



COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS

Bruxelas, 12.5.2004
COM(2004) 338 final

COMUNICAÇÃO DA COMISSÃO

Para uma Estratégia Europeia sobre Nanotecnologias

ÍNDICE

Resumo	3
1. Introdução	4
1.1. O que se entende por nanotecnologias?	4
1.2. Por que razão as nanotecnologias são importantes?	5
1.3. Que abordagem deveria ser adoptada para garantir que as nanotecnologias são seguras?	7
2. Financiamento e actividades a nível mundial de I&D em nanotecnologias	7
2.1. I&D em nanotecnologias nos países terceiros	8
2.2. I&D em nanotecnologias na Europa	8
3. A via para o infinitamente pequeno: Cinco dinâmicas para incentivar o progresso..	10
3.1. Investigação e Desenvolvimento: criação de uma dinâmica.....	10
3.2. Infra-estrutura: “Pólos de excelência” europeus	14
3.3. Investimento em recursos humanos	16
3.4. Inovação industrial - dos conhecimentos à tecnologia.....	19
3.5. Integração da dimensão societal.....	22
4. Saúde pública, segurança e protecção do consumidor e do ambiente.....	24
5. Um passo em frente: cooperação internacional	26
Anexo: Estimativa do financiamento público em nanotecnologias	28

RESUMO

As nanociências e as nanotecnologias são novas abordagens à investigação e desenvolvimento (I&D) que têm como objectivo controlar a estrutura fundamental e o comportamento da matéria a nível dos átomos e das moléculas. Estes domínios oferecem a possibilidade de compreender novos fenómenos e de criar novas propriedades que podem ser utilizadas à escala microscópica e macroscópica. As aplicações das nanotecnologias começam agora a surgir e terão um impacto na vida de todos os cidadãos.

Na última década, a União Europeia (UE) estabeleceu uma sólida base de conhecimentos em nanociências. A nossa capacidade para manter esta posição está posta em causa pelo facto de a UE investir proporcionalmente menos que os seus principais concorrentes e não dispor de infra-estruturas de craveira mundial (“pólos de excelência”) que reúnam a massa crítica necessária. Tal verifica-se apesar de o investimento em programas nacionais da UE estar a crescer de uma forma rápida, embora independente.

A excelência europeia em nanociências deve finalmente ser transposta para produtos e processos comercialmente viáveis. As nanotecnologias estão a revelar-se um dos domínios de I&D mais promissores e de expansão mais rápida para proporcionar um novo ímpeto à realização dos objectivos dinâmicos previstos no processo de Lisboa em matéria de conhecimentos. É, todavia, crucial que seja criado um ambiente favorável à inovação, em especial para as pequenas e médias empresas (PME).

As nanotecnologias devem ser desenvolvidas de uma forma segura e responsável. Os princípios éticos devem ser respeitados e os riscos potenciais para a saúde, a segurança ou o ambiente devem ser estudados cientificamente, tendo também em vista a preparação de uma possível regulamentação. É necessário estudar e ter em conta os impactos sociais. O diálogo com o público é essencial para centrar a atenção em questões verdadeiramente importantes, mais do que em cenários de “ficção científica”.

A presente comunicação propõe acções inseridas numa abordagem integrada para manutenção e reforço da I&D europeus em nanociências e nanotecnologias. Aborda as questões importantes para garantir a criação e exploração dos conhecimentos gerados pela I&D em benefício da sociedade. Neste contexto, é oportuno lançar um debate a nível institucional para uma acção coerente com vista a:

- aumentar o investimento e a coordenação da I&D, a fim de reforçar a exploração industrial das nanotecnologias, mantendo simultaneamente a excelência científica e a concorrência;
- desenvolver infra-estruturas de I&D competitivas e de craveira mundial (“pólos de excelência”) que tomem em consideração as necessidades tanto da indústria como dos organismos de investigação;
- promover o ensino e a formação interdisciplinares do pessoal de investigação, juntamente com uma mentalidade empresarial mais forte;

- garantir condições favoráveis à transferência de tecnologias e à inovação, a fim de garantir que a excelência europeia em I&D seja traduzida em produtos e processos geradores de riqueza;
- integrar as considerações de carácter societal no processo de I&D numa fase precoce;
- abordar frontalmente quaisquer riscos potenciais para a saúde pública, a segurança, o ambiente e o consumidor através da geração dos dados necessários para a avaliação dos riscos, integrando a avaliação dos riscos em todas as fases do ciclo de vida dos produtos derivados de nanotecnologias, adaptando as metodologias existentes e desenvolvendo, conforme necessário, metodologias inovadoras;
- complementar as acções supramencionadas com cooperação e iniciativas adequadas a nível internacional.

As acções descritas na presente comunicação inserem-se também no quadro dos compromissos assumidos pelos Conselhos Europeus de Lisboa de 2000 – em favor de uma sociedade e economia dinâmicas baseadas no conhecimento -, de Gotemburgo de 2001 - que fixou como objectivo o desenvolvimento sustentável - e de Barcelona de 2002 - que fixou um objectivo de 3% do PIB para o financiamento da investigação¹. Contribuem também para o desenvolvimento do Espaço Europeu da Investigação (EEI)², do qual beneficiam igualmente.

1. INTRODUÇÃO

1.1. O que se entende por nanotecnologias?

Com origem na palavra grega que significa “anão”, em ciência e tecnologia o prefixo “nano” significa 10^{-9} , ou seja a milésima-milionésima parte (= 0,000000001). Um nanómetro (nm) é a milésima-milionésima parte de um metro, dezenas de milhares de vezes mais pequeno que a espessura de um cabelo humano. O termo “nanotecnologias” será utilizado no presente texto como um colectivo, abrangendo os vários ramos das nanociências e das nanotecnologias.

Conceptualmente, o termo nanotecnologia designa a ciência e tecnologia à escala nanométrica dos átomos e das moléculas e os princípios científicos e as novas propriedades que podem ser compreendidos e dominados ao trabalhar neste domínio. Essas propriedades podem então ser observadas e exploradas à escala microscópica ou macroscópica, por exemplo, para o desenvolvimento de materiais e dispositivos com funções e desempenhos inovadores.

¹ As conclusões da Presidência podem ser consultadas em <http://ue.eu.int/en/Info/eurocouncil/index.htm>
² “Espaço Europeu da Investigação: uma nova dinâmica . Reforço, reorientação e abertura de novas perspectivas”, COM(2002) 565 final.

1.2. Por que razão as nanotecnologias são importantes?

As nanociências são frequentemente designadas como ciências “horizontais”, “chave” ou “capacitantes”, dado poderem permear virtualmente todos os sectores tecnológicos. Reúnem frequentemente diferentes domínios da ciência e beneficiam com uma abordagem indisciplinar ou “convergente”, esperando-se que resultem em inovações que possam contribuir para a resolução de muitos dos problemas que a sociedade enfrenta actualmente:

- **As aplicações médicas** incluem, por exemplo, meios de diagnóstico miniaturizados que possam ser implantados para um diagnóstico precoce de doenças. Os revestimentos de base nanotecnológica podem melhorar a bioactividade e biocompatibilidade dos implantes. Estruturas de apoio (*scaffolds*) com capacidade de organização autónoma abrem o caminho para novas gerações de materiais biomiméticos e de engenharia tecidual, com potencial a longo prazo para a síntese de órgãos de substituição. Estão a ser desenvolvidos sistemas inovadores para administração orientada de medicamentos e recentemente foi possível canalizar nanopartículas para o interior de células tumorais, como forma de tratamento, por exemplo, térmico.
- **As tecnologias da informação** incluem meios de armazenamento de dados com densidades de gravação muito elevadas (por exemplo, 1 Terabit/polegada²) e novas tecnologias de visores plásticos flexíveis. A longo prazo, as actividades da nanoelectrónica molecular ou biomolecular, da spintrónica e da computação quântica poderão abrir novas vias que ultrapassam a actual tecnologia informática;
- **A produção e armazenamento de energia** podem tirar benefícios de, por exemplo, novas células de combustível ou de sólidos nanoestruturados leves com potencial para um armazenamento eficiente de hidrogénio. Estão também a ser desenvolvidas células solares fotovoltaicas eficientes de baixo custo (por exemplo, "pintura solar"). Prevêem-se poupanças de energia decorrentes de progressos em nanotecnologias que permitam um melhor isolamento e transporte, bem como uma iluminação mais eficiente;
- Os progressos no domínio da **ciência dos materiais** decorrentes da utilização de nanotecnologias são de grande alcance e espera-se que tenham repercussões em virtualmente todos os sectores. As nanopartículas já estão a ser utilizadas para o reforço de materiais ou para a funcionalização de cosméticos. As superfícies podem ser modificadas com a utilização de nanoestruturas, de forma a torná-las, por exemplo, à prova de riscos, impermeáveis, limpas ou estéreis. Espera-se que os enxertos selectivos de moléculas orgânicas por nanoestruturação da superfície tenham repercussões no fabrico de biossensores e dispositivos electrónicos moleculares. O desempenho dos materiais em condições extremas pode ser significativamente melhorado, o que fará avançar, por exemplo, as indústrias aeronáutica e espacial;
- O **fabrico** à escala nanométrica exige uma nova abordagem interdisciplinar, tanto no que diz respeito aos processos de investigação como de fabrico. Conceptualmente, há duas vias principais: a primeira parte dos microssistemas e minituriza-os ("abordagem descendente") e a segunda imita a natureza ao

construir estruturas que partem do nível atómico e molecular (“abordagem ascendente”). A primeira pode ser associada à montagem e a última à síntese. A abordagem ascendente constitui uma fase de desenvolvimento inicial, mas o seu impacto potencial é de grande alcance, com um grande potencial disruptivo para as actuais vias de produção;

- A **instrumentação** para o estudo das propriedades da matéria à escala nanométrica já está a ter um importante impacto directo e indirecto que está a estimular progressos numa vasta gama de sectores. A invenção do microscópio de varrimento com efeito de túnel (*Scanning Tunnelling Microscope*) foi um marco importante no surgimento das nanotecnologias. Os instrumentos desempenham também um papel essencial no desenvolvimento de processos de fabrico “descendentes” e “ascendentes”.
- A investigação sobre **alimentos, água e ambiente** pode avançar com progressos derivados das nanotecnologias, incluindo ferramentas para a detecção e neutralização da presença de microrganismos ou pesticidas. A origem de alimentos importados poderá ser identificada através de uma nanomarcacão miniaturizada inovadora. O desenvolvimento de métodos correctivos derivados das nanotecnologias (por exemplo, técnicas fotocatalíticas) pode permitir a reparação de danos ambientais e a despoluição (por exemplo, hidrocarbonetos na água ou no solo);
- Espera-se que a **segurança** venha a ser melhorada através, por exemplo, de novos sistemas de detecção de elevada especificidade que proporcionem um alerta precoce da presença de agentes biológicos ou químicos, até mesmo ao nível da molécula. Uma melhor protecção da propriedade, como notas de banco, poderia ser conseguida através da nanomarcacão. Estão também a ser desenvolvidas novas técnicas criptográficas para a comunicação de dados.

