

Raport: **“Strategia de cercetare-dezvoltare in domeniile materiale noi, micro si nanotehnologii, in perspectiva integrarii in spatiul de cercetare european”**
(extras din rezumatul extins)

2.1. CONTEXTUL LA NIVEL MONDIAL IN DOMENIUL MATERIALELOR AVANSATE, MICRO SI NANOTEHNOLOGIILOR. PROGRAMUL NATIONAL AL SUA DE DEZVOLTARE IN DOMENIUL NANOTEHNOLOGIILOR (NNI).

Dezvoltarea la nivel mondial a domeniilor “materiale noi, micro si nanotehnologii” este impulsionata de **evolutia in domeniul “nanotehnologii”** care s-a impus ca domeniul de cea mai mare actualitate, cu cea mai mare dinamica si cu un impact “disruptiv/ revolutionar” asupra industriei si societatii pentru urmatoarele decenii. Numai in ultimele patru luni au aparut, referitor la dezvoltarea acestui domeniu, trei strategii de relevanta internationala, una in SUA [1] si doua la nivelul Uniunii Europene [2, 3].

Gradul mare de noutate al termenului de “nanotehnologie” face ca studiile de prognoza elaborate la nivel international sa acorde atentie definirii acestui nou concept. Conform acestor definitii [1, 2, 3], nanotehnologia reprezinta stiinta si tehnologia care au capacitatea de a intelege, controla si manipula materia la dimensiuni nanometrice, ceea ce reprezinta o scara de la nivelul atomilor si moleculelor individuale pana la nivelul “supramolecular” al ciorchinilor de molecule, pana la 100 de diametre moleculare. Operarea la aceste dimensiuni implica intelegerea si stapanirea unor principii stiintifice noi si a unor proprietati noi, care se manifesta atat la scara micro cat si la scara macro si care sunt folosite pentru dezvoltarea de materiale, dispozitive si sisteme cu proprietati, functii si performante esentialmente noi.

SUA are meritul de a fi lansat, in ianuarie 2000, primul si cel mai mare program de cercetare-dezvoltare in domeniul nanotehnologiilor, intitulat “Initiativa Nationala in Nanotehnologie” (NNI). NNI a stimulat aparitia pe plan mondial a unor programe si investitii guvernamentale in domeniul nanotehnologiilor care au fost anuntate de Japonia si Coreea, in 2001 si de Comunitatea Europeana, Germania, China si Taiwan, in 2002 [1]. Cu o investitie totala de 961 mil USD, anuntata pentru 2004, fata de un total al investitiilor pe plan mondial de 3,5 mld USD, NNI continua sa reprezinte principalul deschizator de drumuri la nivel mondial in domeniul nanotehnologiilor. O analiza a realizarilor NNI precum si o prezentare a planurilor pe urmatorii 5 ani a fost facuta la Washington, pe 1-2 aprilie a.c., de catre Dr. M. C. Roco, presedintele “Subcomisiei de Stiinta, Inginerie si Tehnologie la scara nano” a “Consiliului National pentru Stiinta si Tehnologie” a SUA [1]. In Anexa 1, este redat un extras din aceasta prezentare. Este important de retinut cateva elemente care sunt definitorii pentru evolutia la nivel mondial in domeniul nanotehnologiilor.

Sunt identificate trei motive principale pentru interesul actual in nanotehnologie. Mai intai, nanostiinta ne ajuta sa umplem o lacuna majora in cunoasterea fundamentala a materiei. Intre capatul mic si cel mare al scarii, la nanoscara intermediara, care este pragul natural unde toate sistemele vii si artificiale functioneaza, stim mult mai putine lucruri. Proprietatile si functiile de baza ale structurilor si sistemelor materiale sunt definite aici si chiar mai important, pot fi schimbate in functie de organizarea materiei via interactiunilor moleculare “slabe” (cum ar fi legaturile hidrogenului, dipolul electrostatic, forte Van der Waals, forte de suprafata, forte electrofluidice etc.). Al doilea motiv al interesului in nanotehnologie este ca fenomenele la scara nanometrica permit aplicatii radical noi. Se estimeaza ca nanotehnologia are potentialul de a crea 7 milioane de locuri de munca pana in 2015 pe piata mondiala. In sfarsit, al treilea motiv al interesului este inceputul prototipizarii industriale si a comercializarii si faptul ca guvernele in lume stimuleaza dezvoltarea nanotehnologiei cat se poate de rapid.

