

CUPRINS

<i>A. Anton</i>	Cuvânt înainte	3
* * *	Contextul politic specific domeniului cercetare-dezvoltare și inovare	5
* * *	Evoluții în vederea atingerii obiectivelor Agendei Lisabona: țintele de 1 % și 3 % din PIB cheltuieli pentru cercetare-dezvoltare	11
* * *	Dezvoltarea resurselor umane și a sistemului instituțional din domeniul cercetare-dezvoltare	15
<i>A. Pisoschi, E.M. Dobrescu</i>	Definiții privind cercetarea, dezvoltarea și inovarea (partea I)	19
<i>R. Florian</i>	Universitățile din România și clasamentul Shanghai	28
<i>S. Popescu</i>	Evaluarea individuală a personalului universității	38
<i>P.T. Frangopol</i>	Gheorghe Benga, exclus de la Premiul Nobel 2003 pentru chimie, fondatorul Biologiei Celulare și Moleculare la Cluj-Napoca	48

Stimați cititori,

Retrospectiva asupra întregului an 2005 ne oferă prilejul să constatăm că a fost într-adevăr un an bogat în evenimente de marcă pentru cercetarea din România.

Ne face o deosebită plăcere să împărtășim împreună cu dumneavoastră satisfacția reușitelor înregistrate în acest an în domeniile cercetare-dezvoltare și inovare, precum și încrederea în parcurgerea cu succes a etapelor care urmează în dezvoltarea în continuare a acestor domenii, în perspectiva tot mai apropiată a aderării țării noastre la Uniunea Europeană.

Ținem să menționăm în mod special câteva elemente definitorii, care fac din anul 2005 un an reprezentativ pentru transformarea sistemului și activităților CDI din țara noastră:

- ◆ Înființarea Autorității Naționale pentru Cercetare Științifică, organism guvernamental distinct, responsabil pentru formularea și realizarea politicilor în domeniul CDI;
 - ◆ Angajarea fermă și asigurarea unei perspective stabile de creștere semnificativă a fondurilor alocate pentru cercetare, urmărind:
 - atingerea nivelului de 1 % din PIB cheltuieli totale pentru cercetare în 2007, asumat de România prin Dosarul de negociere la Capitolul 17,
 - apropierea de obiectivul 3 % stabilit și întărit prin strategia Lisabona revizuită și susținut prin Planul de acțiune adoptat în acest sens de Uniunea Europeană;
 - ◆ Declanșarea procesului de realizare a Ariei Românești a Cercetării, prin importanța acordată calității și promovării excelenței în cercetare, ca și prin promovarea mai accentuată a parteneriatului între institute CD, universități și întreprinderi, urmărind creșterea capacității și performanțelor sistemului CDI în ansamblu, inclusiv la nivel internațional.
- Pentru a reda o imagine cât mai clară asupra anului parcurs, vă prezentăm "Raportul anual 2005 asupra politicilor guvernamentale în domeniul cercetare-dezvoltare și inovare", alcătuit în următoarea structură de capitole:
- ◆ Contextul politic specific domeniului cercetare-dezvoltare și inovare, în care sunt precizate elemente referitoare la:
 - Misiunea și responsabilitățile Autorității Naționale pentru Cercetare Științifică;
 - Cercetarea-dezvoltarea și inovarea în contextul apropiat al aderării României la Uniunea Europeană
 - Reprezentarea României în cadrul organismelor responsabile pentru politici CDI la nivelul Consiliului Uniunii Europene:
 - ◆ Întărirea capacității Autorității Naționale pentru Cercetare Științifică de a elabora și implementa politici specifice domeniului
 - ◆ Intensificarea acțiunilor de pregătire a aderării la Uniunea Europeană, care prezintă elemente referitoare la:
 - Realizarea Ariei Românești a Cercetării: lansarea programului Cercetare de excelență
 - Lansarea programului Cercetare pentru securitate
 - Întărirea capacității României de a participa la Programele comunitare în domeniul cercetării, în special pregătirea comunității științifice din țara noastră în vederea participării la viitorul Program Cadru pentru

Cercetare Științifică al Uniunii Europene pe perioada 2007-2013 - PC7

- ◆ Evoluții în vederea atingerii obiectivelor Agendei Lisabona, care prezintă principalele elemente referitoare la:
 - Creșterea resurselor bugetare alocate cercetării și dezvoltării tehnologice
 - Pregătirea în vederea utilizării fondurilor structurale
- ◆ Îmbunătățirea cooperării între sectorul de cercetare și industrie, inclusiv prin lansarea platformelor tehnologice la nivel național
- ◆ Dezvoltarea resurselor umane și a sistemului instituțional din domeniul cercetare-dezvoltare, care se referă inclusiv la:
 - sistemul de evaluare unitară a performanțelor unităților de CD
 - procesul de privatizare a societăților comerciale cu profil de CD și de proiectare

- ◆ Creșterea vizibilității naționale și internaționale a activităților de cercetare-dezvoltare și inovare, care cuprinde prezentări ale participărilor la principalele târguri și saloane de profil

În speranța că veți avea prilejul unei lecturi interesante și utile, permiteți-mi ca încheiere să adresez în mod special mulțumiri tuturor celor care pe parcursul anului 2005 au susținut sau chiar s-au implicat, ca parteneri direcți, atât din țară cât și din străinătate, în realizarea politicilor și programelor în domeniul cercetării-dezvoltării și inovării, pe care Autoritatea Națională pentru Cercetare Științifică le promovează.

Prof. Dr.Ing. Anton Anton

Președintele Autorității Naționale pentru
Cercetare Științifică
Secretor de stat pentru cercetare -
Ministerul Educației și Cercetării

CONTEXTUL POLITIC SPECIFIC DOMENIULUI CERCETARE- DEZVOLTARE ȘI INOVARE

1. Structura de coordonare a politicilor din domeniul cercetare-dezvoltare și inovare

1.1. Autoritatea Națională pentru Cercetare Științifică - Misiune și responsabilități

Autoritatea Națională pentru Cercetare Științifică - ANCS, reprezintă organismul guvernamental de specialitate, care are **misiunea** de a elabora, de a aplica și monitoriza implementarea, precum și de a evalua politicile în domeniile cercetării-dezvoltării și inovării, politici care să contribuie la dezvoltarea activităților desfășurate în domeniile respective și la integrarea lor în circuitul științific și tehnic internațional.

ANCS a fost înființată în iulie 2005, în coordonarea Ministerului Educației și Cercetării (MEdC). Înființarea ANCS a avut la bază prevederile OUG nr.79/2004, cu modificările și completările ulterioare și, respectiv, HG nr.2200/2004, astfel cum a fost modificată prin HG 525/2005.

Prin HG 1449/17 noiembrie 2005 privind organizarea și funcționarea Autorității Naționale pentru Cercetare Științifică se stabilește faptul că ANCS preia responsabilitățile și exercită atribuțiile Ministerului Educației și Cercetării în domeniul cercetării, dezvoltării tehnologice și inovării.

În contextul apropiatei aderări 10 Uniunea Europeană, noua Autoritate Națională pentru Cercetare Științifică are misiunea complexă de a asigura condițiile

pentru integrarea rapidă și eficientă a țării noastre în aria europeană a cercetării și inovării.

În acest sens, obiectivul principal al acesteia îl reprezintă armonizarea politicilor naționale CDI cu actualele orientări în domeniu la nivel european, legate în primul rând de realizarea Strategiei Lisabona și de creșterea competitivității economice europene.

Sfera de responsabilități a ANCS acoperă următoarele categorii de *activități*:

- cercetare științifică și dezvoltare tehnologică;
- transfer tehnologic și inovare;
- colaborare internațională în domeniu;
- dezvoltarea instituțională, a resurselor umane și a infrastructurii specifice domeniului;
- difuzare și diseminare a rezultatelor CD;
- promovare și conștientizare publică a activităților CDI.

Direcțiile principale în care acționează ANCS prin politicile în domeniul cercetării-dezvoltării și inovării, pentru a-și îndeplini misiunea și a atinge obiectivele fixate, sunt următoarele:

- Elaborarea, lansarea, finanțarea și monitorizarea programelor naționale de cercetare-dezvoltare și inovare;
- Crearea și dezvoltarea unui cadru stimulator de desfășurare a activității de cercetare-dezvoltare și inovare, în concordanță cu principiile, criteriile și procedurile utilizate în UE;
- Integrarea în UE și în circuitul internațional a activității de cercetare-dezvoltare.

1.2. Alte instituții cu rol de coordonare în domeniul cercetare-dezvoltare și inovare

Principalele ministere implicate, alături de MEEdC-ANCS, în dezvoltarea politicii guvernamentale în domeniul CDI sunt:

- Ministerul Economiei și Comerțului
- Ministerul Agriculturii, Pădurilor și Dezvoltării Rurale
- Ministerul Mediului și Gospodăririi Apelor
- Ministerul Comunicațiilor și Tehnologiei Informației
- Ministerul Transporturilor, Construcțiilor și Turismului
- Ministerul Muncii, Solidarității Sociale și Familiei
- Ministerul Sănătății
- Ministerul Apărării Naționale

Un rol important în luarea deciziilor strategice, în formularea politicilor de cercetare-dezvoltare și în implementarea programelor din domeniu îl au academiile de știință și agențiile specializate și anume:

- ◆ **Academia Română**, care este structurată pe 14 secțiuni științifice de specialitate, profilate atât pe domenii tehnice, cât și al științelor fundamentale și socio-umaniste. Academia Română coordonează programe de cercetare proprii, realizate de o rețea care cuprinde 65 de institute și centre de cercetare. De asemenea, Academia Română inițiază și coordonează proiecte naționale prioritare și fundamentale, care abordează probleme științifice și culturale de mare complexitate, cu impact la nivel național.
- ◆ **Academiile de ramură**, care coordonează din punct de vedere științific activitățile de cercetare din unitățile și instituțiile de profil, astfel:
 - **Academia de Științe Medicale** cu o rețea care cuprinde 23 de institute și centre de cercetare, precum și 12 clinici afiliate universităților de medicină;
 - **Academia de Științe Agricole și Silvicultură**, cu o rețea formată din 25 de institute și centre de cercetare, precum

și 91 de stațiuni de cercetare și producție;

- ◆ **Agențiile specializate pe domenii strategice**, care reprezintă organismele guvernamentale responsabile pentru inițierea și promovarea politicilor în domeniile respective:
 - **Agenția Spațială Română**
 - **Agenția Nucleară**

Organisme cu rol consultativ în formularea și implementarea politicilor și programelor CDI

Procesul de formulare a politicilor și de elaborare și implementare a programelor în domeniul cercetării-dezvoltării și inovării este sprijinit de următoarele organisme cu rol de consiliere în domeniul științei și tehnologiei:

- ◆ **Organisme consultative ale Ministerului Educației și Cercetării:**
- ◆ **Colegiul Consultativ pentru Cercetare, Dezvoltare și Inovare**, alcătuit din 35 membri, în următoarea structură: reprezentanți ai comunității științifice și tehnologice – cca. 65%, reprezentanți ai organismelor reprezentative pentru sectoarele și ramurile economice - cca. 35% (ministere, asociații profesionale sau ale agenților economici din diverse sectoare economice, organizații patronale din economie, etc.). Colegiul este condus de un președinte și un birou executiv și cuprinde 10 comisii de specialitate pe domenii științifice și tehnice, fiecare alcătuită din cca. 10-15 membri.
- ◆ **Consiliul Național pentru Cercetarea Științifică din Învățământul Superior (CNCSIS)**, alcătuit din reprezentanți ai comunității științifice din universități. Consiliul cuprinde 6 comisii de specialitate pe grupe de domenii științifice și tehnice.
- ◆ **Comisia de Dialog Social** asigură cadrul instituțional de consultare între reprezentanții ministerului și organizațiile patronale și sindicale din domeniul cercetare-dezvoltare.

