IBM, 1943

"És la bestiesa més gran que s'ha dit mai. La bomba atòmica no explotarà mai, ho dic jo com a expert que sóc en explosius"

Carta de l'almirall W. Leathy al president Truman, 1945

"No hi ha cap raó perquè cada persona tingui un ordinador a casa"

Ken Olson, President i fundador de Digital Equipment Corp., 1977

"640 Kb han de ser suficients per a tothom"

Bill Gates, President de Microsoft, 1981

ES FA CORRECTAMENT LA DESPESA? ELS PROGRAMES ESTAN BEN DIRIGITS?

Elements de base

La **recerca bàsica** té com a objectiu generar coneixement fonamental. Cal fomentar R+D d'excel·lència

La **recerca aplicada** s'ha de focalitzar en aplicacions on N+N tingui possibilitats. Cal facilitar la transferència en productes amb beneficis socials

Formació d'estudiants, professors, públic S'ha de bastir una **infraestructura** (instrumentació, equipament, serveis). Cal sostenir l'avenç de la N+N

Suportar el **desenvolupament responsable** de la N+N

Elements d'oportunitat

Balanç entre recerca a curt i llarg termini

Balanç entre recerca fonamental i aplicacions

Balanç entre R+D d'aplicació directa i recerca dirigida a la comprensió del paper de les noves tecnologies en la comprensió del medi ambient, salut i altres implicacions socials

A TENIR PRESENT

Flexibilitat

La N+N es troba a les beceroles. S'ha de tenir agilitat per redreçar, redefinir, afegir, suprimir, prioritats. La norma d'exigència necessària ha de ser la qualitat.

Transferència tecnològica

Les expectatives socials es basen en les aplicacions. Cal estimular de forma preferent la innovació

Implicacions socials

S'ha de posar especial èmfasi en els aspectes legals, ètics, econòmics, seguretat, toxicitat, ...

S'ha de bastir una **infraestructura** (instrumentació, equipament, serveis)

Formació d'estudiants, professors, públic.

Implicació d'agents

Governamentals, associacions professionals (indústries, parcs científics, col·legis professionals, ...)

S'ENFOQUEN BÉ LES NECESSESSITATS DE LA SOCIETAT I ELS RISCOS POTENCIALS?

Medi ambient, salut i seguretat

Factors: atzar i exposició

Molts productes actuals tenen riscos, però es controlen i s'obtenen beneficis socials (benzina, electricitat raigs X, ...)

Els riscos més importants estan probablement en el processat

Proposta: dedicar un 4% del pressupost a valoració de riscos
especial atenció en nanobiomedicina

Cal elaborar protocols, directrius i regulacions per protegir el públic i el medi ambient

Implicacions ètiques, legals i altres

Cal interessar gent de disciplines fora del camp de la N+N (advocats, filòsofs, ...) per establir normatives, límits, etc. d'abast social.

Cal fer-ho en col·laboració amb científics i nanotecnòlegs

Implicació pública

"Tot i que no suposi beneficis immediats, la recerca científica que avança a la frontera del coneixement és necessària i ha de ser recolzada per l'administració"

Cal apropar l'avenç científic a la societat, darrera dipositària del coneixement

COM ES POT FER MILLOR?

Transferència tecnològica

S'ha d'accelerar

La "nanotecnologia" és avui encara molt "nanociència"

El desenvolupament es troba encara en un estadi primari. El temps estimat per la comercialització dels resultats tecnològics és d'una dècada o més

Hi ha noves companyies, però productes en estadi de desenvolupament
Paper de les inversions estatals. Afavorir iniciatives start-up i spin-off

Acció fonamental del govern

Invertir en recerca bàsica (fonament intel·lectual per eventual desenvolupament comercial i explotació), invertir en infraestructures i instrumentació avançada

Comunicació estreta amb les empreses. Necessitats del sector privat

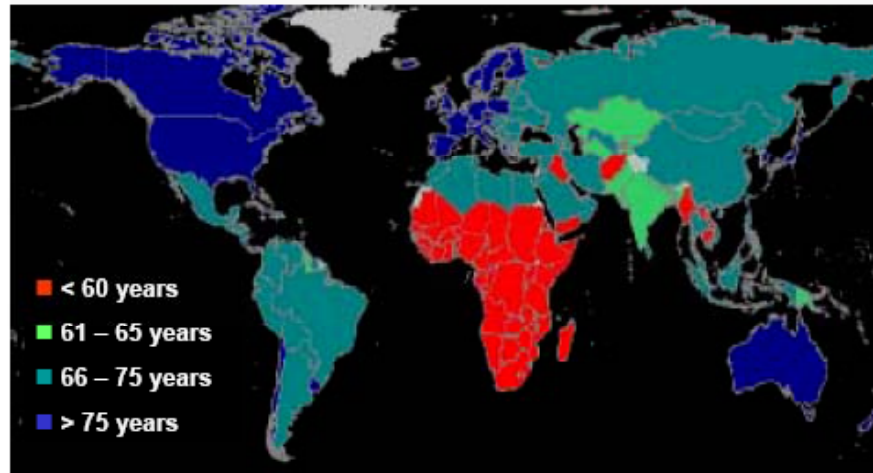
NANOTECNOLOGIA I EL MÓN EN DESENVOLUPAMENT

The Greatest Ethical Challenge of our Time

LIFE EXPECTANCY:

Top Developed Nations: **80 years and rising**

Bottom Developing Nations: **40 years and falling**



Objectius de les NU pel present mil·lenni



United Nations Millennium Development Goals

- Eradicate extreme poverty and hunger
- Achieve universal primary education
- Promote gender equality and empower women
- Reduce child mortality
- Improve maternal health
- Combat HIV / AIDS, malaria, and other diseases
- Ensure environmental sustainability
- Develop a global partnership for development

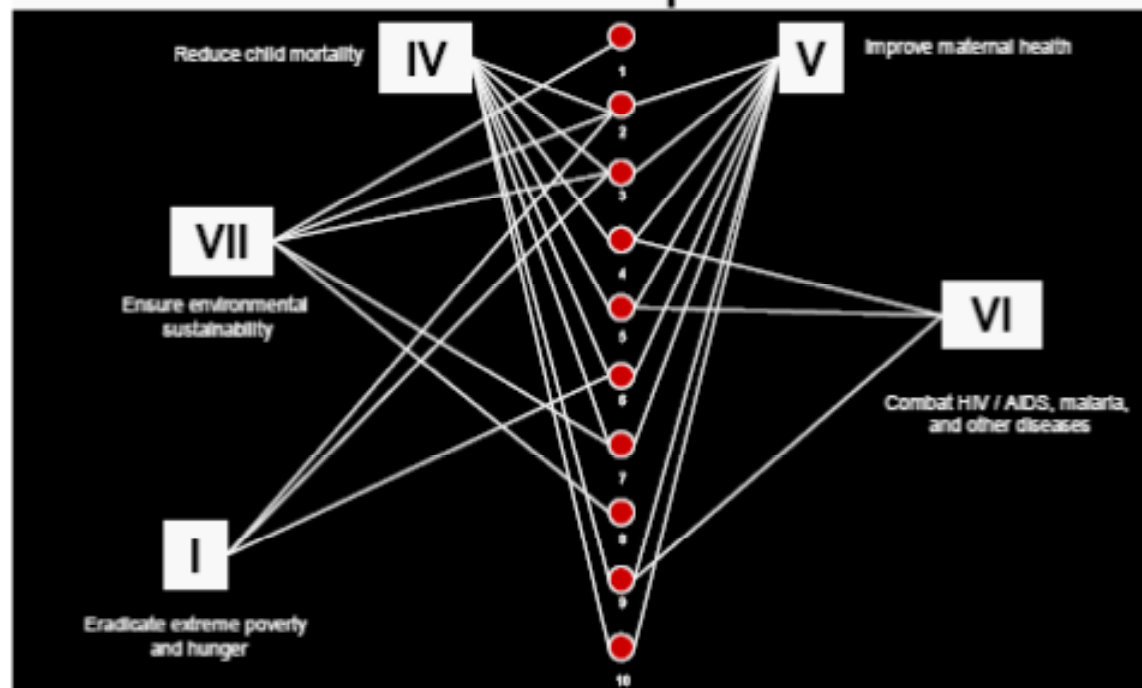
The Millennium
Development
Goals
cannot be
achieved
without a
**focused policy
for science,
technology and
innovation**

Les 10 aplicacions en N&N més importants pels països en desenvolupament

Top 10 applications of nanotechnology for developing countries

1. **Energy** storage, production and conversion
2. **Agricultural** productivity enhancement
3. **Water** treatment and remediation
4. **Disease** diagnosis and screening
5. **Drug delivery** systems
6. **Food** processing and storage
7. **Air pollution** remediation
8. **Construction**
9. **Health** monitoring
10. **Vector** and **pest** detection and control

Correlation between Top 10 Nanotechnologies and the Millennium Development Goals





L'INSTITUT CATALÀ DE NANOTECNOLOGIA

Domicili

Campus de la UAB

Raó de la seva ubicació

Facilitar les sinèrgies amb unitats i centres d'investigació del campus: Departaments i serveis científico-tècnics de la UAB, IMB-CNM (CSIC) i la Sala Blanca de l'institut, ICMAB (CSIC), MATGAS (Carbuross Metálicos-CSIC-UAB), ...

Objectius

Propietats de la matèria a nivell nanomètric
Institut complementari del CREBEC, ICFO, ICIQ, IBEC, ...

Missió

Assolir un alt nivell en l'àmbit de la N&N
Esdevenir un centre de referència internacional

Naturalesa jurídica

Fundació Privada Institut Català de Nanotecnologia

Òrgans de govern

Patronat (DURSI-UAB)

Director

Consell Científic

Beneficiaris

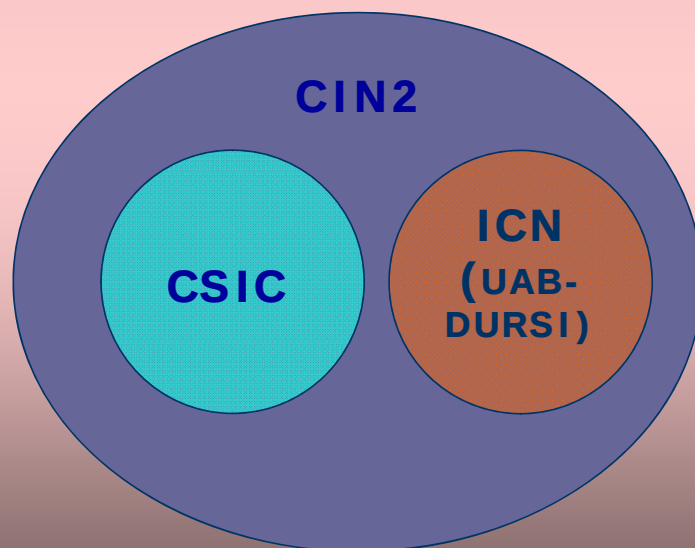
Universitats, centres d'investigació, comunitat científica, sector empresarial, societat en general