Sunt de reținut următoarele **obiective** ale Inițiativei Naționale în Nanotehnologie (NNI):

- Sa extindă granițele științei și ingineriei la scară nanometrică prin sprijin pentru cercetare;
- Sa stabilească o infrastructură echilibrată și flexibilă, incluzând forța de muncă calificată;
- Sa abordeze implicațiile sociale ale nanotehnologiei, incluzând acțiunile anticipative care trebuie întreprinse pentru a aduce avantajul noii tehnologii, într-un mod responsabil;
- Sa stabilească o "mare coalitie" a învățământului superior, industriei și guvernului pentru a realiza întregul potențial al noii tehnologii.

Strategia de finanțare a NNI se bazează pe **cinci forme de investiții**. Prima favorizează investiții echilibrate în **cercetarea fundamentală** în întreaga sferă a științei și ingineriei. A doua formă, este cunoscută în general drept "**marile provocări**". Se concentrează asupra a nouă zone concrete de cercetare-dezvoltare, care sunt direct legate de aplicațiile nanotehnologiei și care au fost identificate ca având potențialul de a realiza un impact semnificativ economic, guvernamental și social în circa un deceniu. Acestea sunt: materiale nanostructurate prin design; ingineria la nanoscară; detectia agenților chimici, biologici, radiologici și a explozivilor, ca și protecția; Instrumentare și metrologie la nanoscară; nano-electronica, nano-fotonica și nano-magnetică; îngrijirea sănătății, terapeutică și diagnostică; conversia și depozitarea eficientă a energiei; microaparatura și robotică; procese la nanoscară pentru îmbunătățirea mediului. A treia formă de investiții sprijină **centre de excelență** care realizează cercetare în sanul instituțiilor gazda. Aceste centre promovează proiecte cu obiective de cercetare largi, multidisciplinare care nu sunt sprijinite de programele mai tradițional structurate. De asemenea, aceste centre promovează formarea viitorilor cercetători ca și instruirea unei forțe tehnice calificate de muncă pentru industria în continuă extindere a nanotehnologiei. NSF, DOD și NASA au înființat 16 noi centre de cercetare în intervalul 2001-2003. Cea de a patra formă finanțează **dezvoltarea infrastructurii, instrumentatiei, standardelor**, capacităților de calcul și altor instrumente necesare în cercetare-dezvoltare la nanoscară. NSF a creat trei rețele de cercetare și facilități de utilizare, iar DOE o rețea largă de facilități pentru utilizatori. A cincea și ultima formă recunoaște și finanțează cercetarea în domeniul **implicațiilor asupra societății** și se adresează nevoilor educaționale asociate cu dezvoltarea cu succes a nanostiinței și nanotehnologiei. Pe lângă activitățile de educație universitară și postuniversitară, NSF sprijină educarea în domeniul nanotehnologiei în cazul studenților, liceenilor și publicului larg.

Sunt evidențiate **evoluțiile potențiale în cercetare-dezvoltare la nanoscară până în 2015:**

Jumatate din materialele avansate nou-proiectate și din procesele de manufacturare vor fi realizate prin utilizarea controlului la nanoscară. Această estimare se bazează pe evaluările realizate în cadrul industriei într-o varietate de sectoare, precum electronica, substanțele chimice, industria grea, industria farmaceutică și industria aeronautică. Vizualizarea și simularea numerică a domeniilor tridimensionale cu rezoluție nanometrică vor fi necesare pentru aplicațiile industriale manufacturiere. Se va extinde utilizarea unor catalizatori proiectați la nanoscară în manufacturi chimice "exacte" pentru a diviza și lega aglomerări moleculare, cu o risipă minimă. Tranzistorii pe baza de siliciu vor atinge dimensiuni mai mici de 10nm și vor fi integrați în sisteme moleculare sau de altă natură la nanoscară /în afara CMOS sau integrate cu acestea/. Este posibil să fie dezvoltate noi platforme în domeniul științei și ingineriei, ca de pildă cea bazată pe chimia carbonului, care să înlocuiască transportul sarcinii electronice cu spinul electronului și să creeze cipuri fotonice, prin utilizarea interacțiunii voltaice între electron și nuclee și exploatarea mecanismelor de cuplare între efectele electric-magnetic-optic în stare solidă.