Já foram comercializados vários produtos derivados das nanotecnologias, entre os quais: produtos médicos (por exemplo, ligaduras, válvulas cardíacas, etc.), componentes electrónicos, tintas à prova de riscos, equipamentos de desporto, tecidos anti-rugas e anti-nódoas e cremes solares. Os analistas estimam que o mercado para esses produtos seja actualmente de cerca de 2,5 mil milhões de euros, mas este que poderá aumentar para centenas de milhares de milhões de euros até 2010 e mais tarde para um bilião³.

Na perspectiva de obter um melhor desempenho com uma menor quantidade de matérias-primas, em especial através do fabrico “ascendente”, as nanotecnologias poderão reduzir os resíduos em todo o ciclo de vida dos produtos. As nanotecnologias podem contribuir para a realização do desenvolvimento sustentável⁴ e dos objectivos fixados na “Agenda 21”⁵ e no “Plano de Acção sobre Tecnologias Ambientais”⁶.

³ Ver, por exemplo, os dados apresentados em “*New Dimensions for Manufacturing: A UK Strategy for Nanotechnology*” DTI (2002), página 24.

⁴ “Desenvolvimento sustentável na Europa para um mundo melhor: Estratégia da União Europeia em favor do desenvolvimento sustentável”, COM(2001) 264. Ver também a Declaração do Milénio das Nações Unidas (<http://www.un.org/millennium/>).

⁵ Ver <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/index.htm>

⁶ Ver http://europa.eu.int/comm/research/environment/etap_en.html

1.3. Que abordagem deveria ser adoptada para garantir que as nanotecnologias são seguras?

Nos termos do Tratado, as aplicações de nanotecnologias terão de obedecer às existências de um elevado nível de protecção da saúde pública, de segurança e de protecção dos consumidores⁷ e do ambiente⁸. É importante que estas tecnologias em evolução rápida identifiquem e respondam às preocupações relativas à segurança (reais ou sentidas), tão precocemente quanto possível. Uma boa exploração das nanotecnologias implica uma base científica sólida, a fim de suscitar a confiança tanto dos consumidores como das empresas. Além disso, devem ser tomadas todas as medidas para garantir a saúde e segurança no trabalho.

É essencial que os aspectos ligados aos riscos sejam tratados frontalmente como uma parte integrante do desenvolvimento destas tecnologias, desde a sua concepção, ao longo da fase de I&D e até à sua exploração comercial, a fim de garantir o desenvolvimento, produção, utilização e eliminação, em condições de segurança, de produtos derivados das nanotecnologias. As nanotecnologias apresentam novos desafios também no que diz respeito à avaliação e gestão dos riscos. É, por conseguinte, importante que, em paralelo com o desenvolvimento tecnológico, seja realizada I&D adequada para fornecer dados quantitativos sobre toxicologia e ecotoxicologia (incluindo dados relativos a resposta a doses e exposição do homem e do ambiente), a fim de permitir a realização de avaliações de riscos e, quando necessário, o ajustamento dos procedimentos de avaliação de riscos. As acções relacionadas com a saúde pública, o ambiente, a segurança e a protecção do consumidor são tratadas mais adiante no presente documento

2. FINANCIAMENTO E ACTIVIDADES A NÍVEL MUNDIAL DE I&D EM NANOTECNOLOGIAS

Tendo em conta as potencialidades das nanotecnologias, muitos países dotaram-se de programas de I&D com níveis elevados e rapidamente crescentes de investimento público. Na última década, verificou-se uma explosão do interesse, tendo o investimento público crescido rapidamente de cerca de 400 milhões de euros em 1997 para os mais de 3 mil milhões de euros actuais. Esta secção apresenta uma panorâmica de iniciativas com financiamento público no domínio das nanotecnologias.

Embora não possa ser determinado de forma precisa, o contributo do financiamento privado na I&D em nanotecnologias foi estimado em perto de 2 mil milhões de euros, ou seja, implicando um investimento global total em I&D em nanotecnologias de cerca de 5 mil milhões de euros. Neste contexto, é importante salientar que, com

⁷ Os artigos 152º e 153º do Tratado estabelecem, respectivamente, que “na definição e execução de todas as políticas e acções da Comunidade será assegurado um elevado nível de protecção da saúde” e que “as exigências em matéria de defesa do consumidor serão tomadas em conta na definição e execução das demais políticas e acções da Comunidade”.

⁸ O artigo 174º do Tratado estabelece, nomeadamente, como objectivos “a preservação, a protecção e a melhoria da qualidade do ambiente”, “a utilização prudente e racional dos recursos nacionais” e a “promoção, no plano internacional, de medidas destinadas a enfrentar os problemas regionais ou mundiais do ambiente”.

56% do investimento geral em I&D proveniente de fontes privadas, se verifica um atraso da UE em relação aos EUA e ao Japão, que apresentam respectivamente 66% e 73%⁹.

2.1. I&D em nanotecnologias nos países terceiros

Com o lançamento da sua Iniciativa Nacional sobre Nanotecnologias (*National Nanotechnology Initiative* - NNI) em 2000, os EUA iniciaram um ambicioso programa de I&D em nanotecnologias e as despesas federais aumentaram de 220 milhões de dólares em 2000 para cerca de 750 milhões de dólares em 2003, com um pedido de dotação orçamental para 2005 de 982 milhões de dólares. É, além disso, prestado um apoio adicional através do financiamento dos Estados de cerca de 300 milhões de dólares.

Foi recentemente assegurado o compromisso federal a longo prazo dos EUA através da lei sobre o desenvolvimento das nanotecnologias no século XXI ("*21st Century Nanotechnology Development Act*"), com vigência de 2005 a 2008, no qual são afectados perto de 3,7 mil milhões de dólares a cinco agências (NSF, DoE, NASA, NIST e EPA), o que irá mais que duplicar o seu actual nível de financiamento até 2008. De salientar que este montante não inclui despesas relacionadas com a defesa (DoD) e outros domínios que representam actualmente cerca de um terço do orçamento federal para nanotecnologias.

O Japão considerou as nanotecnologias uma das suas principais prioridades de investigação em 2001. Os níveis de financiamento anunciados aumentaram acentuadamente de 400 milhões de dólares em 2001 para cerca de 800 milhões de dólares em 2003, ultrapassando assim o financiamento federal dos EUA e estando previsto um outro aumento de 20% em 2004. A Coreia do Sul iniciou um ambicioso programa decenal com cerca de 2 mil milhões de dólares de financiamento público, enquanto Taiwan afectou cerca de 600 milhões de dólares de financiamento público para despesas ao longo de seis anos.

A China está a dedicar recursos crescentes às nanotecnologias, o que é particularmente significativo tendo em consideração o seu poder de compra. A sua percentagem de publicações a nível mundial está a aumentar rapidamente, com uma taxa de crescimento de 200% no final da década de 1990, e está a aproximar-se das taxas da UE e dos EUA. A Federação da Rússia está bem estabelecida no domínio das nanotecnologias, bem como vários outros Novos Estados Independentes.

Muitas outras regiões e países estão a prestar uma atenção crescente às nanotecnologias, incluindo a Austrália, Canadá, Índia, Israel, América Latina, Malásia, Nova Zelândia, Filipinas, Singapura, África do Sul e Tailândia.

2.2. I&D em nanotecnologias na Europa

A Europa reconheceu muito cedo o potencial das nanotecnologias e desenvolveu uma base sólida de conhecimentos em nanociências com alguns dos melhores cérebros neste domínio. Vários países realizaram programas de investigação que

⁹ Comissão Europeia: "*Key Figures 2003-2004*" (2003).

datam de meados a finais da década de 1990. Apesar de alguns países não desenvolverem iniciativas específicas sobre nanotecnologias, a I&D relevantes estão frequentemente incorporados noutros programas (por exemplo, biotecnologia, microtecnologia, etc.).

Em comparação com a Europa, o Japão e os EUA, não há “vencedores” nem “vencidos” consagrados no domínio das nanotecnologias, sendo todavia possível identificar algumas tendências. A vantagem da Europa no domínio das nanociências é demonstrada pelo facto de, entre 1997 e 1999, a percentagem de publicações a nível mundial da UE ser de 32%, em comparação com 24% dos EUA e 12% do Japão¹⁰. Todavia, parece que estes conhecimentos nem sempre são aproveitados pela indústria. A análise de patentes revela que a UE apresenta uma percentagem mundial de 36%, em comparação com 42% para os EUA, o que demonstra uma insuficiência na transformação da I&D em aplicações.