NOU CENTRE

Centre d'Investigacions en Nanociència i Nanotecnologia

ICN: Institut Català de Nanotecnologia

CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas



Co-direcció:

J. Pascual (Director ICN)

A. Figueras (Representant CSIC)

EL CIN2 AL CAMPUS DE LA UAB



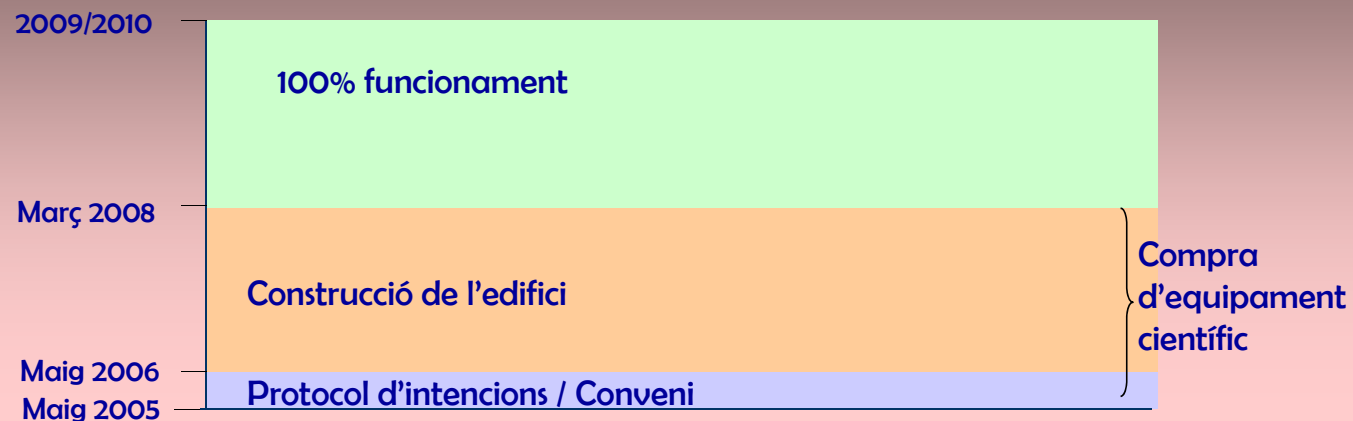


A3

IMATGES MAQUETA

Pere Riera	Josep M. Gualpés	Josep Solórzano	Montserrat Balls	Berio Buxom	Montaner 320 1r 14 08021 - Barcelona	Tel. 93 414 19 54 Fax. 93 414 32 05	e-mail:rga@rga.es http://www.rga.es	rga arquitectes
---------------	---------------------	--------------------	---------------------	----------------	---	--	--	------------------------

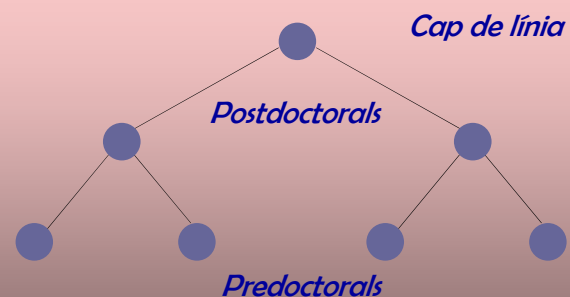
PREVISIÓ TEMPORAL



Objectiu

Institut de mida mitjana:
Aprox. 200 investigadors
30 científics de direcció

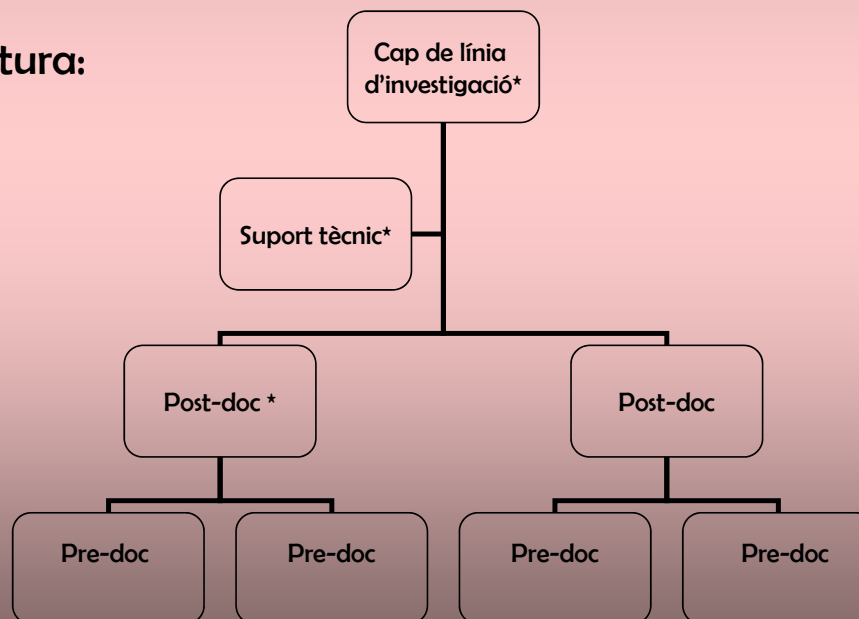
Unitat de Recerca



ESQUEMA ORGANITZATIU DELS GRUPS D'INVESTIGACIÓ

- Línies d'investigació amb 7-9 membres
- Agrupació de les línies d'investigació en departaments