Suferința de pe urma unor boli cronice se va reduce drastic. Până în 2015, capacitatea noastră de a detecta și trata tumori în primul an de la apariție sa poată reduce suferințele și numărul cazurilor de decese de pe urma cancerului. Sinteza farmaceutică, procesarea și furnizarea medicamentelor vor fi dezvoltate prin controlul la nanoscară și aproximativ jumătate din substanțele farmaceutice vor utiliza nanotehnologia ca o componentă cheie. Vizualizarea

functiilor interne si modelarea interactiunilor neuron-neuron vor fi posibile urmare a progreselor in domeniul masurarilor si simularii la nanoscara.

Stiinta si ingineria nanobiosistemelor constituie una din cele mai provocatoare componente ale nanotehnologiei, fiind esentiala pentru intelegerea mai buna a sistemelor vii si pentru dezvoltarea unor noi instrumente in medicina, a unor noi solutii in ingrijirea sanatatii (administrarea "la tinta" unor medicamente, medicina regenerativa sau modelarea neuromorfica) si a unor materiale biocompatibile mai bune sau nanobiomateriale pentru aplicatii industriale. Provocari importante sunt intelegerea proceselor din interiorul celulei sau a sistemului neural. Nanobiosistemele furnizeaza modele pentru nanosisteme create de om.

Convergenta stiintei si ingineriei la nanoscara va stabili un tipar principal pentru aplicarea si **integrarea nanotehnologiei in biologie, electronica, medicina, intelegerea fenomenelor** si alte domenii. Aici sunt cuprinse manufacturarea de materiale hibride, ingineria neuromorfica, organele artificiale, extinderea duratei de viata, cresterea productivitatii, aprofundarea capacitatilor de intelegere si senzoriale. Vor fi dezvoltate noi concepte in manufacturarea distributiva si in consortiile cu competente multiple. Un rezultat principal va fi crearea de sisteme prin utilizarea principiilor biologice, a legilor fizicii si proprietatilor diverselor materiale.

Sustenabilitatea ciclurilor de viata si biocompatibilitatea vor fi urmarite la crearea de noi produse. Dezvoltarea cunostintelor in nanotehnologie va duce la reguli de siguranta solide pentru limitarea consecintelor neprevazute ale nanostructurilor pentru mediu si sanatate. Sinergismul ciclurilor de viata ale diferitelor grupuri de produse va asigura o dezvoltare generala sustenabila. Se va controla cantitatea de nanoparticule in aer, sol si apa, prin utilizarea unei retele nationale.

Dezvoltarea cunostintelor si educatia isi vor avea fundamentul la nanoscara. O noua paradigma in domeniul educatiei care sa nu fie bazata pe discipline ci pe unitatea naturii si integrarea educatie-cercetare va fi testata pentru grupul de varsta de 16 ani. Schimbarile de paradigma in domeniul stiintei si educatiei vor fi cel putin la fel de fundamentale ca cele din timpul "tranzitiei la microscara".

Companiile din domeniul nanotehnologiei se vor restructura in directia integrarii cu alte tehnologii, cu **productia distributiva, educatia continua** si formarea unor **consortii pentru activitati complementare**.

Nanotehnologia devine o "**competenta**" **nationala cheie**, ajutand industria existenta sa devina mai competitiva, generand progrese in domeniul cunostintelor si educatiei, sprijinind tehnologiile emergente si dezvoltand produse si proceduri medicale fara precedent, ce nu ar putea fi realizate cu ajutorul cunostintelor si instrumentelor actuale. Nanotehnologia are potentialul pe termen lung de a aduce schimbari revolutionare in societate si de a armoniza eforturile internationale spre un tel mai mult decat dezvoltarea unui singur domeniu al stiintei si tehnologiei sau a unei singure regiuni geografice. Se preconizeaza o strategie globala ghidata de obiective globale de interes reciproc ale societatii.

Un motiv principal pentru dezvoltarea nanotehnologiei il constituie **extinderea limitelor dezvoltarii sustenabile**. Una din cai este manufactura "exacta" la nanoscara, cu un consum mic de energie, apa si materiale, ca si cu o risipa redusa la minimum. O alta cale este reducerea efectelor contaminantilor nanostructurati existenti din activitatile traditionale precum motoarele cu combustie sau din surse naturale cum ar fi biomineralizarea si fragmentarea sedimentara. O a treia cale consta in controlul evolutiei nanostructurilor existente, de curand emise in mediu.