- ◆ **Consiliul de Granturi al Academiei Române**, alcătuit din reprezentanți ai celor 14 secțiuni științifice de specialitate.

Organisme cu rol de agenții de finanțare a programelor de cercetare-dezvoltare

În cadrul Ministerului Educației și Cercetării funcționează următoarele organisme cu rol de **agenții de finanțare** a programelor de cercetare-dezvoltare:

- ◆ **Centrul Național de Management programe**, care conduce programe de cercetare-dezvoltare coordonate de MEDC și finanțate din surse interne și/sau internaționale;
- ◆ **Unitatea Executivă de Finanțare a Cercetării Științifice Universitare - UEFISCSU**, care conduce programe de cercetare de interes deosebit pentru dezvoltarea carierelor științifice și a capacității de cercetare din universități.

2. Principalele instrumente de implementare a politicilor din domeniul cercetare-dezvoltare și inovare

Principalele instrumente de implementare a politicilor din domeniul cercetare-dezvoltare și inovare sunt reprezentate de programele finanțate din fonduri publice:

- **Programele de cercetare-dezvoltare și inovare (CDI) de interes național**, coordonate de Autoritatea Națională pentru Cercetare Științifică;
- **Programul Cercetare de excelență (CEEX)**, lansat în 2005, care susține efortul de racordare la prioritățile specifice ariei europene de cercetare și inovare și pregătirea în vederea participării la viitorul Program Cadru de Cercetare al Uniunii Europene pe perioada 2007-2013 - PC7;
- **Programul Cercetare pentru securitate**, lansat în 2005, în scopul corelării cu programul de profil lansat de Uniunea Europeană
- **Programul INFRATEH**, lansat în 2004, pentru a susține dezvoltarea infrastructurii și serviciilor specializate pentru transfer tehnologic și inovare;
- **Programele nucleu** de cercetare-dezvoltare, lansate în 2003, pentru finanțarea activităților CDI specifice la nivelul institutelor naționale de profil;
- **Programul de granturi pentru cercetare științifică**, lansat din 1996. Programul susține în special formarea și dezvoltarea carierelor științifice și a echipelor de cercetare performante;
- **Planul Național pentru cercetare-dezvoltare și inovare (PNCDI)**, lansat din 1999, într-o variantă inițială cu 4 programe și extins în perioada 2001-2004. PNCDI cuprinde în prezent 14 programe orientate pe domenii științifice și tehnice specifice. Prin PNCDI se asigură și participarea la **programele internaționale** din domeniul CDI, prin programul dedicat colaborării științifice și tehnice internaționale - CORINT;
- Programele de cercetare coordonate de **Academia Română**;
- **Proiecte naționale prioritare și fundamentale**, care abordează probleme științifice și culturale de mare complexitate, cu impact la nivel național;
- **Programul de granturi pentru cercetare științifică** al Academiei Române, lansat din 1996.
- **Planurile sectoriale CD**, lansate în 2004, pentru a susține activitățile de cercetare-dezvoltare necesare pentru realizarea obiectivelor strategice de dezvoltare specifice la nivel de sector. Planurile sectoriale CD sunt inițiate și coordonate de ministerele responsabile pentru sectoarele respective (ex.: Ministerul Economiei și Comerțului; Ministerul Agriculturii, Pădurilor și Dezvoltării Rurale).

3. Cercetarea, dezvoltarea tehnologică și inovarea, în contextul aderării României la Uniunea Europeană

Accesul la programele de cercetare-dezvoltare și inovare finanțate din fonduri publice este în regim competițional și, cu excepția programelor nucleu de CD, este deschis tuturor categoriilor de participanți - instituții cu profil CD, universități, întreprinderi cu capacitate de cercetare-dezvoltare, IMM-uri, etc.

Conform orientărilor stabilite prin Strategia Lisabona, la nivelul politicilor Uniunii Europene știința și tehnologia sunt considerate adevăratele instrumente cheie pentru viitorul european. Rolul esențial al cercetării științifice și dezvoltării tehnologice pentru creșterea competitivității economice a fost recunoscut și afirmat inclusiv prin recentul Comunicat al Comisiei Europene "More Research and Innovation - Investing for Growth and Employment" (EC COMM(2005) 488 final/ oct 2005).

Pentru România, necesitatea de a impulsiona creșterea competitivității economice, în special în perioada 2007-2013, care reprezintă prima etapă a procesului post-aderare, impune cerința esențială de a reduce și depăși decalajele tehnologice care o separă de restul statelor membre UE, în special în contextul ritmului intensificat de implementare a Strategiei Lisabona revizuite.

Acest fapt impune ca obiectiv major pentru România realizarea unui mediu economic dinamic și competitiv, capabil să asimileze și să dezvolte domenii de înaltă tehnologie și să răspundă la cerințele strategice de dezvoltare pe termen lung, în contextul evoluției la nivel global a economiei bazate pe cunoaștere.

Din această perspectivă, România este direct interesată să dezvolte capacitatea și să mărească competitivitatea sistemului de cercetare-dezvoltare și inovare, care trebuie să asigure resursele și infrastructura necesare pentru:

- asigurarea și dezvoltarea pe plan intern a surselor de competență științifică și tehnică, precum și a echipamentelor și dotărilor tehnice de înalt nivel, necesare pentru dezvoltarea sectoarelor și domeniilor specifice tehnologiilor avansate;
- creșterea gradului de asimilare, aplicare și dezvoltare a cunoștințelor, serviciilor și tehnologiilor avansate în mediul economic și social, pentru a face față evoluției tehnologice la nivel european și internațional, asigurând astfel o creștere durabilă a competitivității economice.

În acest sens, prin Programul de guvernare 2005-2008 au fost stabilite următoarele obiective strategice principale pentru politicile în domeniul cercetare științifică și dezvoltare tehnologică:

- creșterea rolului cercetării în dezvoltarea și transferul în economie al tehnologiilor avansate pentru a asigura rolul competitiv al unor sectoare pe plan internațional;
- corelarea mai strânsă a activităților de cercetare-dezvoltare și inovare cu politica industrială a României și întărirea pe termen lung a legăturii între sectorul de cercetare-dezvoltare și mediul economic, prin:
 - dezvoltarea mecanismelor care asigură transferul tehnologic în economie
 - încurajarea participării sectorului privat în activități de cercetare-dezvoltare și inovare
- majorarea cheltuielilor totale destinate sectorului de cercetare-dezvoltare la 1 % din PIB până în 2007, iar a celor publice la 1 % din PIB până în 2010;
- întărirea capacității în domeniul cercetare-dezvoltare, atât la nivelul autorităților publice, cât și al unităților și personalului de cercetare-dezvoltare.

În consecință, în consens cu orientările la nivel European și cu prevederile Programului de guvernare 2005-2008, procesul de transformare a sistemului și activităților CDI din țara noastră, direcționat și coordonat de Autoritatea Națională pentru Cercetare

Științifică, urmărește **structurarea și consolidarea unei arii românești a cercetării (ARC)**, care să răspundă cerințelor de apropiere de nivelul de exigență și compatibilitate necesare integrării în **aria europeană a cercetării (ERA)**.

În acest context, progresul în pregătirea comunității științifice și tehnologice din România pentru o integrare rapidă și eficientă în aria europeană de cercetare este determinat prin următoarele direcții de acțiune:

- **efortul de creștere a calității în cercetare:**
 - promovarea excelenței științifice și tehnologice, prin configurarea, în forma centrelor și rețelelor de excelență, a unor arii, domenii, instituții și colective de cercetare cu performanțe deosebite;
 - îmbunătățirile continue aduse procedurilor, mecanismelor și instrumentelor de planificare, finanțare și monitorizare, dar și de evaluare a instituțiilor, personalului, activităților și rezultatelor din domeniul CDI;
- **creșterea capacității de aliniere la prioritățile și obiectivele științifice și tehnologice specifice Ariei Europene a Cercetării - ERA,**
 - creșterea nivelului și îmbunătățirea calității participării românești la programele europene de cercetare, în special prin:
 - pregătirea participării la viitorul Program Cadru de Cercetare al Uniunii Europene pe perioada 2007-2013 - PC7;
 - dezvoltarea cooperării și parteneriatelor științifice și tehnice în spațiul european;
 - creșterea vizibilității sistemului și activităților de cercetare-dezvoltare-inovare din România;
 - formarea de personal de cercetare la nivelul exigențelor pentru integrarea europeană;
- **dezvoltarea colaborării între unitățile și instituțiile de cercetare-dezvoltare,**

universități și întreprinderi, urmărind în special:

- susținerea și accelerarea procesului de aliniere și integrare tehnologică a agenților economici conform cerințelor și reglementărilor Uniunii Europene;
- creșterea capacității de difuzare și dezvoltare în economie a tehnologiilor avansate, pentru a permite creșterea ponderii, în totalul producției și al exporturilor, a produselor de medie și înaltă tehnologie, competitive la nivel internațional.

4. Reprezentarea României în cadrul organismelor responsabile pentru politici CDI la nivelul Consiliului Uniunii Europene

După semnarea Tratatului de aderare la Uniunea Europeană, în aprilie 2005, România a primit dreptul de participare, cu statut de observator activ, la lucrările Consiliului Uniunii Europene, inclusiv la cel al Competitivității, care reunește miniștrii industriei și cercetării din statele membre UE.

Consiliul Competitivității reprezintă principalul for de elaborare a direcțiilor generale ale politicilor care susțin creșterea competitivității economice la nivelul Uniunii Europene.

Reprezentarea României la Consiliul UE al Competitivității este asigurată astfel:

- pentru cercetare: dl. Prof. Dr. Anton Anton, secretar de stat pentru cercetare în Ministerul Educației și Cercetării, președintele Autorității Naționale pentru Cercetare Științifică;
- pentru industrie: dl. Ioan Codruț Șereș, ministrul economiei și comerțului;
- pentru servicii: dl. Adrian Ciocanea, secretar de stat în cadrul Ministerului Integrării Europene.

De asemenea, România participă ca observator activ, prin reprezentanți din cadrul ANCS, la lucrările următoarelor organisme cu profil CDI, de pe lângă Consiliul UE:

- Grupul de lucru pentru Cercetare, care are ca principală misiune dezbateră și definitivarea proiectelor de Decizii ale Consiliului referitoare la domeniul CDI, inclusiv a deciziilor privind viitorul Program Cadru de Cercetare pe perioada 2007-2013;
- Comitetul pentru Cercetare Științifică și Tehnică - CREST, care, în colaborare cu CE - DG Cercetare, asigură coordonarea și monitorizarea politicilor CDI ale statelor din spațiul European.

În contextual activităților desfășurate în cadrul CREST, MEdC-ANCS a primit, în lunile iunie și, respectiv, septembrie 2005, delegația de experți din partea statelor membre UE, care a avut misiunea de a evalua politicile de cercetare-dezvoltare și inovare (CDI) din România, prin raportare la Agenda Lisabona revizuită și la Planul de acțiuni al Uniunii Europene pentru atingerea obiectivului "3%", de creștere a cheltuielilor pentru cercetare, în spațiul european, la nivelul de 3% din PIB până în anul 2010. Delegația a cuprins reprezentanți de la ministere similare și de la organisme de politică S/T din patru state membre UE - Olanda, Marea Britanie, Belgia, Slovenia, precum și de la Comisia Europeană - DG Cercetare. Menționăm următoarele:

- România a făcut parte, alături de Suedia și Spania, din grupul primelor trei state evaluate în 2005, în regim pilot;
- misiunea de evaluare menționată se înscrie în procesul de coordonare și monitorizare a politicilor CDI ale statelor din spațiul european, în scopul realizării Planului de acțiuni „3%”.