Estructura:



LÍNIES D'INVESTIGACIÓ

Presentació esquemàtica al Patronat

Recerca d'un responsable científic de la línia d'investigació

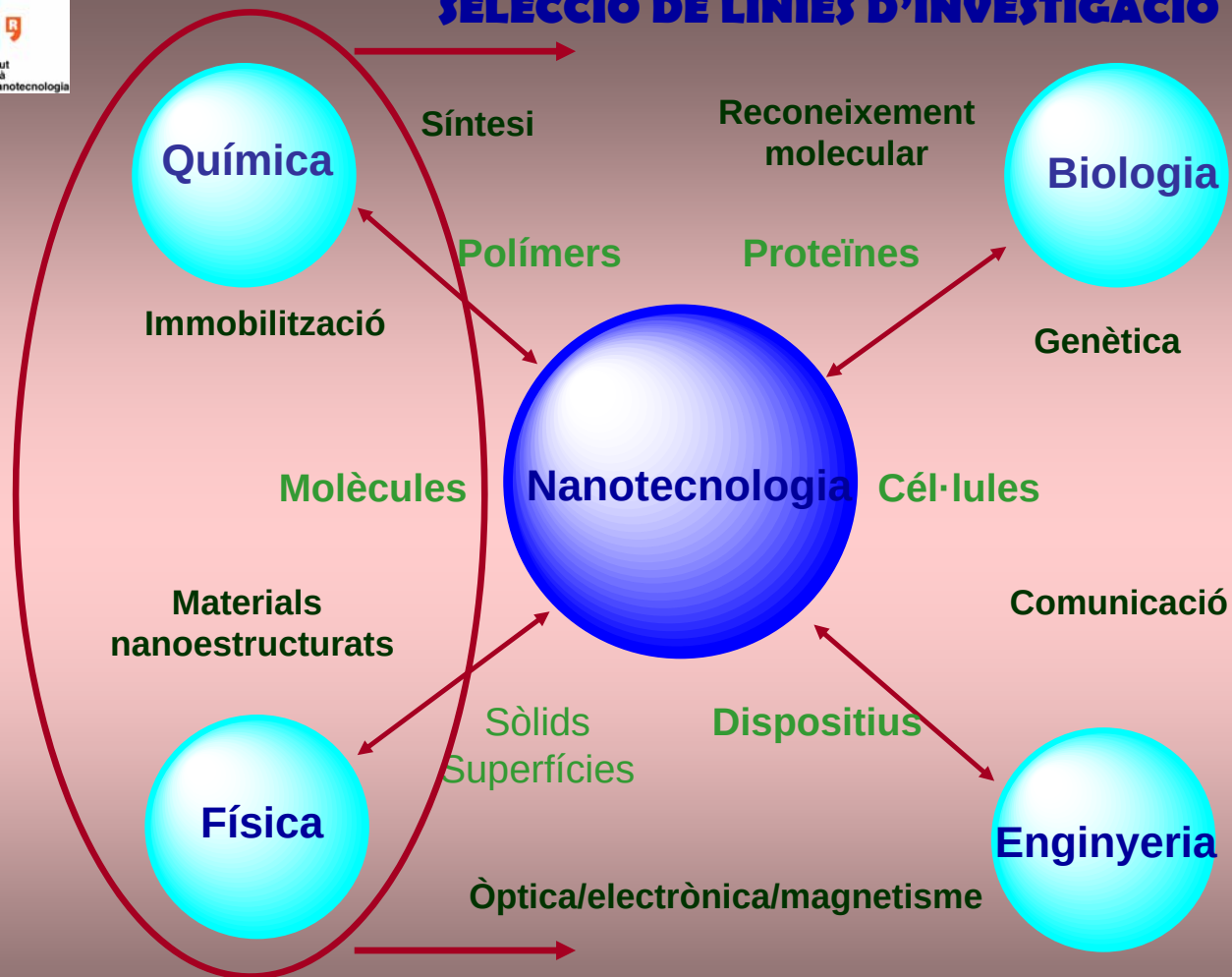
Desenvolupament d'un programa d'investigació

Validació externa de la línia d'investigació

Desenvolupament de la investigació

Assessoria i avaluació del Consell Científic

SELECCIÓ DE LÍNIES D'INVESTIGACIÓ



Sinèrgia: tota una nova fenomenologia

DEPARTAMENT\$ (INICIAL\$)

Nanociència

- a) Modelització i Manipulació Atòmica**
- b) Síntesi i processat de nanoestructures**
- c) Propietat\$ físique\$ de nanoestructures**

Nanotecnologia

Nanobio\$ensor\$

Futur

Instrumentació-nanometrologia

Nanotoxicologia

Col·laboració en línia de llum del síncrotró ALBA

NANOCIÈNCIA

a) Modelització i Manipulació Atòmica

a.1) Teoria i Simulació

Desenvolupament de mètodes de simulació atòmics

Aplicació a problemes de nanociència:

Interpretació de resultats experimentals

Predicció de nous efectes

a.2) Manipulació atòmica

Sistemes moleculars investigats amb SPMs (STM, AFM, etc.)