Os níveis de investimento público variam consideravelmente consoante os Estados-Membros, tanto em termos absolutos como relativos (ver anexo). Estima-se que o nível de financiamento público da I&D em nanotecnologias na Europa aumentou de cerca de 200 milhões de euros em 1997 para o actual nível de cerca de 1 000 milhões de euros, com cerca de dois terços provenientes de programas nacionais e regionais.

Em termos de despesa pública absoluta, a UE está a investir recursos financeiros significativos a um nível comparável ao dos EUA e do Japão. Todavia, numa base per capita, o nível médio de investimento público na UE-25 é de 2,4 euros por cidadão (2,9 euros na UE-15), em comparação com 3,7 euros nos EUA e 6,2 euros no Japão. Do mesmo modo, em termos de euros de PIB, a UE-25 investe 0,01% em comparação com os EUA e o Japão, que investem respectivamente 0,01 e 0,02%.

Todos os países da UE-25, com excepção da Irlanda, apresentam actualmente um nível de investimento per capita inferior tanto aos EUA como ao Japão. Deve também ter-se em consideração os aumentos programados nos EUA e Japão, que serão no primeiro de 5 euros por cidadão até 2006 e no segundo de 8 euros em 2004. Por conseguinte, parece provável que o fosso entre a UE e os seus principais concorrentes se venha a acentuar.

Uma das diferenças cruciais entre a UE e os seus principais concorrentes é que o panorama da I&D em nanotecnologias na Europa corre o risco de se tornar relativamente fragmentado, com uma gama dispar de programas e fontes de financiamento em rápida evolução. A contribuição da CE em 2003, no âmbito do 6º Programa-Quadro, de 350 milhões de euros representa cerca de um terço das despesas gerais europeias em nanotecnologias.

Os nossos principais concorrentes caracterizam-se por disporem de programas de I&D em nanotecnologias coordenados e/ou centralizados. Nos EUA, por exemplo, mais de dois terços do financiamento são atribuídos no âmbito da Iniciativa Nacional sobre Nanotecnologias, sob os auspícios do programa federal. Parece improvável que

¹⁰ *The Third European Report on Science & Technology Indicators*, Comissão Europeia (2003) http://www.cordis.lu/indicators/third_report.htm

a UE possa manter-se competitiva a nível mundial sem uma melhor incidência e coordenação a nível comunitário.

Está em curso investigação em nanotecnologias nos países em vias de adesão e estes estão envolvidos em projectos no âmbito dos Programas-Quadro (PQ) da UE de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico. A Suíça tem uma longa tradição de I&D em nanotecnologias e apresenta um dos níveis mais elevados de patentes e publicações per capita. Foram também criados programas de investigação em nanotecnologias noutros países associados ao 6º PQ, como a Noruega.

Numerosos projectos de investigação em colaboração e outras iniciativas foram já apoiados no âmbito dos Programas-Quadro da UE. Estes acrescentaram uma dimensão europeia importante ao estabelecer colaborações transnacionais e catalisaram um aumento substancial no financiamento nacional e privado. Embora o quarto (4º PQ) e quinto (5º PQ) programas já tenham financiado um bom número de projectos de nanotecnologias¹¹, só no sexto (6º PQ)¹² é que as nanotecnologias foram consideradas uma das principais prioridades.

3. A VIA PARA O INFINITAMENTE PEQUENO: CINCO DINÂMICAS PARA INCENTIVAR O PROGRESSO

No mercado global actual, o crescimento económico exige inovação que, por seu lado, está dependente da investigação. A I&D de craveira mundial são uma componente essencial neste processo, mas há outros factores que devem ser tomados em consideração. Neste contexto, foram identificadas cinco dinâmicas: I&D, infra-estruturas, ensino e formação, inovação e dimensão societal. É necessário um conjunto de acções sinérgicas a nível comunitário em todas estas dinâmicas interdependentes, de modo a explorar o potencial existente no Espaço Europeu da Investigação.

Uma tal abordagem integrada da I&D em nanociências e nanotecnologias foi uma das principais conclusões da reunião do “EuroNanoForum2003”¹³, organizada pela Direcção-Geral de Investigação (RTD) em Dezembro de 2003 e que contou com a presença de mais de 1000 participantes de todo o mundo. Iniciativas recentes da Comissão incluem um *workshop* organizado pela Direcção-Geral da Saúde e da Defesa do Consumidor (SANCO), realizado em Março de 2004 sobre os riscos potenciais associados às nanotecnologias¹⁴. Estão em curso outras iniciativas, por exemplo sobre roteiros e prospectiva, realizadas pela DG RTD e pelo Centro Comum de Investigação (JRC).

3.1. Investigação e Desenvolvimento: criação de uma dinâmica

Tendo em conta os desafios intelectuais, científicos e técnicos à nossa frente no domínio das nanociências e das nanotecnologias, a excelência em I&D é essencial para garantir que a Europa possa continuar a ser competitiva a longo prazo. Quanto a este aspecto, o apoio da I&D através de financiamento público é fundamental,

¹¹ Para mais informações, consultar a base de dados de projectos <http://www.cordis.lu/fp6/projects.htm>

¹² Ver <http://fp6.cordis.lu/fp6/home.cfm>

¹³ Ver <http://www.euronanoforum2003.org/> para mais informações.

¹⁴ Ver http://europa.eu.int/comm/health/ph_risk/events_risk_en.htm para mais informações.

juntamente com a disponibilidade de investigadores de primeira mundial e com a concorrência entre equipas de investigação a nível europeu.

Verifica-se simultaneamente que os conhecimentos gerados pela I&D devem ser transpostos, através das nanotecnologias, para produtos e processos inovadores que possam melhorar a competitividade da indústria europeia. Neste contexto, é necessário não só manter a excelência em I&D, mas também reforçar o investimento em I&D de relevância industrial, reforçando simultaneamente o nível de I&D da Comunidade e intensificando a coordenação das políticas nacionais, a fim de garantir uma massa crítica.

3.1.1. Maior investimento em conhecimentos para melhorar a competitividade da Europa

Para a criação de riqueza e de novos empregos no mercado globalizado e na economia do conhecimento, é essencial uma produção competitiva de novos conhecimentos. Para além de ser excelente, a I&D na Europa deve ser também oportuna e efectuada a um custo geral concorrencial, sem o que haverá um risco de deslocalização das actividades industriais para zonas em que a produção de conhecimentos apresenta uma melhor relação custo-eficácia. Se formos capazes de assumir a liderança na produção de conhecimentos, será então possível inverter a actual tendência e atrair para a Europa indústrias baseadas no conhecimento.

O investimento público europeu em I&D em nanotecnologias corre o risco de se tornar significativamente inferior ao dos nossos principais concorrentes ao longo dos próximos cinco anos. Enfrentamos o perigo de perda de dinamismo, a não ser que se verifique um aumento substancial no investimento a nível europeu, no mínimo por um factor de 3, até 2010, tomando em consideração os objectivos de Lisboa. Esses investimentos não deverão ser feitos em detrimento de outros programas de I&D, mas sim em consonância com o objectivo de “3%”¹⁵ e deverão centrar-se nos aspectos que constituem um maior desafio, em especial, a inovação industrial com base no conhecimento (“nanofabricação”), a integração da interface macro-micro-nano e a I&D interdisciplinares (“convergentes”). Poderão também ser úteis sinergias adequadas com a Estratégia Europeia sobre Ciências da Vida e Biotecnologia¹⁶.

O investimento em I&D deveria ser aumentado tanto a nível comunitário como dos Estados-Membros, de uma forma complementar e sinérgica. Os projectos de investigação em colaboração a nível europeu são essenciais para reunir competências e massa crítica com vista a um maior avanço da excelência. Este aspecto é particularmente importante para progredir rapidamente no domínio das nanotecnologias através de I&D interdisciplinares. Neste contexto, devemos centrar a nossa atenção na sinergia entre investigação, infra-estruturas e ensino - dado serem indissociáveis. Uma tal “abordagem sistémica” dará um forte impulso à produção de conhecimentos, atraindo simultaneamente para a Europa os melhores cérebros em I&D em nanotecnologias e incentivando a sua permanência na Europa.

¹⁵ "Mais investigação na Europa – Objectivo: 3% do PIB", COM(2002) 499 final.

¹⁶ “Ciências da vida e biotecnologia - Uma estratégia para a Europa”, COM(2002) 27.

3.1.2. *Investigação a nível da Comunidade*

A investigação realizada a nível comunitário de uma forma competitiva e transparente constitui um meio essencial para incentivar e apoiar a I&D de craveira mundial no Espaço Europeu da Investigação (EEI). Para além de reunir os conhecimentos, permite também reunir as melhores equipas em diferentes disciplinas e proporciona uma interface entre as indústrias e as universidades, a fim de garantir um contributo dinâmico para o processo interdisciplinar de I&D que seja favorável ao avanço das nanotecnologias.

Nos âmbito dos Programas-Quadro da UE, foi já apoiado um número substancial de projectos de investigação em nanotecnologias. Embora se tenham verificado progressos significativos no avanço da excelência em I&D, o papel-chave das nanotecnologias só é reconhecido no 6º PQ, que concentra as actividades de I&D num domínio temático prioritário, permitindo assim à Comissão enfrentar o problema da dispersão, duplicação e fragmentação. Foram criados dois novos instrumentos, nomeadamente os projectos integrados (*Integrated Projects* - IP) e as redes de excelência (*Networks of Excellence* - NE). Estes são complementados por uma gama de outros instrumentos e acções¹⁷ que incluem projectos integrados para PME.

Desde a publicação dos primeiros convites à apresentação de propostas que foram seleccionados e negociados mais de 20 projectos integrados e redes de excelência para I&D em nanociências e nanotecnologias. Os projectos integrados reúnem uma massa crítica de participantes e financiamentos com vista à realização de um objectivo específico. Integram todos os aspectos do processo de I&D, tanto técnico como não técnico, e podem garantir a transição das nanociências para as nanotecnologias, ao reunir a comunidade de investigação e a indústria.