Pentru fiecare țară evaluată au fost elaborate câte două rapoarte:

- un **raport preliminar**, elaborat de Centrul de Cercetări Unificate de la Sevilla (JRC - IPTS)
- un **raport final de evaluare** elaborat de echipele de experți care au vizitat cele trei țări

Rapoartele de țară pentru România, atât cel preliminar, cât și cel final, au fost publicate în Revista "Cercetare-Dezvoltare și Inovare în România", editată de MEdC-ANCS.

Raportul final de evaluare al României, a fost prezentat și dezbătut în ședința grupului de lucru pentru politici mixte orientate către obiectivul 3%, din cadrul Comitetului pentru Cercetare Științifică și Tehnică - CREST, ședință care a avut loc la Bruxelles în data de 16 septembrie 2005.

EVOLUȚII ÎN VEDEREA ATINGERII, OBIECTIVELOR AGENDEI LISABONA: ȚINTELE DE 1 % ȘI 3% DIN PIB CHELTUIELI PENTRU CERCETARE- DEZVOLTARE

1. Îmbunătățirea coordonării fondurilor, bugetare pentru cercetare-dezvoltare

MEdC ANCS consideră că respectarea angajamentului de a atinge 1 % din PIB cheltuieli totale pentru cercetare în 2007, asumat prin dosarul de negociere pentru Capitolul 17 "Știință și cercetare, ca și atingerea obiectivelor Agendei Lisabona, în special a obiectivului privind nivelul de 3% din PIB cheltuieli pentru cercetare-dezvoltare până în 2010, depinde într-o foarte mare măsură de coordonarea proceselor paralele de planificare și utilizare a fondurilor bugetare alocate acestui domeniu.

În acest sens, principalele direcții de acțiune urmărite în permanență de MEdC ANCS sunt:

- a) întărirea capacității de corelare a politicilor CDI la nivel național, regional, sectorial:
 - dezvoltarea activităților CDI specifice la nivel sectorial;
 - elaborarea planurilor sectoriale CD de către un număr mai mare de ministere,
 - extinderea programelor nucleu ale institutelor naționale CD pentru a include problematica de dezvoltare tehnologică specific a sectoarelor respective
 - dezvoltarea și consolidarea mecanismelor de corelare a Planului Național CDI cu Planurile Sectoriale CD, prin:

- dezvoltarea mecanismelor de dialog interministerial
- procesul de avizare a planurilor sectoriale CD de către MEdC ANCS
- corelarea mai bună a Planurilor și programelor naționale CDI cu instrumentele de dezvoltare structurală:
 - PND/POS Creșterea competitivității economice,
 - Programul Operațional de Dezvoltare Regională (POR)
- b) asigurarea corelării permanente a programelor naționale CDI cu cele ale UE, inclusiv din punct de vedere al structurii și mecanismelor de finanțare

2. Creșterea graduală a resurselor bugetare alocate cercetării și dezvoltării tehnologice

Nivelul fondurilor de la bugetul de stat alocate pentru cercetare în perioada 2003-2005, a fost cel prezentat în tabelul următor.

În cursul anului 2005 România s-a angajat ferm în direcția creșterii cheltuielilor totale pentru cercetare, pentru a se apropia de obiectivul stabilit prin strategia Lisabona și susținut prin Planul de acțiune adoptat în acest sens de Uniunea Europeană: atingerea nivelului de 3% din PIB pentru cheltuieli de cercetare până în 2010, din care 1% din

Finanțarea publică a activităților de cercetare-dezvoltare în perioada 2003-2005

	2003			2004			2005		
	Total mil. lei	% din PIB	% din total	Total mil. lei	% din PIB	% din total	Total mil. lei	% din PIB	% din total
Buget de stat	3676	0,22	100	4610	0,21	100	7.227	0,26	100
MEdC – buget cercetare	2563	0,15	70,0	3352	0,15	73,0	5370	0,19	74,3

Sursa: Legea 511/2004 a bugetului de stat pe anul 2005

fonduri publice și 2% din fonduri ale agenților economici.

În acest sens, ANCS a acționat în colaborare cu Ministerul Finanțelor Publice pentru susținerea în continuare, în special în cadrul viitorului buget, a creșterii resurselor bugetare alocate cercetării și dezvoltării tehnologice, pentru a asigura atingerea țintei de minim 1 % din PIB până în anul 2010.

Conform cu prevederile Legii bugetului de stat pentru anul 2006, recent aprobată de Parlament, fondurile de la bugetul de stat alocate pentru cercetare la nivelul anului 2006 reprezintă:

- o creștere de aproape două ori a fondurilor publice alocate prin bugetul din anul 2005,

- cca. 0,4% din PIB estimat pentru anul 2006 (față de 0,26% în 2005).

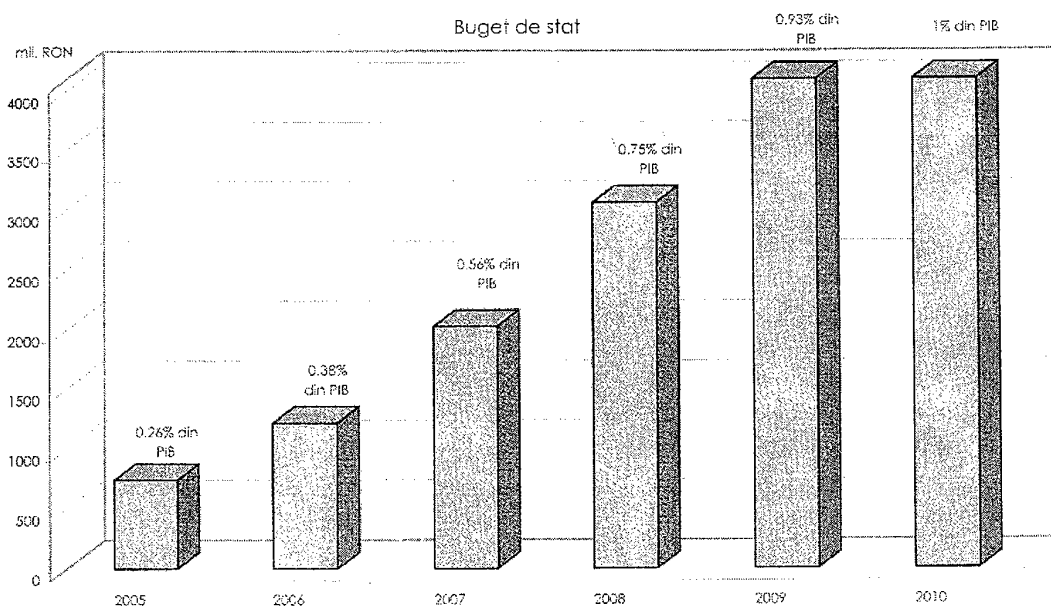
Legea prevede un ritm susținut de creștere anuală a fondurilor publice alocate pentru cercetare, cu o dublă consecință:

- se asigură atingerea unui nivel de cca. 0,9% din PIB în anul 2009;
- devine posibilă, în perspectiva imediat următoare, atingerea nivelului de 1% din PIB în anul 2010.

Pentru domeniul cercetare-dezvoltare această lege reprezintă o recunoaștere clară a importanței strategice a acestuia dezvoltarea economică și socială a României.

Considerăm necesară continuarea acțiunilor comune cu Ministerul Finanțelor

Proiecția fondurilor publice care se vor aloca pentru cercetare pe perioada 2005-2010
– mil. RON/procent din PIB –



Sursa: Ministerul Educației Si Cercetării – Autoritatea Națională pentru Cercetare Științifică, 2005

Publice, în următoarele direcții, de importanță deosebită pentru a susține atingerea obiectivului 3%:

- i) asigurarea urmăririi cheltuielilor pentru cercetare-dezvoltare ale agenților economici, prin evidențierea distinctă și explicită a acestora:
 - în structura evidențelor contabile privind activitățile curente,
 - în bilanțul anual de venituri și cheltuieli;
- ii) introducerea unui **pachet de măsuri fiscale și financiare care să susțină stimularea intensivă a activităților de cercetare-dezvoltare și inovare desfășurate de către sau în sprijinul agenților economici**, urmărind creșterea cheltuielilor pentru CDI efectuate de aceștia, pentru a atinge ținta de minim 2% din PIB până în 2010.

3. Pregătirea în vederea utilizării fondurilor structurale

3.1. Înființarea organismului intermediar de administrare a instrumentelor structurale pentru domeniul CD

Prin HG 1179/2004 a fost desemnat Ministerul Educației și Cercetării pentru îndeplinirea funcției de organism intermediar în cadrul Programului operațional sectorial pentru creșterea competitivității economice (POS CCE).

În conformitate cu HG nr. 2200/30.11.2004 privind organizarea și funcționarea Autorității Naționale pentru Cercetare Științifică, modificată ulterior prin HG 525/9.06.2005, a fost aprobată organizarea, la nivel de direcție, a Organismului Intermediar pentru administrarea instrumentelor structurale pentru domeniul cercetare științifică, dezvoltare tehnologică și inovare (OICS).

Prin HG 525/2005 a fost aprobată organizarea OICS ca direcție cu un număr de 16 posturi.

În conformitate cu angajamentele asumate în Documentul Complementar de

Poziție - Capitolul 21, se prevede ca până la finele anului 2006 Organismul Intermediar pentru cercetare (OICS), care va fi activ în cadrul POS - CCE, să funcționeze ca direcție generală, cu un număr total de 60 de posturi.

3.2. Implicarea în dezvoltarea PND și a POS privind creșterea competitivității economice

În cursul anului 2005, Ministerul Finanțelor Publice, în calitate de coordonator național pentru PND, a asigurat finalizarea proiectului "Strategiei PND 2007-2013", structurat pe șase priorități naționale de dezvoltare, care include prioritatea referitoare la "creșterea competitivității economice și dezvoltarea unei economii bazate pe cunoaștere".

Elaborarea POS privind creșterea competitivității economice (POS-CCE) s-a bazat pe obiectivele priorității strategice corespunzătoare prezentate în cadrul Strategiei PND.

POS-CCE a fost elaborat în cadrul grupurilor de lucru tematice desemnate pe prioritățile din cadrul programului. În lunile mai-iulie 2005, la inițiativa și în coordonarea Autorității de Management (MEC) au avut loc o serie de întâlniri între grupurile de lucru pentru prioritățile sectoriale ce au avut ca scop identificarea și eliminarea suprapunerilor din cadrul programului.

În procesul de definitivare a POS-CCE 2007-2013, în domeniul cercetare-dezvoltare au fost consultați partenerii specifici, atât din sfera unităților cu activitate CD, cât și din sfera utilizatori-beneficiari-finanțatori.

Respectând principiul parteneriatului, în elaborarea POS-CCE, OICS a organizat diferite întâlniri de consultare a partenerilor relevanți domeniului CD, publici și privați, existenți la nivel local, regional și național. Astfel au fost organizate întâlniri cu punctele naționale, regionale și instituționale de contact pentru Programul Cadru de CD al UE.

Alte întâlniri au fost organizate cu parteneri strategici identificați ca grupe de interese/de afaceri, reprezentanți ai comunității științifice, ai administrației

regionale și locale, precum și ai societății civile.

La aceste întâlniri au fost prezentate reglementările referitoare la fondurile structurale. De asemenea a fost prezentat POS-CCE și au fost dezbătute obiectivele și măsurile privind activitatea de cercetare-dezvoltare. Toate propunerile și observațiile rezultate din aceste întâlniri de lucru au fost luate în considerație în elaborarea POS-CCE.

DEZVOLTAREA RESURSELOR UMANE ȘI A SISTEMULUI INSTITUȚIONAL DIN DOMENIUL CERCETARE-DEZVOLTARE

1. Dezvoltarea resurselor umane în domeniul CD

În contextul apropiatei aderări a României la Uniunea Europeană, problema dezvoltării resurselor umane pentru cercetare și a formării masei critice de cercetători în domenii științifice și tehnologice avansate, armonizate cu tendințele existente în plan european, reprezintă o prioritate de importanță majoră.