Diagrames de fase de materials orgànics moleculars

De molècules aïllades a estructures 2D

Interfícies aigua - sòlid i aigua - vapor

Nanomagnetisme a escala atòmica

Síntesi, propietats electròniques i magnètiques de nanopartícules

Ensamblatge supramolecular funcional de compostos organo-metàl·lics

Reconeixement de spin i manipulació en nanoestructures

NANOCIÈNCIA

b) Síntesi i processat de nanoestructures

b.1) Síntesi i propietats de nanopartícules

Dispersió col·loïdal de nanopartícules orgàniques (metalls, òxids, etc.)

Protocols de solubilització en medi aquós

Aplicacions biomèdiques

Estudis de toxicitat

b.2) Magnets moleculars en superfícies: dispositius nanoscòpics

Control de dipòsit de magnets moleculars en superfícies nanoconfigurades

Desenvolupament de materials magnètics nanoscòpics, lleugers i més barats

Aplicacions: alta densitat d'emmagatzematge, sensors biomèdics, computació quàntica, dispositius electrònics

b.3) Materials híbrids

Disseny i síntesi

polímers orgànics–CNTs, fases inorgàniques SiO_2 - TiO_2 , multicapes de nanoestructures (per tècniques electroquímiques), etc.

Aplicacions:

Bateries de Li recarregables, Supercapacitats electroquímiques, cel·les de combustible polimèriques, cel·les de combustible de materials ceràmics, conversió d'energia solar

NANOCIÈNCIA

c) Propietats físiques de nanoestructures

c.1) Nanoòptica

Dispositius òpticament actius a nanoestructures

Transferència d'energia i modificació de la emissió a QDs

Funcionalització assistida per SNOM de molècules a superfícies

c.2) Nanoiònica

Capes primes: nanocompostos i multicapes

Mètodes: PLD i MOCVD

Tipus de materials: Fluorurs $\text{CaF}_2/\text{BaF}_2$ i $\text{YSZ}/\text{CeO}_{2-x}$

c.3) Nanomagnetisme

Comportament magnètic de nanoestructures litografiades

Preparació i comportament de nanopartícules

c.4) Nanoelectrònica quàntica

Fabricació de detectors ultrasensibles:

Espectre d'energia de molècules individuals

Oscil·ladors electromecànics

NANOTECNOLOGIA

Nanobiosensors

Nanobiosensors i nanobiofísica molecular

Nanoplasmonica i òptica de camp proper: aplicacions a biosensors

Biosensors basats en CNTs

Plataformes tecnològiques: detecció de malalties

Biosensors basats en nanotecnologia

Aplicacions en genòmica

Ús de propietats catalítiques de CNTs i nanopartícules metàl·liques

Plataformes tecnològiques

LABORATORI DE NANOFABRICACIÓ (CNM-CIN2)