As plataformas tecnológicas europeias são um conceito criado recentemente que tem como objectivo reunir todas as partes interessadas tendo em vista o desenvolvimento de uma visão partilhada a longo prazo, a criação de roteiros, a garantia de financiamento a longo prazo e a adopção de uma abordagem coerente em termos de governação. Este conceito poderá ser adequado para responder à necessidade de uma maior sinergia e coordenação entre várias partes interessadas num domínio tecnológico específico.

3.1.3. *Coordenação das políticas nacionais*

As políticas e programas nacionais e regionais desempenham um papel importante no financiamento da I&D em nanotecnologias na Europa. Reconhece-se, todavia, que as capacidades nacionais se revelam frequentemente inadequadas para a criação de pólos de excelência de craveira mundial. É, por conseguinte, urgente que estes programas sejam coordenados de modo a que se verifique uma consolidação e concentração dos esforços, a fim de garantir uma massa crítica e um maior impacto, no âmbito do Espaço Europeu da Investigação, nos três eixos sinérgicos fundamentais: investigação, infra-estruturas e ensino.

¹⁷ Consultar <http://fp6.cordis.lu/fp6/home.cfm> para mais informações sobre a gama completa de instrumentos do 6º PQ.

A fim de incentivar a transposição das nanotecnologias para aplicações e de aumentar e tirar partido da natureza interdisciplinar da I&D em nanotecnologias, é importante que os programas nacionais de disciplinas (frequentemente) diferentes e com diferentes ênfases sejam coordenados de um modo que permita concentrar os esforços no sentido de garantir uma massa crítica de investigação aplicada e desenvolvimento e de combinar diferentes competências científicas. Tal deveria contribuir para garantir uma exploração rápida dos conhecimentos em inovação em todas as regiões europeias.

Iniciativas como o método aberto de coordenação¹⁸ e a ERA-NET¹⁹ podem incentivar e apoiar a coordenação de actividades e programas conjuntos realizados a nível nacional ou regional, bem como entre organizações europeias. Tais iniciativas podem ser acompanhadas por uma aferição do desempenho adequada, como forma de medição dos progressos.

3.1.4. *Roteiros e prospectiva*

Os roteiros tecnológicos proporcionam um meio para a definição e avaliação dos progressos em nanotecnologias e para o acompanhamento da sua penetração em fases mais maduras do desenvolvimento industrial. O processo de preparação dos roteiros é útil em si mesmo, dado implicar que todas as partes interessadas actuem e pensem em conjunto sobre possíveis desenvolvimentos, desafios, impactos e necessidades futuras. Todavia, um roteiro genérico para as nanotecnologias é irrealista, visto se tratar de um campo demasiado vasto. Em lugar disso, devem ser aplicados roteiros a sectores de mercado que tenham atingido uma maturidade suficiente. Estão a ser preparados vários roteiros, para os quais é importante o contributo de institutos como o Instituto de Estudos de Prospectiva Tecnológica (IPTS) do Centro Comum de Investigação (JRC).

Para apoiar o desenvolvimento dos roteiros como uma ferramenta de estratégia política, a prospectiva desempenha um papel importante na antecipação de desenvolvimentos futuros e na planificação em conformidade. Este aspecto é especialmente importante no que diz respeito à natureza potencialmente disruptiva das nanotecnologias, em que é necessário o exame de potenciais impactos sociais. Para tal é necessário uma metodologia específica, pelo que está a ser criado um grupo de peritos independentes de alto nível da UE sobre o tema: prospectiva como nova vaga tecnológica - convergência entre as nanotecnologias, biotecnologias e infotecnologias e seu impacto social e concorrencial na Europa (*Foresighting the new technology wave: Converging nano-, bio- and info-technologies and their social and competitive impact on Europe*).

¹⁸ Conforme definido nas Conclusões da Presidência do Conselho Europeu de Lisboa de 2000: <http://ue.eu.int/>

¹⁹ Ver <http://www.cordis.lu/coordination/home.html>

Acções: Um Espaço Europeu da Investigação para nanotecnologias

1. Para se manter na vanguarda das nanociências e nanotecnologias, a UE deveria consolidar os seus compromissos em matéria de I&D. Garantindo simultaneamente sinergias com programas a nível nacional, a Comissão apela para os Estados-Membros no sentido de:

- a) aumentarem substancialmente o investimento público em nanociências e nanotecnologias, de uma forma coerente e coordenada, por um factor de 3 até 2010, tendo em conta os objectivos de Lisboa e o objectivo de “3%” do PIB;
- b) promoverem a excelência em nanociências através da concorrência a nível europeu;
- c) incentivarem a I&D em nanotecnologias tendo em vista aplicações geradoras de riqueza com ênfase na participação das PME;
- d) manterem uma concentração em actividades de I&D no próximo PQ, a fim de assegurar uma massa crítica e sinergias entre o desenvolvimento das nanociências e nanotecnologias e os aspectos associados relativos a engenharia e segurança;
- e) garantirem uma coordenação efectiva dos programas nacionais;
- f) intensificarem os esforços de elaboração de roteiros e de prospectiva a nível europeu, com a contribuição dos centros de excelência e de institutos como o IPTS.

3.2. Infra-estrutura: “Pólos de excelência” europeus

O termo "infra-estruturas" designa instalações e recursos que proporcionam serviços essenciais à comunidade de investigadores. Podem ser "unilocais" (num único local), "distribuídas" (uma rede de recursos distribuídos) ou "virtuais" (sendo o serviço fornecido por via electrónica). Equipamentos e instrumentos de ponta são cada vez mais cruciais para o desenvolvimento das nanotecnologias e também para demonstrar se a I&D podem ser transpostos para produtos e processos potencialmente geradores de riqueza.

A fim de acelerar o desenvolvimento tanto das nanociências como das nanotecnologias, é essencial o investimento numa vasta gama de instalações, instrumentos e equipamentos avançados. Devido à sua natureza interdisciplinar e complexa, o investimento nessas infra-estruturas deve ser frequentemente partilhado entre organizações a nível local, regional, nacional e privado. É assim útil classificar as infra-estruturas em três níveis diferentes de investimento:

- até um máximo de poucas dezenas de milhões de euros, normalmente a nível local ou regional, por exemplo, os centros de investigação interdisciplinar em nanotecnologias (*Interdisciplinary Research Centres in Nanotechnology*) no Reino Unido e os centros de competência em nanotecnologias (*Nanotechnologie-Kompetenzzentren*) criados na Alemanha;
- até 200 milhões de euros de investimento, normalmente a nível nacional, sendo bons exemplos o MINATEC em França, o IMEC na Bélgica e o MC2 na

Suécia, que se tornaram centros com visibilidade tanto a nível europeu como mundial;

- mais de 200 milhões de euros de investimento: não há ainda na UE instalações dedicadas a nanotecnologias a esta escala, mas já estão a ser criadas algumas em países terceiros²⁰.

A infra-estrutura actual nem sempre satisfaz as necessidades da indústria. Esta disparidade pode verificar-se a nível da gestão ou da situação geográfica, em termos da facilidade de acesso, ou a nível de dificuldades em chegar a acordo quanto aos direitos de propriedade intelectual (DPI). Soluções como os “laboratórios abertos” com acesso fácil para a indústria são muito raros, mas muito necessários. As PME, em especial, sofrem frequentemente de falta de capital e poderiam beneficiar substancialmente com esse acesso, a fim de acelerar o processo de I&D e de reduzir o tempo necessário para a colocação no mercado.

3.2.1. *Novos “pólos de excelência” para a Europa*

É urgentemente necessária uma infra-estrutura de craveira mundial para as nanociências e nanotecnologias, de dimensão e interesse europeus (“pólos de excelência”). Para além de proporcionar o acesso a equipamentos de ponta que poderão não estar disponíveis localmente, essa infra-estrutura poderia abranger todos os aspectos da I&D interdisciplinares, ensino e prototipagem. Poderia também abranger parcerias dos sectores público e privado e servir de incubadora para novas empresas emergentes (*start-ups*) e empresas derivadas (*spin-offs*).

Para atingir a massa crítica necessária, precisamos de concentrar os nossos recursos num número limitado de infra-estruturas na Europa. Entre os sectores que podem beneficiar de sinergias mútuas contam-se os da nanoelectrónica, nanobiotecnologia e nanomateriais. Todavia, a necessidade de reduzir ao mínimo a fragmentação e duplicação deve ser ponderada face à importância de garantir a concorrência e, por conseguinte, a excelência da I&D.

É necessário um equilíbrio adequado entre a infra-estrutura a nível europeu, nacional e regional. A longo prazo, o desenvolvimento de centros múltiplos e/ou distribuídos poderá constituir um meio importante para manter um nível adequado de concorrência. As plataformas tecnológicas europeias, juntamente com organismos como o Fórum Europeu de Estratégias para Infra-estruturas de Investigação (*European Strategy Forum on Research Infrastructure* – ESFRI), podem proporcionar contributos valiosos para garantir uma abordagem optimizada.

3.2.2. *A “Iniciativa para o Crescimento”*

Na Comunicação “Iniciativa Europeia para o crescimento - Investir em redes e no conhecimento com vista ao crescimento e ao emprego”²¹, foi apresentada uma

²⁰ Um exemplo é o *California Nanosystems Institute* que está a ser criado com um investimento de cerca de 300 milhões de dólares de financiamento federal, estatal e privado (ver <http://www.cnsi.ucla.edu/mainpage.html>)

²¹ “Iniciativa Europeia para o crescimento - Investir em redes e no conhecimento com vista ao crescimento e ao emprego”, COM(2003) 690.

iniciativa de grande alcance em colaboração com o Banco Europeu do Investimento (BEI). Para dar início a esta acção, foi proposto um “programa de arranque rápido” para o qual se prevê um financiamento composto por uma combinação essencialmente de empréstimos bancários (através da iniciativa do BEI “Inovação 2010”) e de fontes privadas (industriais).