În scopul atingerii obiectivelor legate de îmbunătățirea condițiilor pentru formarea și perfecționarea resurselor umane din domeniul cercetare-dezvoltare, MEDC-ANCS acționează în următoarele direcții:

- stimularea formării și dezvoltării carierelor științifice și a colectivelor de cercetare de înaltă performanță,
- atragerea și menținerea în activitatea CD a tineretului cu performanțe profesionale deosebite, inclusiv prin îmbunătățirea condițiilor de pregătire și salarizare a personalului de cercetare
- îmbunătățirea accesului la sursele de informare-documentare, realizată în principal prin dezvoltarea infrastructurilor informaționale în cadrul unităților CD;
- formarea de personal de cercetare la nivel european, cu accent pe formarea tinerilor cercetători, prin promovarea colaborărilor internaționale și a mobilității personalului CD;
- perfecționarea practicilor manageriale în domeniul CD, inclusiv prin organizarea de programe de perfecționare, ca și prin definitivarea instrumentelor metodologice de selectare a managerilor.

O atenție deosebită este acordată următoarelor obiective specifice:

- corelarea programelor de cercetare cu cele de pregătire universitară și post-universitară,
- creșterea mobilității cercetătorilor, atât pe plan intern (intra- și inter-sectorial), cât și pe plan extern, în corelare cu asigurarea condițiilor pentru reluarea activității în țară după efectuarea stagiilor în străinătate;
- îmbunătățirea salarizării cercetătorilor, în baza performanțelor realizate în cadrul programelor naționale și internaționale de cercetare;
- creșterea capacității manageriale a personalului de cercetare

Aceste obiective sunt susținute în mod special prin:

- **Programul Cercetare de excelență (CEEX)**, lansat în 2005, prin modulele referitoare la:
 - Dezvoltarea resurselor umane pentru cercetare
 - creșterea vizibilității internaționale a instituțiilor și programelor CD;
- **programul de granturi pentru cercetare științifică**, orientat în special spre proiecte individuale sau ale echipelor cu un număr restrâns de cercetători, care urmăresc:
 - formarea școlilor și a nucleelor performante de cercetare în jurul personalităților științifice de înalt prestigiu;
 - formarea și dezvoltarea carierelor științifice, prin atragerea în activitățile

Situația proiectelor din programul de granturi pentru cercetare științifică în anul 2005

Domenii de cercetare	Număr proiecte 2005
Matematica și științele naturii	94
Științe inginerești	281
Științe socio-umane și economice	112
Științele vieții și ale pământului	62
Științe agricole și medicina veterinară	96
Științe medicale	31
Arte și arhitectură	11
TOTAL	687

Situația fondurilor bugetare alocate pentru programul de granturi pentru cercetare științifică, în perioada 2004-2006, este următoarea: **2004:** 203 mld lei; **2005:** 32.000.000 RON (320 mld lei); **2006:** 45.000.000 RON (450 mld lei).

de cercetare a studenților din anii terminali și formarea tinerilor cercetători;

- **Planul Național CDI.** prin programul CORINT care susține proiectele CD desfășurate în programele CD internaționale sau prin colaborarea științifică și tehnologică în plan bilateral.

2. Sistemul de evaluare unitară a performanțelor unităților de CD

Ordonanța Guvernului nr.57/2002 privind cercetarea științifică și dezvoltarea tehnologică a creat cadrul legislativ pentru implementarea unui mecanism de evaluare a competentelor, infrastructurii și resurselor de cercetare-dezvoltare existente pe plan național.

Prin Legea nr.230/2004 au fost modificate dispozițiile referitoare la modalitatea de evaluare a unităților de cercetare dezvoltare, urmând ca, în conformitate cu art.33 din O.G. nr.57/2002, criteriile și metodologiile de evaluare și atestare a capacității, precum și cele de acreditare a unităților componente ale sistemului național de cercetare-dezvoltare să se elaboreze de autoritatea de stat pentru cercetare-dezvoltare, cu consultarea organismelor abilitate prin lege să realizeze evaluarea, respectiv Colegiul Consultativ pentru Cercetare-Dezvoltare, Academia Română, academiile de ramură și Consiliul Național al Cercetării Științifice din Învățământul Superior.

În anul 2005, pentru a asigura un cadru normativ unitar și stabil care să confere

garanția unei evaluări corecte și echidistante pentru toate unitățile de cercetare-dezvoltare ANCS a înființat o Comisie de experți, reprezentanți ai domeniilor implicate în activitatea de cercetare-dezvoltare, care urmează să definitiveze criteriile și metodologia de evaluare unitară și acreditare, pentru toate categoriile de unități ce desfășoară activități de CD.

3. Susținerea dezvoltării infrastructurii în unitățile CD

Politica promovată de MEdC-ANCS pentru dezvoltarea infrastructurii în institutele de cercetare-dezvoltare urmărește ca principale obiective:

- îmbunătățirea dotării laboratoarelor de cercetare din institutele naționale CD cu aparatură performantă și mijloace de informatizare;
- asigurarea unui mediu de lucru corespunzător activităților de cercetare în cadrul institutelor naționale CD, prin reabilitarea și modernizarea clădirilor și a instalațiilor și amenajarea corespunzătoare a spațiilor de lucru. O primă etapă de reabilitare termică a clădirilor în care funcționează institute naționale CD se încheie în luna decembrie 2005;
- susținerea funcționării și exploatarea instalațiilor CDI de importanță națională;
- realizarea unor obiective de importanță deosebită.

Prin politica promovată în domeniul investițiilor, MEdC-ANCS urmărește

asigurarea, prin procedurile de analiză și evaluare a solicitărilor de investiții, corelarea alocării fondurilor cu:

- obiectivele politicilor CDI în domeniile de specialitate specifice institutelor naționale din coordonare
- nivelele de performanță ale activităților CDI desfășurate de institutele respective

Sumele prevăzute pentru investiții în anul 2005 au fost alocate astfel:

- pentru îmbunătățirea infrastructurii în institutele naționale CD: 5300 RON (53 mld lei)
- pentru instalațiile CDI de importanță națională: 16.000.000 RON (160 mld lei)

O inițiativă de importanță deosebită pentru susținerea și integrarea europeană a activităților CDI din țara noastră o reprezintă lansarea proiectului de investiții pentru realizarea **rețelei naționale de mare viteză pentru învățământ și cercetare și conectarea acesteia la rețeaua europeană specifică**. Proiectul prevede adaptarea actualei rețele RoEduNet la structura de tip grid.

Acest proiect de mare anvergură urmează să beneficieze de fonduri importante în bugetul anului 2006.

4. Acordarea de înlesniri la plata datoriilor bugetare restante ale instituțiilor cu profil CD

Procesul de scutire a datoriilor la bugetul de stat și bugetele locale, acumulate de unitățile CD a fost reglementat prin adoptarea de către Parlament a Legii nr. 230/ 2004 care prevede scutirea de datorii bugetare a unităților respective.

În anul 2005 MEdC-ANCS a acționat în continuare pentru:

- definitivarea, în colaborare cu Ministerul Finanțelor Publice și în consultare cu Consiliul Concurenței, a schemei de ajutor de stat cu acest specific;
- constituirea unei bănci de date cu privire la volumul datoriilor bugetare acumulate de unitățile de CD;

- stabilirea, în colaborare cu Ministerul Finanțelor Publice, a plafoanelor pentru care se acordă scutirile de datorii;
- acordarea de consultanță și asistență unităților CD, în alcătuirea documentației necesare pentru a solicita scutirea de datoriile acumulate la bugetul de stat.

Pentru definitivarea procesului de scutire de datorii a fost nevoie să se obțină includerea în *Legea nr. 244 din 15 iulie 2005 pentru aprobarea Ordonanței de urgență a Guvernului nr. 26/2005 privind abrogarea dispozițiilor legale referitoare la acordarea înlesnirilor la plata obligațiilor bugetare restante* a prevederii de scutire a unităților de cercetare-dezvoltare anulată de ordonanță.

- Până la această dată au fost scutite de datorii un număr de patru unități de cercetare care aveau datorii sub pragul minim de 400.000 lei (4 miliarde lei vechi).
- S-au notificat individual unitățile de cercetare care îndeplinesc condițiile de firme aflate în dificultate
- S-a notificat schema de ajutor de stat regional pentru unitățile de cercetare care îndeplinesc condițiile din Regulamentul pentru ajutor regional al Consiliului Concurenței

Schema de ajutor regional se află în faza de pronunțare a deciziei de autorizare a ajutorului de stat.

5. Adaptarea procesului de privatizare a societăților comerciale cu profil de cercetare-dezvoltare-proiectare la specificul acestor activități

Cadrul normativ-metodologic specific pentru privatizarea societăților comerciale cu profil de cercetare-dezvoltare-proiectare este reprezentat de HG 2193/2004 privind **Normele specifice privind privatizarea societăților comerciale cu profil de cercetare-dezvoltare-proiectare**, cu capital majoritar de stat, elaborate de MEdC în colaborare cu MFP și AVAS, în temeiul

prevederilor Legii 324/2003 de aprobare a OG 57/2002 privind cercetarea științifică și dezvoltarea tehnologică.

Conform acestor Norme, privatizarea societăților comerciale cu profil de cercetare-dezvoltare, cu capital majoritar de stat, se va face prin aplicarea cadrului legislativ general existent referitor la privatizarea societăților comerciale precum și prin aplicarea acelor măsuri specifice prevăzute în Normele menționate mai sus.

MEdC - ANCS, în calitate de autoritate de stat pentru domeniul cercetare-dezvoltare,

a continuat în 2005 procesul de consultare cu AVAS precum și cu ministerele care au în portofoliul lor societăți comerciale cu profil CD, în vederea reorganizării sau a privatizării acestora.

Portofoliul AVAS cuprinde în prezent 62 de societăți comerciale cu profil CD (cca. 10% din totalul unităților CD). Conform programării AVAS. 29 dintre acestea (care reprezintă 30% din cele 110 instituții rămase de privatizat), urmează să fie privatizate până la sfârșitul anului 2005.

DEFINIȚII PRIVIND CERCETAREA, DEZVOLTAREA ȘI INOVAREA (partea I)

Aurel PISOSCHI, Emilian M. DOBRESCU

Rezumat: Ca viitoare membră a U.E., România trebuie să se alinieze conceptelor de bază ale acesteia în domeniile C-D și I, concepte existente în manualele Frascati, Oslo și Canberra și preluate de Eurostat. Lucrarea analizează definițiile specifice domeniului cercetării științifice, dezvoltării tehnologice și inovării conform manualelor O.C.D.E. subliniindu-se diferențele care apar între activități. Se prezintă definițiile O.C.D.E. referitoare la evaluare cât și definițiile Eurostat realizând o prezentare a definițiilor românești și o comparație a acestora cu cele ale O.C.D.E. și Eurostat. Se fac propuneri de redefinire a unor termeni.

1. Considerații generale asupra definițiilor privind domeniile cercetării științifice, dezvoltării tehnologice și inovării precum și a resursei umane a acestora

Conform definiției dată în enciclopedie [1] *cercetarea* este un proces activ și sistematic pentru a descoperi, interpreta sau revizui fapte, evenimente, comportamente sau teorii, sau să facă aplicațiile practice cu ajutorul unor astfel de fapte, legi sau teorii.