Laboratori net de classe 100

**Nanolitografia per feix
d'electrons**

Microscopi de forces atòmiques

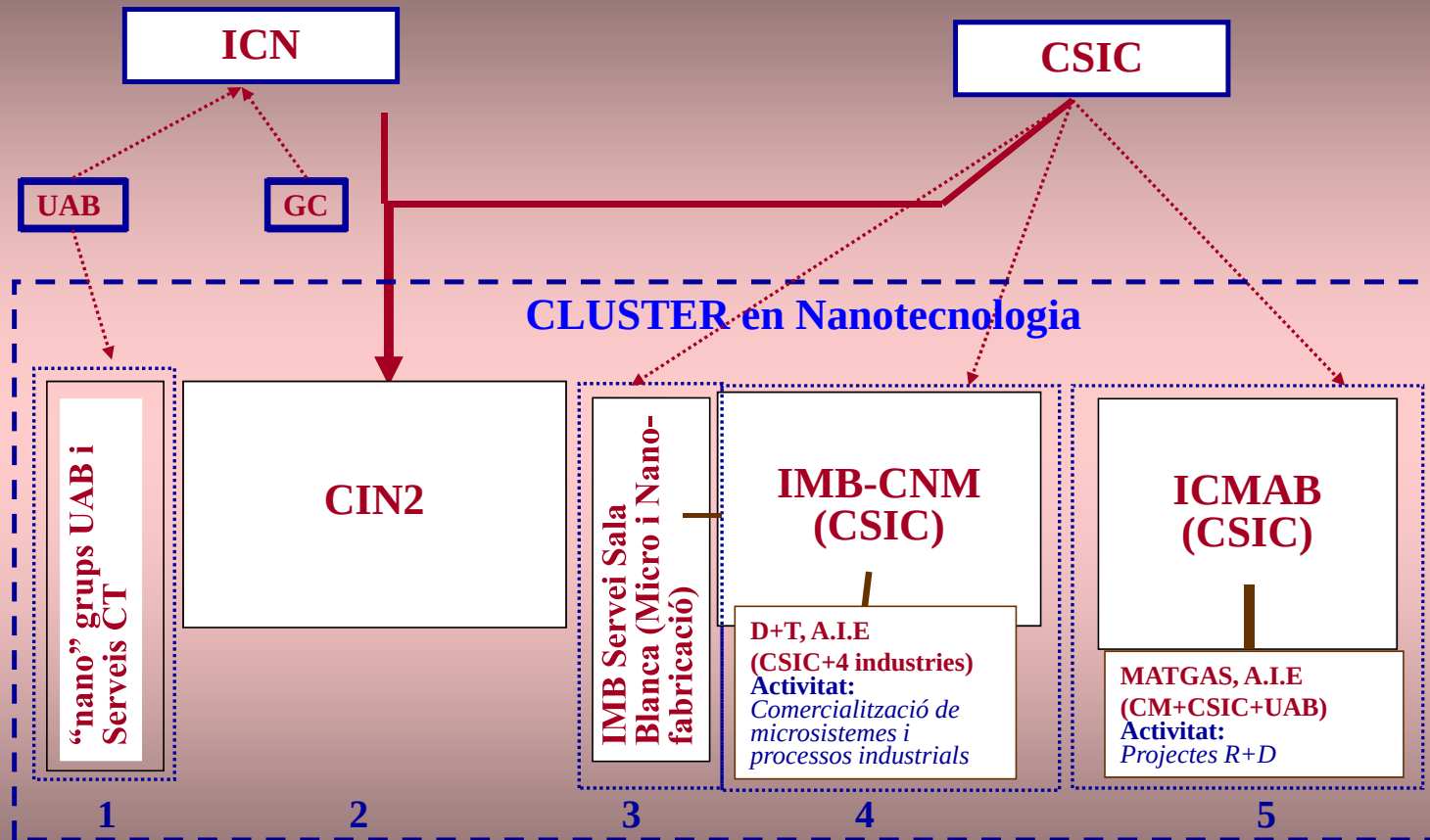
Litografia per nanoimpressió

Feix d'ions focalitzats

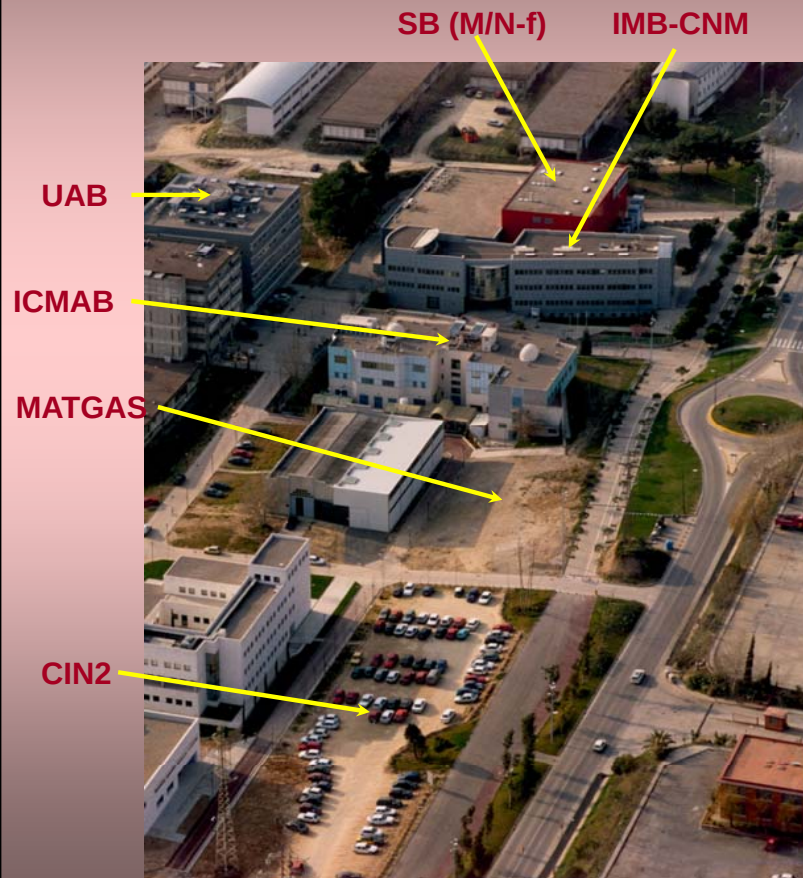


Tots els processos de nanofabricació són compatibles amb Microfabricació al CNM

CLUSTER EN NANOCIÈNCIA I NANOTECNOLOGIA (C-UAB)



CLUSTER EN NANOCIÈNCIA I NANOTECNOLOGIA (Bellaterra)



Recursos humans

Sala Blanca : 25
IMB-CNM (CSIC): 120
ICMAB (CSIC): 145
UAB grups i serveis: ?+20
CIN2: 70