A infra-estrutura relativa a nanoelectrónica é considerada um dos domínios de investimento na primeira vaga de projectos de "arranque rápido" propostos. Um dos outros domínios é a próxima geração de lasers (por exemplo, lasers de electrões livres), que apresentam potencial para, por exemplo, tirar “instantâneos” da estrutura atómica de moléculas individuais. Essas instalações são de valor incalculável para o desenvolvimento das nanociências e das nanotecnologias e deverão procurar-se sinergias com outras acções a nível europeu e nacional.

Acções: Infra-estrutura

2. São essenciais infra-estruturas de craveira mundial (“pólos de excelência”) de dimensão e interesse europeus para garantir uma maior competitividade da UE em I&D em nanociências e nanotecnologias. A Comissão apela para que os Estados-Membros:

a) desenvolvam um sistema coerente de infra-estruturas de I&D, tomando em consideração as necessidades dos interessados e desenvolvendo, em especial, sinergias com o ensino;

b) adoptem medidas para maximizar o valor acrescentado da infra-estrutura existente, tomando em consideração as necessidades da indústria, em especial das PME.

A Comissão salienta a necessidade de:

c) analisar e fazer o levantamento da infra-estrutura existente, a fim de identificar as necessidades mais urgentes para acelerar os progressos em nanotecnologias, em especial para I&D interdisciplinares;

d) criar, se necessário, uma infra-estrutura dedicada às nanotecnologias a nível europeu que reúna uma massa crítica suficiente e que tome também em consideração as necessidades da indústria;

e) explorar a possibilidade de sinergias financeiras com o Banco Europeu de Investimento, o Fundo Europeu de Investimento e os Fundos Estruturais.

3.3. Investimento em recursos humanos

A fim de concretizar o potencial das nanotecnologias, a UE necessita de dispor de uma população interdisciplinar de investigadores e engenheiros que possa gerar conhecimentos e garantir que estes sejam, por sua vez, transferidos para a indústria. Para uma avaliação e gestão adequadas dos riscos para a saúde humana decorrentes das nanotecnologias, a UE necessita também de toxicologistas e avaliadores de riscos com formação adequada. As nanotecnologias, como domínio novo e dinâmico,

proporcionam a oportunidade ideal para atrair um maior número de jovens cientistas e outro pessoal especializado para as carreiras de investigação.

Segundo um relatório recente²², há 5,68 investigadores em actividade por cada 1 000 trabalhadores na Europa, em comparação com 8,08 nos EUA e 9,14 no Japão. Tendo em consideração o nível de recursos humanos associado à realização do objectivo de Lisboa de 3% até 2010, estima-se que a necessidade de pessoal de investigação na Europa será de cerca de 1,2 milhões de pessoas adicionais (incluindo 700 000 investigadores)²³. É essencial que sejam implementadas medidas para atrair e reter os investigadores na Europa, incluindo o potencial subexplorado das mulheres cientistas.

3.3.1. *Atrair os jovens para as “nano”*

Um elemento essencial da abordagem apresentada no presente documento é incentivar a geração mais jovem a participar, desde muito cedo, em debates sobre a ciência. Dados pontuais mostram que a probabilidade de seguir uma carreira científica depende largamente da capacidade dos professores nas escolas, dos pais e dos meios de comunicação de transmitirem o prazer pela descoberta, conforme declarado pelo galardoado com o Prémio Nobel Richard Feynman. Conceitos simples das nanotecnologias podem ser introduzidos em experiências e demonstrações científicas práticas.

As nanotecnologias adaptam-se bem ao ensino secundário, dado serem frequentemente ensinadas a um nível integrado e não por disciplina. É, todavia, crucial que a geração mais jovem não só ganhe interesse pela investigação, como também pelo que os investigadores “fazem”. Apresentar a investigação como uma opção de carreira futura entusiasmante, séria e com muitas oportunidades deveria ajudar os estudantes a fazer escolhas com conhecimento de causa. É por essa razão que iniciativas como o "Ano Europeu do Investigador" são importantes²⁴.

3.3.2. *Ultrapassar as fronteiras entre disciplinas*

As universidades desempenham um papel fulcral no desenvolvimento da Europa do conhecimento²⁵. As nanotecnologias colocam grande ênfase numa abordagem interdisciplinar. Poder-se-á pensar em cursos a nível de pré-graduação em que os estudantes continuem a receber formação básica numa série de disciplinas, independentemente do grau específico do curso que estão a tirar. Tal deverá garantir que as gerações futuras de especialistas em nanotecnologias tenham um “espírito aberto” e sejam capazes de interagir com os seus homólogos noutras disciplinas. A “formação pela investigação” prática poder-se-ia tornar um elemento essencial no domínio das nanotecnologias.

²² Comissão Europeia: “Key Figures 2003-2004” (2003), p. 44. Os dados referentes à UE dizem respeito a 2001, os dados referente aos EUA a 1997 e os dados referentes ao Japão a 2002.

²³ 'Investir na investigação: um plano de acção para a Europa', COM(2003) 226.

²⁴ “Investigadores no Espaço Europeu da Investigação: uma profissão, múltiplas carreiras”, COM(2003) 436.

²⁵ “O papel das universidades na Europa do conhecimento”, COM(2003) 58.

Deveriam ser estudadas novas formas de formação em nanotecnologias que ultrapassem as fronteiras das disciplinas tradicionais, com vista a proporcionar um ensino orientado, interdisciplinar e de craveira mundial a nível universitário pré-graduado e pós-graduado. Devem ser estudadas novas abordagens, que proporcionem meios que tenham um efeito de alavanca na promoção do financiamento público e privado, juntamente com outras formas de colaboração entre o meio académico e a indústria (por exemplo, empresas emergentes universitárias e “universidades de capital de risco”). Tal poderia inserir-se no contexto dos “pólos de excelência” de nível europeu (ver acção 2), a fim de proporcionar aos estudantes a oportunidade ideal para adquirir experiência prática em investigação de ponta.

3.3.3. *Investigadores e engenheiros com mentalidade empresarial*

As carreiras de investigação foram recentemente alvo de atenção a nível europeu, tendo sido detectadas várias fraquezas, nomeadamente quanto a métodos de recrutamento, condições de trabalho e diferenças nas oportunidades de carreira entre homens e mulheres²⁶. Os obstáculos à mobilidade dos investigadores e engenheiros entre os sectores científico e industrial (nomeadamente, avaliação da carreira através de publicações ou patentes) são, em especial, motivo de preocupação e poderão ser prejudiciais para a transferência de tecnologias e para a inovação em nanotecnologias.

Na óptica de uma sociedade dinâmica do conhecimento, a ideia de que o ensino termina quando o emprego começa é contraproducente, conforme demonstrado no Plano de Acção para as Competências e a Mobilidade²⁷. As nanotecnologias são um domínio dinâmico que exige uma formação contínua para uma actualização constante sobre os últimos desenvolvimentos. À medida que as nanotecnologias se aproximam do mercado, a necessidade de formação para fins de apoio à criação de empresas emergentes/derivadas, à gestão de carteiras de DPI, à segurança, às condições de trabalho (incluindo a saúde e a segurança no trabalho) e a outras competências complementares é importante para garantir que os inovadores estejam em posição de obter financiamento e de fazer avançar as suas iniciativas.

Acções: Investir em recursos humanos

3. A Comissão apela para os Estados-Membros no sentido de estes contribuírem para:

a) identificar as necessidades educativas das nanotecnologias e fornecer exemplos de melhores práticas e/ou resultados a partir de estudos-piloto;

b) incentivar a definição e implementação de novos cursos e currículos, a formação de professores e a elaboração de material didáctico para promoção de abordagens interdisciplinares às nanotecnologias, tanto a nível escolar como universitário;

²⁶ “Investigadores no Espaço Europeu da Investigação: uma profissão, múltiplas carreiras”, COM(2003) 436.

²⁷ “Tornar o espaço europeu de aprendizagem ao longo da vida uma realidade” (COM(2001) 678 e “Plano de Acção da Comissão para as Competências e a Mobilidade” (COM(2002) 72).

c) integrar competências complementares em formação de pós-graduação e ao longo da vida, por exemplo, espírito empresarial, questões de saúde e segurança no trabalho, mecanismos de empresas derivadas, comunicação, etc..

A Comissão considera oportuno:

d) explorar a viabilidade de convites à apresentação de propostas Marie Curie²⁸ conjuntos no domínio das nanociências e das nanotecnologias;

e) criar um prémio europeu em nanotecnologias que contribua para incentivar a interdisciplinaridade e o espírito empresarial dos investigadores.

3.4. Inovação industrial - dos conhecimentos à tecnologia

No actual mercado globalizado, o sucesso económico a longo prazo está cada vez mais dependente da produção, gestão e exploração de conhecimentos. É necessário investimento em I&D para produzir conhecimentos e a inovação industrial, por sua vez, necessita dos conhecimentos para produzir riqueza. Deste modo, fecha-se o círculo e pode ser injectado capital privado novo na I&D.

Como pode a indústria europeia tirar partido das nossas vantagens em nanociências para a criação de produtos e serviços geradores de riqueza? A capacidade para aproveitar o potencial destes conhecimentos através das nanotecnologias é crucial para dar um novo impulso a indústrias que já não são competitivas devido a uma forte concorrência internacional, bem como para cultivar novas indústrias europeias baseadas no conhecimento.

É necessária uma abordagem integrada sobre a política de inovação²⁹, que será desenvolvida no futuro Plano de Acção sobre Inovação³⁰. Para além de factores comuns³¹ que são cruciais para toda a I&D - nomeadamente mercados funcionantes e competitivos, uma política fiscal favorável à inovação, instrumentos financeiros³², recursos humanos especializados, parcerias dos sectores público e privado e infra-estruturas - as nanotecnologias devem ter em conta três factores adicionais: registo de patentes de conhecimentos fundamentais, regulamentação e metrologia.