În iunie 1963, Organizația de Cooperare și de Dezvoltare Economică a organizat o reuniune a unor experți naționali din domeniul statisticii cercetării-dezvoltării (C-D) în vila Falconieri din localitatea Frascati, Italia. Rezultatul acestei reuniuni a fost realizarea primei lucrări intitulată "Metodă tip propusă pentru anchete asupra cercetării și dezvoltării", lucrare cunoscută și sub numele de *Manualul Frascati* [2], disponibil și sub formă electronică pe site-ul web al O.C.D.E. Manualul Frascati, ca rezultat al eforturilor experților din domeniu, este azi o referință importantă pentru foarte multe țări, chiar nemembre ale organizației (menționăm inclusiv participarea Comisiei Comunității Europene la lucrările O.C.D.E., conform art.13 al Convenției O.C.D.E). În afara acestui manual, au mai fost realizate alte două, denumite după orașele în care s-au

întrunit grupurile de experți: *Manualul Oslo* (care are ca obiect de analiză inovarea) [3] și *Manualul Canberra* (cu obiect de studiu resursele umane ale sistemului C-D) [4]. Aceste manuale prezintă definițiile unanim acceptate în țările O.C.D.E., în țările U.E. cât și în alte țări și preluate, ca atare, de Eurostat, organism specializat al U.E.

Spre exemplu, Manualul Canberra ține cont atât de experiența, cât și de polii de interese ale organizațiilor internaționale, ca U.N.E.S.C.O., Biroul Internațional al Muncii, Comisia Europeană (DGXII și Eurostat) sau ale unor direcții și organisme ale O.C.D.E., cum ar fi Direcția pentru știință, tehnologie și industrie, Direcția pentru educație, muncă și afaceri sociale etc.

Amintim aceste lucruri pentru a arăta că la nivel mondial a existat și există preocuparea constantă de a defini noțiunile specifice cercetării (pentru a avea un sistem unitar de referință) și că, aceste definiții ar trebui preluate ca atare, ele reprezentând de fapt experiența cecilor mai avansate țări din lume (începând cu anul 1963 în cazul manualului Frascati).

Manualul Frascati, ediția 2002, definește astfel cercetarea și dezvoltarea experimentală, în capitolul 2 intitulat "Definiții și convenții de bază": *Cercetarea și dezvoltarea experimentală (C-D) înglobează lucrările de creație făcute în mod sistematic*

în vederea îmbogățirii ansamblului de cunoștințe, inclusiv cunoașterea omului, a culturii și a societății, precum și utilizarea acestor cunoștințe pentru noi aplicații. Termenul C-D acoperă trei activități: **cercetarea fundamentală, cercetarea aplicativă și dezvoltarea experimentală.**

Cercetarea fundamentală constă în lucrări experimentale și teoretice realizate în principal în vederea dobândirii de noi cunoștințe asupra bazelor fenomenelor și faptelor observabile fără a prevedea o aplicație sau o utilizare specială. Cercetarea fundamentală analizează proprietăți, structuri și relații pe baza cărora se formulează și se pun la încercare ipoteze, teorii sau legi.

Rezultatele cercetării fundamentale nu sunt, în general, negociate și se comunică în mod obișnuit prin intermediul sesiunilor științifice, în publicații, reviste științifice sau sunt schimbate direct între organisme sau persoane interesate. În unele circumstanțe, difuzarea rezultatelor cercetării fundamentale poate să fie restrânsă, din rațiuni de securitate.

Cercetarea fundamentală (denumită de unii oameni de știință și cercetare de bază) analizează proprietăți, structuri și relații în vederea formulării și supunerii la încercări a diferitelor ipoteze, teorii sau legi. Mențiunea din definiție "fără a prevedea o aplicație sau o utilizare specială" este esențială deoarece executantul nu cunoaște în mod necesar aplicațiile efective în momentul când realizează cercetarea. Cercetarea fundamentală poate fi dirijată către diferite domenii de interes general, cu un obiectiv explicit - realizarea unei palete largi de aplicații, și poartă numele, în acest caz, de cercetare fundamentală orientată. Pentru a putea distinge cercetarea fundamentală pură, de cea fundamentală orientată, manualul Frascati precizează:

- cercetarea fundamentală pură este executată în vederea obținerii de progrese în cunoaștere, fără intenția de a realiza avantaje economice sau sociale pe termen lung, fără eforturi pentru aplicarea rezultatelor acestei cercetări și nici pentru

a le transfera către sectoare însărcinate cu punerea în aplicare;

- cercetarea fundamentală orientată se face în speranța că ea va ajunge la o bază largă de cunoaștere care va permite rezolvarea problemelor sau concretizarea oportunităților de azi sau din viitor.

Datorită "orientării" unei categorii a cercetării fundamentale, o parte importantă a oamenilor de știință consideră că nu există o demarcație netă între cercetarea fundamentală și cea aplicată, cea de a doua având izvorul în prima [5,6].

Cercetarea aplicată este îndreptată spre un obiectiv sau scop practic determinat și cuprinde lucrări originale realizate pentru a obține cunoștințe noi. Rezultatele unei cercetări aplicate conduc, în primul rând la un produs unic sau un număr limitat de produse, de operații, metode sau sisteme. Acest tip de cercetare permite transpunerea în formă operațională a ideilor. Cunoștințele sau informațiile rezultate din cercetarea aplicată sunt adesea brevetate, dar pot, în același timp, să fie considerate secrete.

Cercetarea aplicată este deci întreprinsă fie pentru a determina utilizările posibile ale rezultatelor cercetărilor fundamentale, fie pentru stabilirea metodelor sau mijloacelor noi, permițând atingerea obiectivelor determinate. Rezultatele cercetărilor aplicate se referă în primul rând la un produs unic sau la un număr limitat de produse, de operații, de metode sau de sisteme. Rezultatele acestor cercetări, cunoștințele, informațiile obținute sunt adesea brevetate, dar pot, de asemenea, să fie păstrate secrete.

Dezvoltarea experimentală constă în lucrări sistematice bazate pe cunoștințe existente obținute prin cercetare și/sau experiență practică, cu scopul de a lansa fabricarea de noi materiale, produse sau dispozitive, de a stabili noi procedee, sisteme și servicii sau de a le ameliora considerabil pe cele deja existente.

Cercetarea-dezvoltarea cuprinde în același timp C-D formală a unităților de C-D și C-D informală sau ocazională a altor unități.

Manualul Frascati, definește și un număr important de activități conexe care, deși sunt bazate pe știință și tehnologie, trebuie dissociate de sistemul C-D:

- activități de învățământ și formare, cu excepția cercetărilor doctoranzilor care trebuie luate în considerare ca activități C-D;
- alte activități științifice și tehnologice conexe, cum ar fi colectarea de date de interes general, indexarea, înregistrarea, clasificarea, difuzarea, traducerea, analiza, evaluarea, realizate de servicii bibliografice, de brevete, de difuzare a informației științifice, de conferințe științifice. Există și în acest caz excepția dată de acele activități care sunt realizate exclusiv pentru susținerea C-D (spre exemplu, pregătirea raportului original asupra rezultatelor cercetării va fi inclus în activitatea de C-D). În mod similar, nu sunt activități de C-D analizele practicate obișnuit pentru materiale, compuși, produse, sol, atmosferă etc., studiile de fezabilitate, cu excepția celor bazate pe cercetare, lucrările de practică curentă și de aplicare obișnuită a cunoștințelor medicale specializate, studiile de natură politică cum ar fi studiile de analiză și evaluare a programelor, a activității ministerelor sau altor instituții etc., cât și activitățile curente legate de calculatoare;
- alte activități industriale, împărțite în două grupe: lucrări de inovare și producția cu activitățile conexe ei (cum ar fi studiul de piață);

- administrarea și alte activități de susținere, care cuprind activitățile conduse de ministere, organizații de cercetare, fundații etc., de gestionare și distribuire a fondurilor către executanți, dar și activitățile de susținere indirectă cum ar fi transportul, intermedierea, curățenia, reparațiile, întreținerea, paza etc.

Deși conform manualului Frascati, **activitatea de învățământ nu face parte din cercetare-dezvoltare**, este greu de stabilit granița dintre cercetare-dezvoltare și învățământ/formare din învățământul superior, plecând de la ideea că cele două activități sunt strâns legate: o bună parte dintre profesori exercită ambele activități și baza materială (clădiri, instrumente, echipamente) este folosită pentru ambele activități. Această dificultate apare într-un număr de cazuri cum ar fi cel al doctoranzilor, al supervizării lucrărilor și proiectelor de licență/master de către personalul universitar, al îngrijirilor medicale specializate în spitale (clinici) universitare, unde participă și studenți. **Condiția principală ca aceste tipuri de activitate să fie considerate activități de cercetare-dezvoltare este ca ele să fie direct legate de un proiect care să aibă caracter de noutate.**

Manualul Frascati pune la îndemâna cercetătorilor, evaluatorilor și statisticienilor criteriile complementare după care se pot **distinge activitățile de C-D** (realizate printr-un proiect) **de activitățile științifice, tehnologice și industriale conexe** (tabelul I).

Tabel I - Criterii complementare pentru a separa activitățile de C-D de alte activități științifice, tehnologice și industriale

Număr curent	Tipul de criteriu
1.	Care sunt obiectivele proiectului? În proiect există un element nou sau inovator? Se referă la fenomene, structuri sau relații necunoscute până în prezent?
2.	Constă în aplicarea într-o manieră nouă de cunoștințe și tehnici deja dobândite? Există o mare probabilitate ca proiectul să deschidă o nouă înțelegere (mai largă sau aprofundată) a fenomenelor, relațiilor, sau principiilor de tratare susceptibile de a interesa mai mult decât o organizație? Sunt rezultatele brevetabile?
3.	Care este tipul de personal afectat acestui proiect?
4.	Care sunt metodele utilizate?
5.	Sub titlul cărui program este finanțat proiectul?

6.	În ce măsură concluziile și rezultatele acestui proiect vor avea un caracter general?
7.	Ar fi mai normală clasificarea proiectului în altă categorie de activități științifice, tehnologice sau industriale?

Se observă cu ușurință clasificarea pe mai multe tipuri a criteriilor. Astfel, criteriul al doilea este referitor, în exclusivitate, la caracterul original, de noutate, al proiectului.

Aplicarea acestor criterii, de exemplu în domeniul medicinei, poate fi ilustrată cu următoarele exemple:

- o autopsie de rutină, care servește la stabilirea cauzei unui deces, relevă o practică curentă și nu este considerată cercetare-dezvoltare; autopsia efectuată în vederea studierii cauzei (cauzelor) mortalității, în particular cu scopul de a constata efectele secundare ale unui tratament contra cancerului este considerată însă cercetare;
- controalele obișnuite cum ar fi recoltarea de sânge sau examenele bacteriologice prescrise de un medic nu sunt activități de cercetare-dezvoltare, dar un program special de recoltare întreprins cu ocazia introducerii unui nou produs farmaceutic este considerat ca făcând parte din cercetare-dezvoltare.

Demarcația dintre cercetare-dezvoltare și activitățile industriale este ceva mai ușor de stabilit deși în numeroasele sectoare ale activităților industriale este uneori dificil de a determina acea parte de noutate dintr-un produs sau dintr-o tehnologie ce poate fi luată în considerare.

Demarcarea dintre cercetare-dezvoltare de alte activități industriale este supusă și ea unor criterii după care se exclud din C-D acele activități care, deși fac parte din procesul de inovare, nu fac apel la C-D. Aceste situații sunt ilustrate de activități de tipul: depunerea de brevete, concesiunea de licențe, studii de piață, pregătirea lansării în fabricație.

Baza practică de determinare a liniei de demarcație a fost stabilită de Fundația Națională pentru Știință (N.S.F.) din S.U.A. care a introdus următoarea regulă: "*Dacă obiectivul principal al lucrărilor este de a*

aduce noi îmbunătățiri tehnice produsului sau procedului, lucrările se încadrează în definiția C-D. Dacă, din contră, produsul, procedeul sau abordarea sunt în mare parte "fixate" și obiectivul principal este de a găsi soluții, de a stabili planuri de preproducție sau de a se asigura că sistemul de producție sau control funcționează bine nu este vorba de C-D".