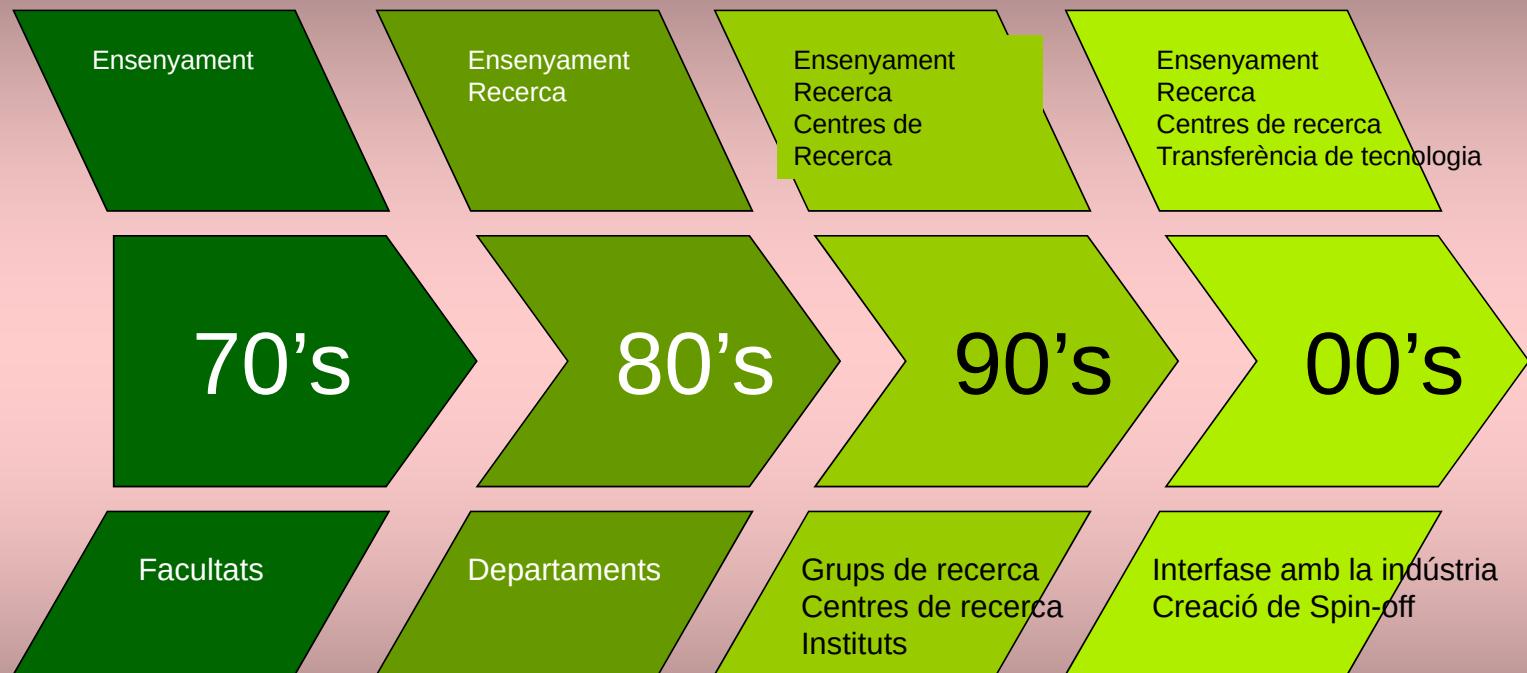
TOTAL : 310 (ara) però ~500 (futur)