3.4.1. Oportunidades e desafios para a indústria existente

As nanotecnologias proporcionam às empresas grandes oportunidades para a realização de inovações, tanto incrementais como radicais. Simultaneamente, torna muitas empresas vulneráveis ao risco de falta de reconhecimento atempado do seu próprio potencial e, por conseguinte, de perda da sua competitividade. A ausência de uma forte cultura na Europa que apoie e incentive a tomada de riscos pelas empresas em domínios como as nanotecnologias poderá ser um factor decisivo, juntamente com condições-quadro favoráveis à inovação.

²⁸ Ver <http://europa.eu.int/mariecurie-actions>

²⁹ «Política de inovação: actualizar a abordagem da União no contexto da estratégia de Lisboa», COM(2002) 112.

³⁰ Ver <http://europa.eu.int/comm/enterprise/innovation/index.htm>

³¹ Ver, por exemplo, 'Investir na investigação: um plano de acção para a Europa', COM(2003) 226.

³² Ver, por exemplo, "Acesso das pequenas e médias empresas ao financiamento", COM(2003) 713.

As indústrias europeias funcionam num ambiente altamente concorrencial. Poderão, por várias razões, estar subcapitalizadas e apenas ter possibilidade de dedicar recursos limitados à I&D e à inovação. Dados recentes revelam que o investimento privado geral em I&D se situa em 1,09% do PIB na UE, em comparação com 1,85% nos EUA e 2,2% no Japão³³. Embora não estejam disponíveis dados similares relativos às nanotecnologias, é de presumir que a percentagem de investimento industrial na Europa seja proporcionalmente inferior à dos EUA ou do Japão.

3.4.2. *Criação de empresas e capital de risco em nanotecnologias*

A maior parte dos domínios das nanotecnologias encontra-se numa fase inicial do seu desenvolvimento e os investigadores bem sucedidos estão frequentemente a transformar-se em empresários, criando as suas próprias empresas emergentes. Das centenas dessas empresas criadas nos últimos anos, metade estão localizadas nos EUA, em comparação com um quarto na UE³⁴. Tendo em conta que as PME representam cerca de dois terços do emprego na Europa, é evidente que são necessários maiores esforços para incentivar a criação de empresas novas e inovadoras³⁵.

Os bancos e investidores de capital de risco são muito selectivos quando oferecem capital de risco, em especial em domínios que consideram apresentar um elevado risco técnico, um período incerto até à colocação no mercado ou eventuais consequências negativas a nível ético, de saúde ou de ambiente. As patentes são normalmente necessárias para provar o direito de propriedade dos conhecimentos e os novos empresários precisam não só de estar na vanguarda das nanotecnologias, como também de combinar estas com perspicácia a nível de estratégia empresarial e de gestão.

Os novos empresários queixam-se frequentemente que lhes é proposto crédito (em lugar de capital de risco) e que não recebem apoio algum na gestão – o que aumenta a sua vulnerabilidade e a sua percepção do risco. Apesar do seu sucesso tecnológico, as empresas emergentes podem falhar por não atingirem o limiar de rentabilidade financeira – é o chamado “vale da morte”. Este problema pode ser grave no domínio das nanotecnologias, em que o processo de I&D implica um compromisso a longo prazo. Neste contexto, o Banco Europeu de Investimento (BEI) pode desempenhar um papel importante na concessão de crédito e no reforço da base de capital das empresas de nanotecnologias.

3.4.3. *Registo de patentes*

A propriedade dos conhecimentos através dos DPI é essencial para a competitividade da indústria, tanto em termos de atracção do investimento inicial como de garantia das receitas futuras. As patentes em nanotecnologias têm crescido continuamente desde o início da década de 1980. A gestão conjunta de DPI pode constituir um desafio num domínio como o das nanotecnologias, em que a interdisciplinaridade reúne investigadores e industriais com diferentes culturas e mentalidades.

³³ Comissão Europeia: “Key Figures 2003-2004” (2003).

³⁴ “Little science, big bucks” *Nature Biotechnology*, Volume 21, nº 10, Outubro de 2003, p. 1127.

³⁵ “Plano de acção: A agenda europeia para o espírito empresarial”, COM(2004) 70.

Devido à sua forte ênfase nos conhecimentos, as nanotecnologias estão a colocar questões fundamentais quanto ao que deveria ou não ser objecto de patente (por exemplo, a nível das moléculas individuais). O acordo sobre conceitos e definições a nível europeu, e idealmente a nível internacional, desempenhará um papel essencial na manutenção da confiança dos investidores e na prevenção de distorções que poderão surgir devido a formas locais diferentes de tratamento ou de interpretação dos direitos de propriedade intelectual.

3.4.4. *Regulamentação*

É essencial uma regulamentação adequada e oportuna nos domínios da saúde pública e da protecção do consumidor e do ambiente, também com vista a assegurar a confiança dos consumidores, trabalhadores e investidores. A regulamentação em vigor deverá ser utilizada ao máximo. Todavia, a natureza especial das nanotecnologias exige a reanálise e possível revisão dessa regulamentação. Deveria ser adoptada uma abordagem proactiva. O avanço dos conhecimentos em nanotecnologias através de I&D a nível europeu e nacional deveria constituir a base para outras acções nesse sentido.

Para além de garantir a consistência e evitar distorções do mercado, a regulamentação harmonizada desempenha um papel-chave na redução ao mínimo dos riscos e na garantia da protecção da saúde e do ambiente. A regulamentação existente baseia-se frequentemente em parâmetros que se poderão revelar inadequados para determinadas aplicações das nanotecnologias, como as nanopartículas soltas. Por exemplo, os limiares são frequentemente definidos em termos de massa ou volumes de produção, abaixo dos quais uma substância poderá ser isenta da regulamentação. A relevância desses limiares deveria ser revista e, quando adequado, alterada.

3.4.5. *Metrologia e normas*

A fim de concretizar o potencial comercial das nanotecnologias na UE, a indústria e a sociedade necessitarão de meios fiáveis e quantitativos de caracterização, bem como de técnicas de medição que apoiem a competitividade e fiabilidade de futuros produtos e serviços. É necessário desenvolver técnicas metrológicas e normas para facilitar o desenvolvimento rápido das tecnologias, bem como para suscitar nos utilizadores a necessária confiança no desempenho dos seus processos e produtos.

São necessários desenvolvimentos inovadores em técnicas de medição para satisfazer as exigências das nanotecnologias. Trata-se de um domínio de actividade que constitui um desafio. À escala nanométrica, torna-se difícil distinguir os efeitos perturbadores induzidos pelos instrumentos de medição na medição propriamente dita. Em determinados domínios, não existem pura e simplesmente ferramentas metrológicas neste momento. São necessários trabalhos consideráveis de investigação e desenvolvimento pré-normativo que tomem em consideração as necessidades da indústria em termos de medição rápida e de controlo. O Comité Europeu de Normalização (CEN)³⁶ criou recentemente um grupo de trabalho dedicado às nanotecnologias.

³⁶

Consultar <http://www.cenorm.be/> para mais informações (Resolução CEN BT C005/2004).

4. Salientando os benefícios de uma abordagem coordenada para incentivar a inovação e o espírito empresarial em nanotecnologias na Europa, a Comissão:

a) apela para que os Estados-Membros adotem condições que promovam o investimento em I&D por parte da indústria e de novas empresas inovadoras em consonância com os objectivos de Lisboa;

b) salienta a necessidade de aprofundar o estudo sobre perspectivas e condições para o sucesso na exploração industrial das nanotecnologias;

c) incentiva o Banco Europeu de Investimento e o Fundo Europeu de Investimento a contribuir para o reforço da base de capital para a inovação em nanotecnologias e apela para que os Estados-Membros explorem a utilização dos Fundos Estruturais em iniciativas de I&D a nível regional;

d) considera que um quadro sólido, harmonizado e comportável de DPI constitui um elemento essencial para a promoção da transferência de tecnologias e da inovação;

e) apela para que os Estados-Membros estabeleçam uma cooperação mais estreita entre serviços de patentes, com vista a um sistema global de patentes mais eficiente³⁷;

f) convida os Estados-Membros a rever a regulamentação existente, a fim de tomar em consideração quaisquer especificidades das nanotecnologias e de adoptar uma abordagem europeia comum;

g) convida os Estados-Membros a promover e coordenar actividades sobre metrologia e normas, a fim de reforçar a competitividade da indústria europeia.

3.5. Integração da dimensão societal

Algumas pessoas criticam a comunidade científica por estar demasiado afastada dos mecanismos da democracia, o que impede o público de compreender este domínio de actividade, de formar uma opinião sobre os riscos e vantagens, de participar ou de poder exercer um controlo. Embora as aplicações potenciais das nanotecnologias possam melhorar a nossa qualidade de vida, poderá haver algum risco associado – como acontece com qualquer nova tecnologia –, o qual deverá ser abertamente reconhecido e investigado. Simultaneamente, a percepção do público quanto às nanotecnologias e seus riscos deve ser adequadamente avaliada e tida em consideração.

É no interesse comum adoptar uma posição proactiva e integrar plenamente as considerações de carácter societal no processo de I&D, explorando os seus benefícios, riscos e implicações mais profundas para a sociedade. Conforme já

³⁷

Ver o comunicado final da reunião do Comité para a Política Científica e Tecnológica a Nível Ministerial da OCDE, 29-30 de Janeiro de 2004 (ver <http://www.oecd.org/>).

identificado³⁸, tal deverá efectuar-se o mais cedo possível e não se esperar simplesmente por uma aceitação de factos consumados. Quanto a este aspecto, a natureza complexa e invisível das nanotecnologias representa um desafio para a ciência e para os responsáveis pela comunicação de riscos.