În cazul demarcației de alte activități industriale, conform regulii introdusă de N.S.F., trebuie să amintim câteva cazuri particulare. Un prim caz este cel al prototipului.

Prototipul este definit ca un model original care are toate calitățile tehnice și toate caracteristicile de funcționare ale noului produs. Deoarece, de regulă, până la rezultatul final se execută mai multe tipuri, până când se obține produsul corespunzător, concepția, construcția și încercările prototipurilor se încadrează în activități de C-D.

În cazul *instalațiilor pilot* construcția și utilizarea fac parte din activitățile de C-D atât timp cât obiectivul principal este dobândirea de experiență și strângerea de date tehnice sau de altă natură pentru verificarea ipotezelor, elaborarea unor noi formule de produs, stabilirea unor noi specificații de produs, conceperea de echipamente și structuri speciale necesare unui procedeu nou, redactarea modului de lucru sau a manualelor de exploatare. În același mod, se pune problema în cadrul *instalațiilor pilot costisitoare sau a proiectelor la scară mare*. Construcția lor nu este considerată în totalitate ca activitate C-D. Ca exemple, se pot da construirea de centrale nucleare sau spărgătoare de gheață. *Producția cu titlul de încercare, detecția defecțiunilor, utilajul și ingineria industrială* sunt activități industriale care pot, în anumite condiții, să conțină activități de C-D.

Studiile clinice sunt necesare înainte de a introduce pe piață medicamente, vaccinuri

sau tratamente noi și reprezintă supunerea acestor produse unor încercări sistematice pe subiecți umani voluntari pentru a se asigura de siguranța și eficacitatea produselor. Studiile clinice cuprind patru faze, din care numai ultima, care se desfășoară după autorizarea producției, nu face parte din C-D. Dacă și în această fază, prin continuarea studiilor se obțin progrese științifice sau tehnologice, se poate considera și faza a patra ca făcând parte din C-D.

Administrarea și alte activități de susținere precum cele ale ministerelor, altor instituții de administrare (conducere) a cercetării ca și activitățile de susținere indirectă nu fac parte din activitățile de C-D. Dacă unele activități, cum ar fi acelea de bibliotecă sau servicii de informatică, sunt exclusiv destinate sistemului de C-D, atunci ele sunt considerate ca parte a C-D.

În concluzie, problemele ridicate de cele trei categorii (cercetare fundamentală, aplicată și dezvoltare tehnologică) se referă nu atât la definirea lor, ci la determinarea granițelor care le separă, atât între ele, cât și de alte activități. Cea mai grea delimitare este aceea dintre tipurile de cercetare deoarece au până la un punct același obiect, aceleași scopuri și se realizează cu același personal. Manualul Frascati prezintă următorul exemplu pentru a delimita tipurile de activități: determinarea lanțului aminoacizilor dintr-o moleculă de anticorpi este o cercetare fundamentală. Lucrările întreprinse pentru a diferenția anticorpii corespunzători diferitelor afecțiuni devine cercetare aplicată. Descoperirea unei metode de obținere prin sinteză a anticorpilor corespunzători unei afecțiuni, pe baza a ceea ce se știe despre structura sa, cât și studiile clinice de verificare a acestor anticorpi de sinteză asupra voluntarilor este dezvoltarea experimentală.

Inovarea este un concept și un mod de acțiune specific, care a fost analizat și definit în Manualul Oslo [3]. Manualul distinge *inovarea Tehnologică de Produs* și *inovarea de Proces*, prescurtate împreună, inovare TPP.

Prin inovare tehnologică de produs se înțelege punerea la punct/comercializarea unui produs mai performant cu scopul de a furniza consumatorului servicii în mod obiectiv noi sau ameliorate.

Prin inovare tehnologică de procedeu se înțelege punerea la punct/adoptarea de metode de producție sau de distribuție noi, sau în bună măsură ameliorate. Ea poate face să intervină schimbări care afectează separat sau simultan materialele, resursele umane sau metodele de lucru.

Rezultatul trebuie să fie semnificativ în ceea ce privește nivelul de producție, calitatea produselor sau costurile de producție și de distribuție. Sunt excluse schimbările pur estetice, fenomenele de modă, schimbările organizaționale etc.

Inovarea științifică și tehnologică poate fi considerată ca transformarea unei idei:

- într-un produs nou sau îmbunătățit, introdus pe piață;
- într-un procedeu operațional nou sau îmbunătățit utilizat în industrie sau în comerț;
- într-un nou demers în privința unui serviciu social.

Țările dezvoltate, U.E., pun un mare accent pe procesul de inovare și pe crearea de întreprinderi inovante [7-9] considerându-se pe bună dreptate că inovarea este un proces complex, care continuă pe cel de cercetare, făcând practic legătura sistemului de C-D cu piața, permițând astfel transformarea progreselor cercetării în beneficii pentru societate. România are și ea, alături de alte țări candidate (între timp unele admise în U.E.), o "foaie de parcurs", rezultatele până în martie 2002 fiind prezentate într-un raport al Comisiei Europene [10], iar după acest an existând alte rapoarte [11-13] și referințe despre România [14-18].

După prima sa aplicație mondială, inovarea TPP se răspândește - prin intermediul mecanismelor pieței sau în alt mod - în alte țări și regiuni precum și în diferite industrii, piețe și firme. Această răspândire este denumită **difuzie**. Se menționează că fără difuzie inovarea TPP nu va avea impact economic.

UNESCO definește activitățile științifice și tehnice (care, de fapt, includ activitățile de cercetare-dezvoltare), astfel: *activități sistematice strâns legate de producție, promovare, difuzie și aplicare a cunoștințelor științifice și tehnice în toate domeniile științei și tehnologiei. Ele includ activitățile precum cercetarea științifică și dezvoltarea experimentală, învățământul și formarea științifică și tehnică și serviciile tehnice și științifice.*

Organizația Națiunilor Unite, prin Departamentul pentru afaceri economice și sociale, emite următoarea definiție pentru cercetare-dezvoltare: *orice activitate sistematică creativă, întreprinsă cu scopul de a îmbogăți cunoașterea, inclusiv cunoașterea omului, culturii și societății și utilizarea acestor cunoștințe pentru a construi noi aplicații. Include cercetare fundamentală, cercetare aplicativă în domenii cum ar fi agricultura, medicina, industria chimică și dezvoltarea experimentală conducând la noi produse.*

Resursele umane înalt calificate constituie factorul esențial al creației și al difuziei cunoștințelor științifice și tehnologice. Resursele umane constituie atât legătura dintre progresul tehnologic și creșterea economică, cât și între dezvoltarea societății și protecția mediului [4]. Începând cu anii '60, numărul de cercetători, de ingineri din sistem, devine un indicator extrem de important în evaluarea eforturilor făcute de diferitele țări în domeniul științific și tehnologic. Astăzi, alături de acest parametru se iau în considerare și alte fenomene ca "exodul elitelor" sau "îmbătrânirea personalului".

Un raport din anul 1992 al O.C.D.E. intitulat "Tehnologia și economia: relații determinante" sublinia că o ofertă adecvată de resurse umane, care au primit o instruire și o formare adecvate, reprezintă un parametru esențial pentru inovare.

"Stocul" de Resurse umane din Știință și Tehnologie (R.U.Ș.T.) cât și "intrările" sunt considerate ca o resursă esențială care condiționează evoluția economică, cea tehnologică și în final bunăstarea

colectivității. Mărimea, compoziția și utilizarea rezervelor de R.U.Ș.T. permit evaluarea potențialului național. Manualul Canberra arată principalii factori de care depind resursele umane din știință și tehnologie:

- tendințele demografice generale pot servi la proiectarea ofertei viitoare de studenți;
- legătura dintre învățământul superior și piața muncii (în special către știință și tehnologie) se face prin măsurarea fluxului de absolvenți absorbiți de către piață și este un indicator ce trebuie luat în seamă și analizat;
- atitudinea studenților (absolvenților) față de sistemul de cercetare-dezvoltare, atitudine determinată de nivelul salariilor, dotarea laboratoarelor, modul defectuos și discreționar de a conduce unele unități etc.;
- caracteristicile "stocului" de resurse umane (vârstă, distribuție pe domenii de specializare, pe competențe etc.) dau măsura sistemului. Țările dezvoltate din Europa sunt puternic preocupate de îmbătrânirea cadrelor, cât și de exodul de competențe către continentul american (S.U.A și Canada) și caută să ia măsuri în consecință;
- restructurarea economică influențează puternic resursele umane, în mod direct sau indirect, prin dispariția cererii de cercetare-dezvoltare. Tot aici trebuie luate în seamă dezechilibrele ce pot apare pe piața muncii, determinate de lipsă de cadre sau de șomaj.

Șomajul, ca o neutilizare a resurselor, mai ales printre tinerii absolvenți, va avea consecințe grave pe termen mediu și lung, generând de cele mai multe ori și lipsa anumitor competențe în anumite domenii.

Cuvântul **educație** este definit de UNESCO drept *comunicarea organizată și susținută, vizând să determine învățarea.* Învățământul de gradul al treilea se referă la studiile postliceale universitare care se încheie cu o diplomă (licență sau echivalent) cât și cele superioare acestora. El începe de regulă la 17-18 ani și durează cel puțin 3 ani

obținându-se cel puțin un prim grad universitar.

Conform manualului Canberra, R.U.Ș.T. se compune din:

- a) persoane care au făcut studii complete de gradul trei într-un domeniu de studiu al științei și tehnologiei;
- b) persoane care fără a avea calificare formală (diplomă) exercită profesii științifice și tehnice pentru care, în mod obișnuit, trebuie să aibă calificare.

Dacă prima categorie este ușor de înțeles, cea de a doua categorie trebuie exemplificată cu următoarele: director de vânzări care nu are studii universitare dar care are o experiență suficientă obținută în timpul serviciului; programator, care nu are studii universitare etc.

Nu fac parte din R.U.Ș.T. persoanele care, deși exercită activități legate de C-D, aceste activități nu sunt relevante pentru C-D: secretar(ă), bibliotecar, operator în servicii de date, etc., chiar dacă au studii superioare. R.U.Ș.T. sunt împărțite de manualul Canberra în resurse umane în știință și tehnologie de nivel universitar și de nivel tehnician. Linia de demarcație între cele două categorii este dată de nivelul de educație și deci, de competențe.

Personalul din sistemul de C-D face parte, conform standardelor internaționale elaborate de U.E. (ISCO-88-COM) și de ONU (ISCO-88), din grupa majoră a 2-a – **specialiști cu ocupații intelectuale și științifice**: *Această mare grupă cuprinde profesiunile ale căror sarcini principale necesită, pentru ducerea lor la îndeplinire, cunoștințe de înalt nivel în domeniul științelor fizice, ale vieții, sau științelor sociale și umane. Aceste sarcini constau în a îmbogăți cunoștințele dobândite, în a pune în practică concepte și teorii pentru rezolvarea problemelor sau, prin procesul de învățământ, în a asigura propagarea sistematică a acestor cunoștințe.*

Conform Clasificării ocupațiilor din România [19], Grupa majoră 2 cuprinde specialiștii cu ocupații intelectuale și științifice care îndeplinesc sarcini profesionale care necesită cunoștințe de înalt

nivel în științe fizice, biologice, sociale și umane; întreprind analize și cercetări, elaborează concepte, teorii și metode; aplică în practică cunoștințele dobândite sau avizează lucrări realizate în domeniul respectiv; predau în învățământ de diverse grade, teoria și practica uneia sau mai multor discipline; instruiesc și educă persoane handicapate; oferă consultații în domeniul comercial, juridic și social; creează și interpretează opere de artă; susțin comunicări științifice și întocmesc rapoarte. Grupa majoră 2 trece în revistă toți specialiștii care se încadrează în criteriile enumerate pe tipuri de specialități, menționând și cercetătorii, asistenții de cercetare, inginerii de cercetare, pe domenii de activitate.