ESFERA UAB



PARC DE RECERCA UAB

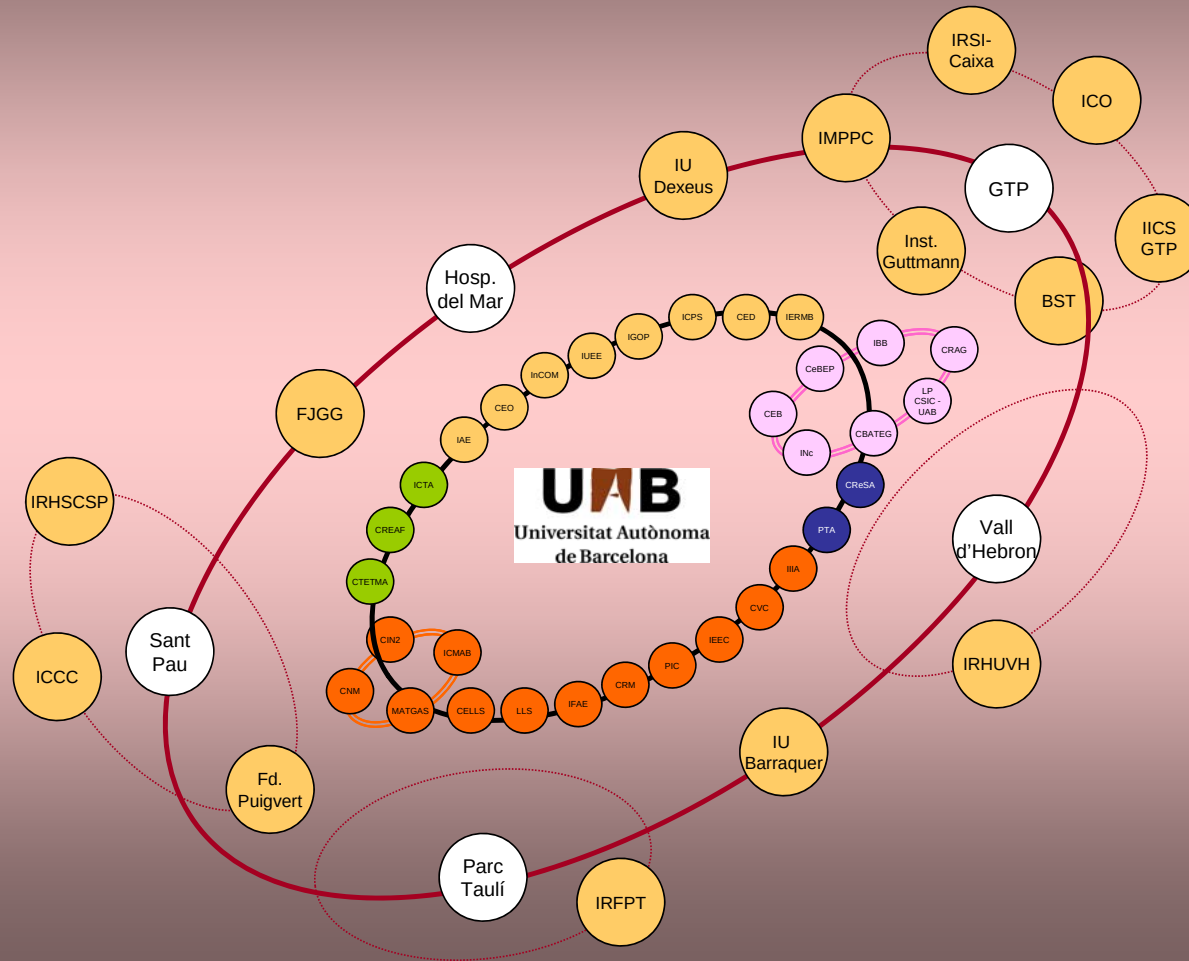
EVOLUCIÓ DE LA RECERCA A LA UAB



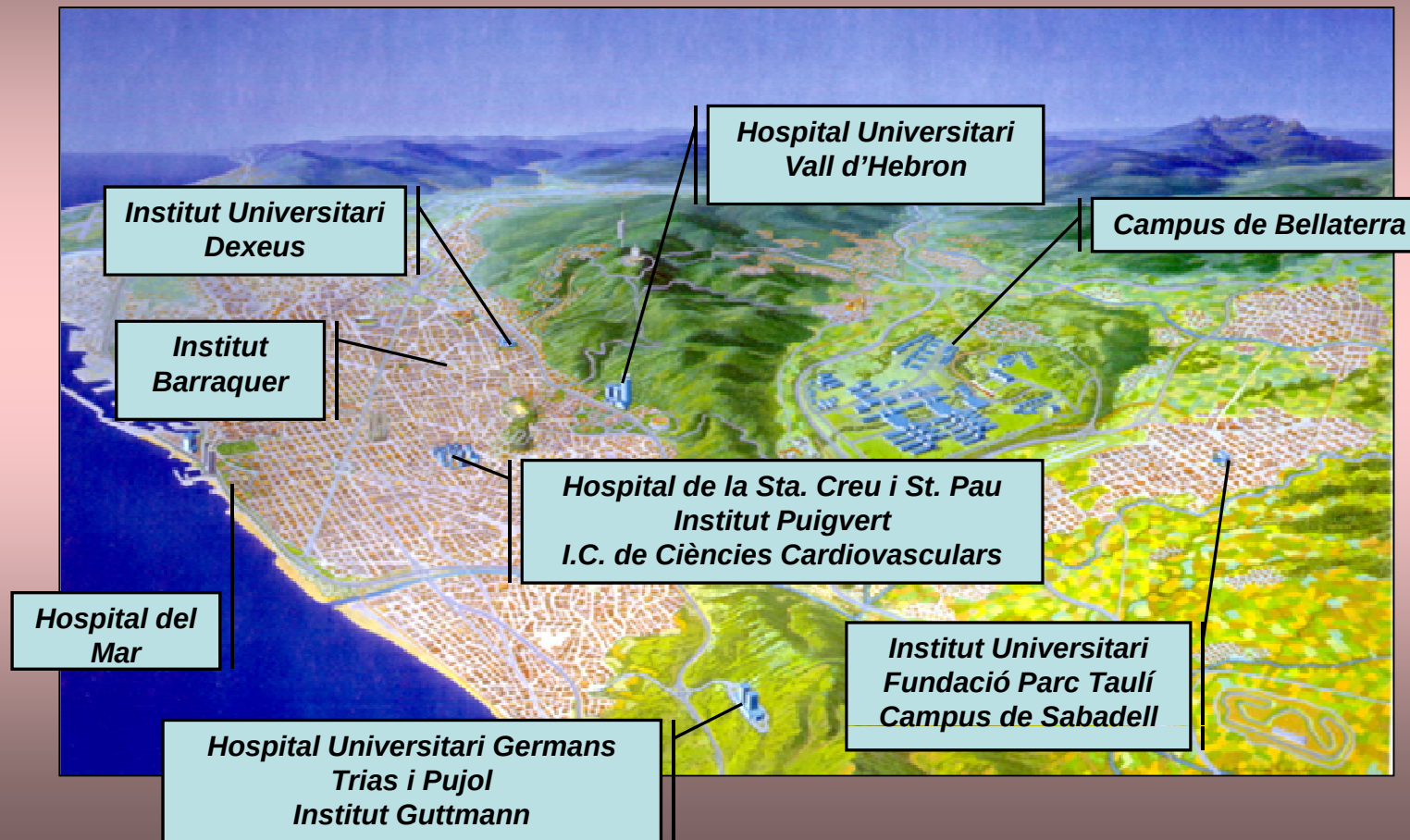
Retroalimentació: la evolució de la recerca permet el desenvolupament de nous esquemes d'ensenyament per alumnes de grau, post-grau i ensenyament continuat



ESFERA UAB



DISTRIBUCIÓ GEOGRÀFICA DE CENTRES



FORMACIÓ

Formació i futur

2001. Xina 39% llicenciats en enginyeria

USA 5%

No. llicenciats en enginyeria: Xina ~ 3 USA

No. Doctors: Àsia ↑ USA-CE ↓