3.5.1. *Desenvolvimento responsável das nanotecnologias*

Os princípios éticos devem ser respeitados e, quando adequado, regulamentados. Estes princípios estão consagrados na Carta dos Direitos Fundamentais da União Europeia³⁹ e noutros documentos europeus e internacionais⁴⁰. O parecer do Grupo Europeu de Ética⁴¹, que está a analisar os aspectos éticos das aplicações médicas relacionadas com as nanotecnologias, deverá também ser tido em consideração.

Alguns dos valores éticos básicos são: o princípio do respeito da dignidade, o princípio da autonomia individual, o princípio da justiça e da beneficência, o princípio da liberdade de investigação e o princípio da proporcionalidade. Deverá ser compreendida a relevância desses princípios para aplicações humanas e não humanas das nanotecnologias. Além disso, determinadas aplicações, por exemplo, sensores miniaturizados, poderão ter implicações específicas na protecção da privacidade e dos dados pessoais.

É indispensável um desenvolvimento aberto, rastreável e verificável das nanotecnologias, de acordo com princípios democráticos. Apesar de alguns apelos a uma moratória sobre a investigação em nanotecnologias, a Comissão está convencida que tal seria altamente contraproducente. Para além de privar a sociedade dos benefícios potenciais, poderia levar à constituição de “paraísos tecnológicos”, ou seja locais em que a investigação é efectuada em zonas sem enquadramento regulamentar, podendo dar lugar a abusos. A nossa incapacidade consequente para acompanhar os progressos e intervir nessas circunstâncias poderia ter consequências ainda piores. O princípio da precaução⁴², tal como utilizado até à data, poderia ser aplicado caso sejam identificados riscos sérios e realistas.

3.5.2. *Informação, comunicação e diálogo: compreender o invisível*

“O que são as nanotecnologias?” Um inquérito à opinião pública realizado a mais de 16 000 indivíduos em 2001⁴³ revelou que as nanotecnologias são mal compreendidas. Dado serem complexas e a uma escala que é invisível, as nanotecnologias podem ser um conceito de difícil apreensão pelo público. Manchetes dos jornais sobre, por exemplo, nano-robots auto-replicativos - que se encontram muito longe das nossas capacidades actuais, mas que são frequentemente apresentados como um risco imediato - demonstram a necessidade urgente de fornecer informações sobre a investigação em nanotecnologias do presente e sobre as

³⁸ Ver, por exemplo: “*Nanotechnology: Revolutionary opportunities & societal implications*”, 3rd Joint EC-NSF Workshop on Nanotechnology, Lecce, Italy (2002), e “*The social and economic challenges of nanotechnology*”, ESRC, UK (2003)

³⁹ Ver http://www.europarl.eu.int/charter/default_pt.htm

⁴⁰ Ver http://europa.eu.int/comm/research/science-society/ethics/legislation_en.html

⁴¹ Ver http://europa.eu.int/comm/european_group_ethics/index_en.htm

⁴² “Comunicação da Comissão relativa ao princípio da precaução”, COM(2000)1.

⁴³ Comissão Europeia: “*Europeans, Science & Technology*”, Eurobarómetro 55.2, Dezembro de 2001.

suas possíveis aplicações. Por exemplo, o “*nanoTruck*”⁴⁴ é um excelente exemplo de formas de sensibilização do público para as nanotecnologias.

Sem esforços sérios de comunicação, as inovações em nanotecnologias poderão injustamente enfrentar uma recepção pública negativa. É indispensável um diálogo eficaz, em que as opiniões do público em geral sejam tomadas em consideração e possam mesmo influenciar visivelmente as decisões relativas à política de I&D⁴⁵. A confiança e aceitação do público em relação às nanotecnologias serão cruciais para o seu desenvolvimento a longo prazo e permitir-nos-ão usufruir dos seus benefícios potenciais. É evidente que a comunidade científica terá de melhorar as suas capacidades de comunicação.

Acções: Integração da dimensão societal

5. Salientando a necessidade de prestar a devida atenção aos aspectos societais das nanotecnologias, a Comissão:

- a) apela para que os Estados-Membros desenvolvam uma abordagem aberta e proactiva relativamente à governação em I&D em nanotecnologias, a fim de garantir a sensibilização e confiança do público;
- b) incentiva um diálogo com os cidadãos/consumidores da UE, a fim de promover juízos com conhecimento de causa sobre a I&D em nanotecnologias, com base em informações imparciais e no intercâmbio de ideias;
- c) reafirma o seu compromisso de respeito dos princípios éticos, a fim de garantir que a I&D em nanotecnologias se processe de uma forma responsável e transparente.

4. SAÚDE PÚBLICA, SEGURANÇA E PROTECÇÃO DO CONSUMIDOR E DO AMBIENTE

A avaliação e a investigação científica de possíveis riscos para a saúde ou o ambiente associados às nanotecnologias devem acompanhar a I&D e o progresso tecnológico. Estão em curso alguns estudos específicos destinados a avaliar os riscos potenciais, os quais são também analisados nos projectos integrados e redes de excelência do 6º PQ no domínio das nanotecnologias. As nanopartículas, em especial, poderão comportar-se de formas inesperadas devido à sua pequena dimensão⁴⁶. Estas poderão colocar desafios especiais, por exemplo, em termos de produção, eliminação, manipulação, armazenamento e transporte. É necessária I&D para determinar os parâmetros relevantes e preparar, quando necessário, regulamentação que tome em consideração toda a cadeia de intervenientes, desde os investigadores até aos trabalhadores e consumidores. Esta I&D implica também que se tome em consideração os impactos das nanotecnologias em todo o seu ciclo de vida, por exemplo, utilizando as ferramentas de avaliação do ciclo de vida. Dado que estas

⁴⁴ Consultar <http://www.nanotruck.net> para mais informações.

⁴⁵ “Plano de acção - Ciência e sociedade”, COM(2001) 714.

⁴⁶ Ver, por exemplo, os projectos financiados pela CE: *Nanopathology* “The role of nano-particles in biomaterial-induced pathologies” (QLK4-CT-2001-00147); *Nanoderm* “Quality of skin as a barrier to ultra-fine particles” (QLK4-CT-2002-02678); *Nanosafe* “Risk assessment in production and use of nano-particles with development of preventive measures and practice codes” (G1MA-CT-2002-00020).

questões são de interesse global, seria vantajoso reunir sistematicamente os conhecimentos a nível internacional.

Em termos mais gerais, a saúde pública e a protecção do ambiente e do consumidor exigem que as partes envolvidas no desenvolvimento de nanotecnologias – incluindo investigadores, agentes de desenvolvimento, produtores e distribuidores – tomem frontalmente em consideração eventuais riscos potenciais tão cedo quanto possível, com base em análises e dados científicos fiáveis e utilizando metodologias adequadas. Tal constitui um desafio, dado ser difícil prever as propriedades de produtos decorrentes das nanotecnologias pelo facto de ser necessário tomar em consideração simultaneamente os fenómenos da física clássica e os efeitos da mecânica quântica. Em muitos aspectos, a criação de uma substância através de nanotecnologias pode ser comparada à criação de um novo produto químico. Em consequência, a tomada em consideração dos riscos potenciais das nanotecnologias para a saúde pública, o ambiente e os consumidores implicará a avaliação da possível reutilização de dados existentes e a geração de novos dados especiais para as nanotecnologias relativos a toxicologia e ecotoxicologia (incluindo os dados de resposta a doses e de exposição). Tal implica também o exame e, se necessário, o ajustamento dos métodos de avaliação de riscos. Na prática, o tratamento dos riscos potenciais associados às nanotecnologias implica que a avaliação dos riscos seja integrada em todas as fases do ciclo de vida dos produtos derivados das nanotecnologias.

Acções: Saúde pública, segurança e protecção do ambiente e do consumidor

6. Com vista a um nível elevado de saúde pública, segurança, protecção do ambiente e do consumidor, a Comissão salienta a necessidade de:

- a) identificar e responder às preocupações relativas à segurança (reais ou sentidas) tão precocemente quanto possível;
- b) reforçar o apoio à integração dos riscos para a saúde e o ambiente e de outros aspectos conexos nas actividades de I&D, juntamente com estudos específicos;
- c) apoiar a geração de dados sobre toxicologia e ecotoxicologia (incluindo dados sobre resposta a doses) e avaliar a potencial exposição humana e ambiental.

A Comissão apela para que os Estados-Membros promovam:

- d) o ajustamento, se necessário, dos procedimentos de avaliação de riscos, a fim de tomar em consideração questões especiais associadas a aplicações das nanotecnologias;
- e) a integração da avaliação dos riscos para a saúde humana, o ambiente, os consumidores e os trabalhadores em todas as fases do ciclo de vida da tecnologia (incluindo concepção, I&D, fabrico, distribuição, utilização e eliminação).

5. UM PASSO EM FRENTE: COOPERAÇÃO INTERNACIONAL

A cooperação internacional é um elemento essencial para fazer avançar a I&D e o 6º PQ, por exemplo, está aberto ao mundo, dado permitir a participação em projectos de equipas de investigação de virtualmente todos os países. Este aspecto é especialmente importante para as nanotecnologias, em que são necessários numerosos conhecimentos fundamentais e em que existem ainda muitos desafios científicos e técnicos – pelo que poderá ser necessária uma massa crítica a nível global. A cooperação internacional pode acelerar a I&D ao colmatar lacunas de conhecimentos de forma mais rápida e, por exemplo, ao ajudar a abrir vias para novas soluções a nível de metrologia e normas.