UNESCO definește astfel personalul științific și tehnic: *ansamblu de persoane care participă direct la activitățile de Știință-Tehnologie în cadrul unei instituții sau unei unități și care primește o remunerație în contrapartidă. Acest personal cuprinde oamenii de știință, inginerii, tehnicienii și personalul auxiliar.*

Resursa umană poate fi diferențiată în două categorii:

- în sens larg, este totalitatea celor care îndeplinesc condițiile de studii și competențe, reprezentând bazinul din care se recrutează personalul din știință și tehnologie;
- în sens restrâns, este totalitatea celor care lucrează în sistem și care îndeplinesc condițiile de studii specifice postului și condițiile de competență.

Este evident că prima categorie include pe cea de a doua.

Definiția cercetătorilor este: profesioniști angajați în conceperea sau crearea unei noi cunoașteri, a unor produse, procese, metode și sisteme și în managementul proiectelor acestora [20]. Definiția menționată acoperă activități profesionale din domeniile cercetare fundamentală (de bază), cercetare aplicativă, cercetare strategică, dezvoltare experimentală și transfer de cunoștințe, incluzând capacitățile de inovare și de expertizare. Conform terminologiei EUROSTAT,

cercetătorul este *specialistul care lucrează la concepția sau la crearea de cunoștințe, de produse, procedee, metode și sisteme noi, precum și la gestiunea proiectelor respective. Din această categorie fac parte și cadrele de conducere și administratorii, care desfășoară activități de planificare și de gestionare a aspectelor științifice și tehnice a lucrărilor cercetătorilor, precum și studenții cu diplomă (absolvenți ai ciclului I), având activități de cercetare-dezvoltare (aceștia vor fi raportați separat). Prin convenție, orice membru al forțelor armate, care execută activități de cercetare-dezvoltare și posedă calificări asemănătoare, trebuie să fie inclus în această categorie.*

Recomandarea Comisiei 2005/251/CE [21], intitulată „Cu privire la cartea europeană a cercetătorului și un cod de conduită pentru recrutarea cercetătorilor” recurge la definiția internațională recunoscută, conform manualului Frascati. În consecință, cercetătorii sunt descriși ca mai sus [20]. Mai specific, recomandarea privește toate persoanele profesional ocupate în C-D în oricare stadiu al carierei lor, independent de clasificarea lor. Această definiție cuprinde orice activitate în domeniile “cercetării fundamentale”, a “cercetării strategice”, a “cercetării aplicate”, a “dezvoltării experimentale” și a “transferului de cunoștințe”, inclusiv inovarea și activitățile de consiliere, de supervizare și de învățământ, administrarea cunoașterii și a drepturilor de proprietate intelectuală, exploatarea rezultatelor cercetării sau jurnalismul științific.

O distincție s-a stabilit între cercetător începător și cercetător experimentat:

- termenul de “cercetător începător” face referință la cercetătorii în cursul primilor 4 ani (echivalent în program integral) ai activității lor de cercetare, inclusiv perioada de formare ca cercetător;
- termenul de “cercetător experimentat” a fost definit ca fiind cercetătorul care are minimum 4 ani de experiență în cercetare (echivalent în program integral) după obținerea unei diplome universitare care îi da accesul la studii doctorale în țara în

care diploma universitară a fost obținută sau cercetători având deja titlul de doctor, indiferent de timpul consacrat obținerii diplomei de doctorat.

J.D. Bernal, în cartea sa, “Știința în istoria societății” (Editura Politică, București, 1964) arată că în limba engleză, în anul 1840, s-a introdus termenul de *scientist* de către Whewell. Acesta, în lucrarea sa Filozofia științelor inductive spune: “Avem mare nevoie de un nume pentru a înfățișa pe cel care se îndeletnicește cu știința în general. Eu aș fi de părere să-i zicem **scientist (om de știință)**”. Astăzi, în lume, termenul de **scientist** este larg răspândit și definește persoana care are o profesiune de sine stătătoare ce presupune, alături de alte calități, o îndelungată pregătire.

Semnalăm și o definiție belgiană a **proiectului**, înțeles ca *ansamblu de documente emise de către un inițiator care descrie în termeni de produs, de procedeu sau de serviciu, atât obiectivele de urmat și mijloacele umane, cât și materialele necesare la realizarea acestora* [22].

Alături de această definiție, în actul normativ citat mai semnalăm definiția **cercetării industriale de bază** ca fiind *activitatea teoretică sau experimentală originală al cărei obiectiv este achiziția de cunoștințe noi sau mai buna cunoaștere a legilor științei și tehnologiei în aplicarea lor eventuală într-un sector industrial sau în activitățile unei întreprinderi date.*

6. Bibliografie

1. The FreeDictionary com by Farlex-Encyclopedia, <http://encyclopedia.thefreedictionary.com/science>
2. O.C.D.E., La mesure des activités scientifiques et technologiques-Méthode type pour les enquêtes sur la recherche et le développement expérimental, Manuel de Frascati, Ed. a 5-a 1993 și Ed. a 6-a, 2002
3. O.C.D.E., La mesure des activités scientifiques et technologiques-Principes directeurs proposés pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique, Manuel d'Oslo, Ed. a 2-a, 1997
4. O.C.D.E., La mesure des activités scientifiques et technologiques- Manuel sur la mesure des ressources humaines consacrées a la science et la technologie, Manuel de Canberra, Paris, 1995

5. C. Goux, La recherche scientifique dans la Belgique fédérale: examen de la répartition des compétences, Faculté de Droit de Namur, Centre de Droit Régional, Namur, Ed. La charte, 1995
6. J. Calvert și B.R. Martin, Changing conceptions of basic research, Workshop on policy relevance and measurement of basic research, Oslo, 29-30 october, 2001
7. Communication de la Commission au Conseil et au Parlement européen, L'innovation dans une économie fondée sur la connaissance, COM/2000/0567 final /
8. M. Dodgson, D.M. Gann și A.J. Salter, The intensification of innovation, International Journal of Innovation Management, Vol.6, No.1, March 2002, p.53
9. J.L. Perry, K.L. Kraemer, D. Dunkle și J. King, Motivations to innovate in public organisations, National Public Management Research Conference, Syracuse, New York, September 20, 1991
10. European Commission, Directorate General Enterprise "Innovation and SME's Programme", European Trend Chart of Innovation, Theme-Specific Country Report: Romania, covering period to march 2002
11. European Commission, Enterprise Directorate-General, A publication from the Innovation/SMEs Programme European Trend Chart on Innovation, Annual Innovation Policy Trends and Appraisal Report ROMANIA, 2004-2005
12. European Commission, European Innovation Scoreboard 2004, <http://trendchart.cordis.lu/scoreboards/scoreboard2004/index.cfm>
13. European Commission, Innovation Trend Chart Romania-Covering Period September 2003-August 2004, http://trendchart.cordis.lu/reports/documents/CR_Romania_September2004.pdf
14. Government of Romania, Addendum (July - August 2004) to the 2004 Report on the progress in preparing the accession to the European Union, http://www.mie.ro/Dialog_structurat/English/documente/Addendum2004.pdf
15. Ministerul Educației și Cercetării, Strategia Națională pentru Cercetare, Dezvoltare și Inovare, 2002, <http://www.mct.ro/web/2/default.htm>
16. Ministerul Educației și Cercetării, 2003, Cercetarea, Dezvoltarea și Inovarea între 2001-2002, <http://www.mct.ro/web/2/default.htm>
17. Ministerul Educației și Cercetării, Analiza Planului Național de C-D și I în 2003, <http://www.mct.ro/web/2/default.htm>
18. Institutul Național de Statistică, Anuarul Statistic, 2002, 2003, 2004
19. Ministerul Muncii și Protecției Sociale, Comisia Națională pentru Statistică, Clasificarea Ocupațiilor din România, Editura Lumina Lex, Ed. a II-a, București, 2003
20. Comunicarea Comisiei către Consiliu și Parlamentul European: "Cercetătorii în Aria Cercetării Europene: o profesiune, multiple cariere", COM(2003)436 final
21. Recomandation de la Commission du 11 mars 2005 concernant la charte européenne du chercheur et un code de conduite pour le recrutement des chercheurs (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE) (2005/251/CE)
22. Décret relatif aux aides et aux interventions de la Région Wallonne pour la recherche et les technologies, 5 juillet 1990, Moniteur Belge du 17/10/1990, p. 19887
23. O.E.C.D., Glossary of Key Terms in Evaluation and Results Based Management, 2002, www.oecd.org/dac/evaluation
24. The Eurostat Concepts and Definitions Data Base, <http://forum.europa.eu.int/irc/dsis/coded/info/data/coded/en.htm>
25. Eurostat et DG Entreprise, Statistiques sur l'innovation en Europe, Panorama, Édition 2000
26. La dimension régionale des statistiques de la R-D et de l'innovation - Manuel Régional, p. 79
27. Eurostat, Recherche et développement: statistique annuelles
28. Legea nr. 324 din 8 iulie 2003 pentru aprobarea Ordonanței Guvernului nr. 57/2002 privind cercetarea științifică și dezvoltarea tehnologică, Monitorul Oficial nr. 514 din 16 iulie 2003
29. Hotărârea Guvernului nr. 1.265 din 13 august 2004 pentru aprobarea Normelor metodologice privind contractarea, finanțarea, monitorizarea și evaluarea programelor, proiectelor de cercetare-dezvoltare și inovare și a acțiunilor cuprinse în Planul național de cercetare-dezvoltare și inovare, Monitorul Oficial nr. 776 din 25 august 2004
30. P.I. Otiman și A. Pisoschi, Unele considerații asupra legii privind cercetarea științifică și dezvoltarea tehnologică, Revista de Politica Științei și Științometrie, Vol.I, No.3, 2003, p.128
31. A. Pisoschi și A. Ardelean, Introducere în metodologia cercetării științifice - curs de inițiere, Vasile Goldiș University Press, Arad, 2005
32. E. Dobrescu, Integrarea economică, ed.II-a revăzută și adăugită, Ed. AllBeck, București, 2001
33. E. Dobrescu, Dicționar de istorie economică și istorie a gândirii economice (coordonator), Ed. AllBeck, București, 2005

Aurel PISOSCHI

expert parlamentar

Comisia pentru învățământ, știință tineret și sport
Senatului României

CSI

Email: apisoschi@senat.ro

Prof.univ. Emilian M. DOBRESCU

secretar științific de secție

Academia Română

Email: dobrescu@acad.ro

Universitățile din România și clasamentul Shanghai

Răzvan FLORIAN

Rezumat. Articolul estimează performanța științifică a universităților din România comparativ cu cele mai bune universități din lume, conform metodologiei folosite în clasamentul Shanghai din 2005. Datele arată că metodologia folosită efectiv de clasamentul Shanghai este diferită de metodologia lui publicată oficial, și de aceea am încercat deducerea metodologiei folosite și estimarea rezultatelor universităților românești după aceasta din urmă. Estimarea făcută arată că până și cele mai bune universități din România trebuie să își crească scorul obținut în clasamentul Shanghai de cel puțin 2 ori pentru a intra între primele 500 de universități din lume.

1 Introducere

Institutul pentru Învățământ Superior al Universității Jiao Tong din Shanghai a publicat în ultimii ani un clasament internațional ce ierarhizează primele 500 de universități din lume în funcție de performanța științifică¹. Acest clasament a căpătat o notorietate internațională, devenind, alături de clasamentul întocmit de revista Times Higher Education Supplement, un instrument de referință în ierarhizarea universităților din întreaga lume, inclusiv pentru Comisia Europeană². Nici una din universitățile românești nu s-a clasat între primele 500 de universități din lume. Dintre universitățile din Europa de Est, se regăsesc în clasament 3 universități din Polonia (Universitatea Jagiellonă, Universitatea din Varșovia, Universitatea din Wrocław) și 2 din Ungaria (Universitatea din Szeged – considerată între primele 300 din lume, și Universitatea Eotvos Lorand). Având în vedere că, odată cu intrarea României în UE, universitățile românești vor concura direct cu

cele europene, este important de văzut care este performanța lor în acest clasament.