Vários países celebraram acordos de cooperação científica e técnica com a UE que incluem as nanotecnologias. Existe, em especial, um acordo de execução entre a Comissão Europeia (CE) e a *National Science Foundation* (NSF dos EUA) e um outro com o Ministério da Ciência e Tecnologia (MOST, China). Esses acordos de execução constituem um quadro para o reforço da cooperação e permitem a realização de iniciativas conjuntas. Desde 1999 que têm sido publicados convites à apresentação de propostas coordenados da CE-NSF, tendo sido iniciados cerca de 20 projectos.

É necessário reforçar, com base na experiência adquirida no 6º PQ, a cooperação internacional em nanociências e nanotecnologias, tanto com países economicamente mais avançados (para partilhar conhecimentos e tirar partido da massa crítica) como com países economicamente menos avançados (para garantir o seu acesso aos conhecimentos e evitar um eventual “apartheid de conhecimentos”). Verifica-se, em especial, a necessidade urgente de partilhar os conhecimentos em nanotecnologias sobre os aspectos relativos à saúde, segurança e ambiente para benefício de todos os cidadãos.

Os princípios comuns partilhados para a I&D em nanotecnologias poderiam ser consagrados num quadro voluntário (por exemplo, um “código de boa conduta”) a fim aproximar a UE de países que desenvolvem actividades de investigação no domínio das nanotecnologias e que partilham o nosso empenhamento num desenvolvimento responsável. As trocas de pontos de vista preliminares com representantes, por exemplo, dos EUA, Japão, Suíça e Rússia são muito encorajantes quanto a este aspecto e poderiam abrir o caminho para outras iniciativas.

Acções: Cooperação internacional

7. A Comissão promoverá, no cumprimento das suas obrigações internacionais e nomeadamente das relacionadas com a Organização Mundial de Comércio:

- a) o debate ou consenso internacional sobre questões de interesse global, como a saúde pública, a segurança, o ambiente, a protecção do consumidor, a avaliação de riscos, abordagens regulamentares, metrologia, nomenclatura e normas;
- b) o acesso a conhecimentos fundamentais em países menos industrializados, de modo a contribuir para a prevenção de um eventual “apartheid de conhecimentos”.

c) acompanhamento e partilha de informações sobre o desenvolvimento científico, tecnológico, económico e social das nanotecnologias;

d) definição de um “código de boa conduta” internacional, a fim de garantir um acordo a nível global sobre princípios básicos do desenvolvimento responsável de nanotecnologias.

Anexo: Estimativa do financiamento público em nanotecnologias

(De salientar que os dados apresentados a seguir foram derivados de várias fontes⁴⁷)

Figura 1: Níveis gerais de despesas públicas em nanotecnologias em 2003 para: Europa (incluindo CH, IL e NO como países associados ao 6º PQ), Japão, EUA e outros (1€ = 1\$)

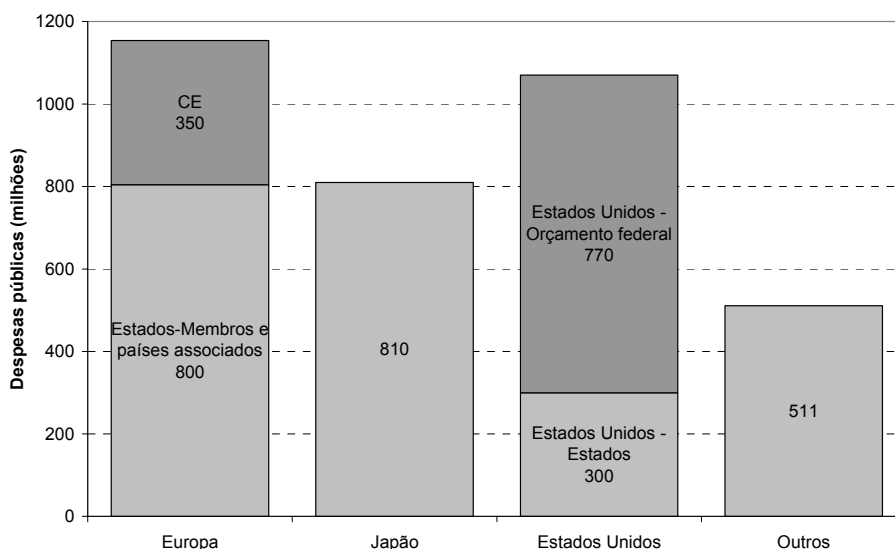
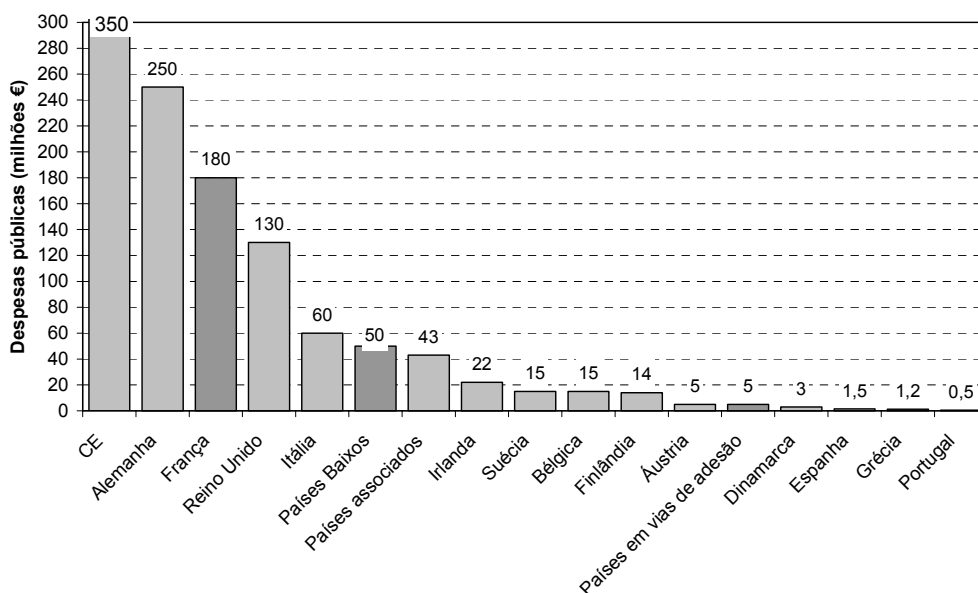


Figura 2: Nível de financiamento para a UE-15 juntamente com alguns países em vias de adesão (CZ, LV, LT, SI) e os principais países associados (CH, IL e NO) e a CE, em euros em termos absolutos em 2003



⁴⁷

Ásia (APNF, ATIP, nABACUS); Europa (*Bundesministerium für Bildung und Forschung* (Alemanha), *Enterprise Ireland*, Secretariado-Geral para a Investigação (Grécia), *Inspection générale de l'administration de l'éducation nationale et de la recherche* (França), *Nanoforum*, Pontos de Contacto Nacionais, base de dados CORDIS sobre nanotecnologias, várias fontes); EUA (NSF); outros (várias fontes).

Figura 3: Nível de financiamento de grandes países terceiros (excluindo os EUA e Japão) com programas de nanotecnologias, em dólares, em termos absolutos, em 2003. As potencialmente grandes diferenças no poder de compra devem ser tidas em consideração ao ler estes dados.

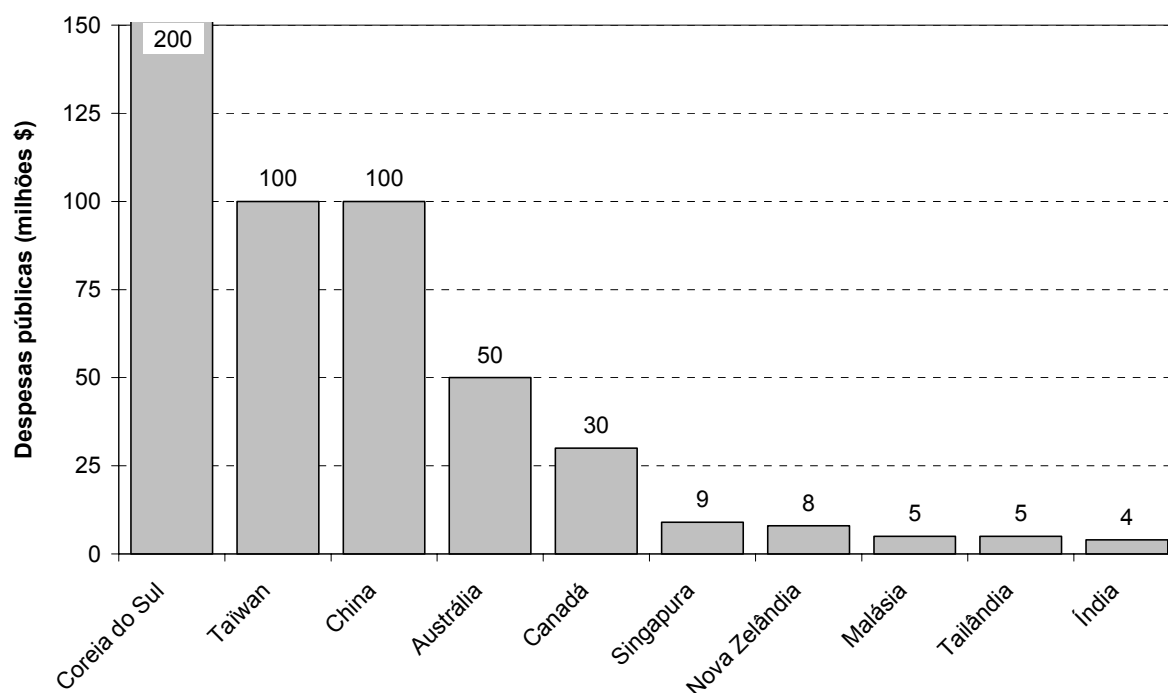


Figura 4: Níveis comparativos de financiamento entre a UE-15, alguns países em vias de adesão da UE-25 (CZ, LV, LT e SI), principais países associados ao 6º PQ (CH, IL e NO), EUA e Japão, numa base per capita em 2003 (1€ = 1\$).