2 Metodologie

2.1 Metodologia clasamentului Shanghai

Metodologia folosită de clasamentul Shanghai din 2005 este prezentată în detaliu pe site-ul clasamentului³. Un articol separat⁴, care este publicat pe același site dar și în diferite volume, prezintă metodologia clasamentului din anul 2004, care este ușor diferită. Metodologia la care ne vom referi în continuare este însă cea folosită la clasamentul din 2005.

Clasamentul Shanghai folosește următorii indicatori pentru estimarea calității educației, a corpului profesoral și a rezultatelor activității de cercetare a universităților:

- Numărul de absolvenți laureați cu premiul Nobel sau medalia Fields, luați în considerare cu valori ponderate în funcție de anul absolvirii (pondere de 10% în scorul total);

¹ <http://ed.sjtu.edu.cn/ranking.htm>

² Comisia Europeană, *Mobilising the brainpower of Europe: Enabling universities to make their full contribution to the Lisbon Strategy*, 2005. Disponibil la http://europa.eu.int/comm/education/policies/2010/doc/comuniv2005_en.pdf

³

<http://ed.sjtu.edu.cn/rank/2005/ARWU2005Methodology.htm>

⁴ <http://ed.sjtu.edu.cn/rank/file/ARWU-M&P.pdf>

- Numărul de cadre din universități laureate cu premiul Nobel sau medalia Fields, luate în considerare cu valori ponderate în funcție de anul obținerii premiilor (pondere de 20% în scorul total);
- Numărul de cadre considerate „highly cited” de către ISI (pondere de 20% în scorul total);
- Numărul de articole științifice publicate în revistele Nature și Science în perioada 2000-2004, luate în considerare cu valori ponderate în funcție de ordinea în lista autorilor a celor afiliați universităților considerate (pondere de 20% în scorul total);
- Numărul de articole indexate ISI în ultimul an, articolele indexate de Social Sciences Citation Index și Arts & Humanities Citation Index fiind ponderate dublu față de cele indexate de Science Citation Index Expanded (pondere de 20% în scorul total);
- Un indicator care raportează la numărul personalului academic din universitate scorul total obținut pe baza indicatorilor precedenți, ponderați (pondere de 10% în scorul total).

Pentru fiecare indicator, instituția cu cel mai mare punctaj primește un scor de 100, iar scorul celorlalte instituții se calculează ca și procentaj din cel mai mare punctaj. Scorul total al unei instituții se obține prin ponderarea scorurilor de la diverșii indicatori, și o nouă normalizare față de scorul total al celei mai performante instituții.

De aceea, pentru estimarea scorului pe care universitățile din România le obțin conform metodologiei Shanghai din 2005, este nevoie, în principiu, de:

- Obținerea datelor corespunzătoare fiecărui indicator, pentru fiecare universitate din România;
- Obținerea datelor corespunzătoare fiecărui indicator, pentru cel puțin o universitate din top 500, pentru a obține valorile absolute maxime (pe întreaga lume) ale indicatorilor, pe

baza cărora se calculează scorurile relative pentru universitățile românești.

Datele corespunzătoare pentru fiecare indicator, pentru cel puțin o universitate din top 500, trebuie obținute independent, deoarece realizatorii clasamentului Shanghai nu publică decât scorurile relative obținute de universități (normalizate la valori între 0 și 100) pentru fiecare indicator⁵. Pe baza acestor scoruri relative și a unei valori absolute provenite de la una din universități, se pot calcula apoi, în principiu, valorile absolute ale indicatorilor pentru toate universitățile.

În practică, așa cum vom arăta în continuare, rezultatele clasamentului Shanghai nu pot fi reproduse conform metodologiei publicate de autorii lui, și de aceea sunt necesare operații suplimentare pentru estimarea scorului universităților românești.

2.2 Valorile indicatorilor pentru universitățile românești

Universitățile românești au un singur absolvent laureat cu premiul Nobel – George Emil Palade, care a absolvit în 1940 Facultatea de Medicină a Universității București, facultate care face parte acum din UMF Carol Davila. Anul absolvirii corespunde unei punctaj de 0,4, conform ponderării după metodologia Shanghai. Universitățile românești nu au absolvenți laureați cu medalia Fields, sau cadre didactice laureate cu premiul Nobel sau medalia Fields.

Conform ISI Highly Cited⁶, există un singur cercetător „highly cited” care activează în România, Ionel Ciucanu de la Universitatea de Vest din Timișoara.

Articolele publicate de cercetătorii din România în prestigioasele reviste Nature și Science au fost obținute din ISI Web of Science, prin căutarea după țările autorilor. De la înființarea revistelor și până la sfârșitul anului 2005 au fost publicate de către autori din România 3 articole în Science și 8 articole în Nature (mai există câteva scrisori cu autori români publicate în Nature). Dintre

⁵ <http://ed.sjtu.edu.cn/rank/2005/ARWU2005TOP500list.htm>

⁶ <http://isihighlycited.com/>

acestea, au fost publicate în perioada 2000-2004, de către autori din universități, 3 articole, toate în Nature: 2 cu autori de la Universitatea Babeș-Bolyai din Cluj (Z. Neda, E. Ravasz, L. Jozsa, M. Ravasz), ceea ce duce la un punctaj de 1,5 luând în considerare ponderarea în funcție de ordinea autorilor, și unul cu autori de la Universitatea din București (G. Reid, M.L. Flonta), ceea ce duce la un punctaj de 1.

Numărul de articole indexate ISI publicate de universități în 2004 a fost obținut prin extragerea din baza de date ISI a articolelor cu autori din România și alocarea manuală a articolelor pe instituții pe baza adreselor înregistrate din baza de date ISI; datele și metodologia sunt disponibile online⁷.

Numărul personalului academic al universităților a fost obținut pe baza datelor din Cartea Albă a cercetării universitare din România, editată de CNCSIS în 2005, prin însumarea numărului de profesori, conferențieri, șefi de lucrări, asistenți, preparatori și cercetători pe care universitățile le-au declarat în această carte.

2.3 Estimarea valorilor absolute folosite în clasamentul Shanghai

Correspondența între punctajul în valoare absolută corespunzător numărului de absolvenți cu premii Nobel și medalii Fields și scorul relativ a fost făcută pe baza datelor de la California Institute for Technology (Caltech), pe al cărui site sunt afișați toți absolvenții cu premii Nobel împreună cu anii în care au absolvit⁸. Am verificat că nu există absolvenți ai Caltech laureați cu medalia Fields. Rezultă astfel, după ponderarea în funcție de anul absolvirii specificată în metodologia Shanghai, un punctaj absolut de 8,9 ce corespunde scorului relativ de 59,2 al Caltech; și deci scorului relativ maxim de 100 (obținut de universitatea Harvard) îi corespunde un punctaj absolut de 15. Am calculat deci scorul în funcție de punctaj,

pentru acest indicator, cu formula $s_{alumni} = 100 \cdot n_{alumni} / 15$, unde s_{alumni} e scorul și n_{alumni} e punctajul. În mod similar, scorului maxim corespunzător numărului de cadre cu premii Nobel și medalii Fields îi corespunde un punctaj de 15,7 și scorul pentru acest indicator se poate calcula cu formula $s_{award} = 100 \cdot n_{award} / 15,7$ (pentru universitățile românești, n_{award} este totdeauna 0).

Pentru indicatorul corespunzător numărului de cercetători „highly cited”, scorul maxim îl are tot Harvard, care, conform site-ului ISI Highly Cited, are 72 de astfel de cercetători. Am calculat scorul pentru acest indicator cu formula $s_{HICi} = 100 \cdot n_{HICi} / 72$.

Pentru scorul de la indicatorul referitor la numărul de articole în Nature și Science (pe care îl notăm $s_{N\&S}$), am extras din baza de date ISI articolele din perioada 2000-2004 din aceste reviste, cu autori de la universitățile Temple, Akron, Memphis și Auburn. Am ales aceste universități, cu un număr relativ mic de articole de acest tip, pentru a putea estima rapid dependența dintre $s_{N\&S}$ și $n_{N\&S}$, numărul de articole luate în considerare cu valori ponderate în funcție de ordinea în lista autorilor, conform metodologiei oficiale Shanghai. Am extras, ca reper, și numărul total al publicațiilor (deci nu numai cele de tip articol) în Nature și Science, pentru aceeași perioadă, cu autori de la universitățile Harvard și Stanford. Au rezultat următorii coeficienți de proporționalitate:

Universitatea	Număr publicații Nature și Science	$n_{N\&S}$	$s_{N\&S}$	$s_{N\&S}/n_{N\&S}$
Temple	7	0.2	3.8	19
Akron	3	1.1	4.9	4.454545
Memphis	4	1.45	6.5	4.482759
Auburn (SUA)	5	1.7	5.2	3.058824
Harvard	880		100.0	
Stanford	434		70.9	

Am considerat că coeficientul de proporționalitate obținut pentru universitatea Temple este eronat (datorită diferenței mari față de ceilalți coeficienți; nu pot explica

⁷ <http://www.ad-astra.ro/isi/>

⁸ <http://www.caltech.edu/nobel-crafoord/>

sursa acestei diferențe). Prin medierea coeficienților pentru universitățile Akron, Memphis și Auburn rezultă un coeficient mediu de proporționalitate de 4 ($s_{N&S} = 4 n_{N&S}$). Pe de altă parte, având în vedere că $s_{N&S} = 100$ pentru Harvard, acest coeficient sugerează că $n_{N&S} = 25$ pentru Harvard, ceea ce este greu de crezut având în vedere că Harvard are 880 de publicații (ar fi posibil numai dacă marea majoritate a acestora nu ar fi de tip articol, și ar fi fără autori principali de la Harvard). Avem deci o inconsistență între datele obținute și datele clasamentului Shanghai. Nu am făcut o analiză mai detaliată a acestui aspect din cauza accesului dificil la baza de date ISI, și am considerat, arbitrar, pentru universitățile românești, $s_{N&S} = n_{N&S}$.

Pentru indicatorul referitor la numărul de articole indexate ISI, a fost relativ mai ușor să obțin datele corespunzătoare unui număr mare de universități, și am putut astfel observa că punctajele pe baza cărora a fost realizat clasamentul Shanghai, corespunzătoare acestui indicator, nu pot fi reproduse urmând metodologia publicată de autorii clasamentului. Conform acestei metodologii, punctajul pentru acest indicator este proporțional cu numărul de publicații de tip articol indexate în 2004 în Science Citation Index Expanded (SCIE), Social Sciences Citation Index (SSCI), Arts & Humanities Citation Index (AHCI), cele din SSCI și AHCI fiind ponderate cu un factor de 2 față de cele din SCIE. Numerele de articole indexate în 2004 în SCIE, SSCI, AHCI, precum și în toate cele 3 indexuri (SCI), pentru toate universitățile din topul Shanghai 2005, au fost extrase din baza de date ISI de către un grup din Slovenia⁹, și sunt disponibile pe web¹⁰. Notăm cu n_{SCIE} , n_{SSCI} , n_{AHCI} și n_{SCI} aceste numere. Pentru câteva universități aceste date sunt greșite, datorită cuvintelor cheie folosite, care nu permit găsirea tuturor articolelor. Pentru majoritatea universităților datele grupului din Slovenia par însă să fie corecte, așa cum a rezultat din verificarea prin sondaj a datelor de la câteva

universități direct în baza de date ISI. Comparând însă aceste date cu punctajul din clasamentul Shanghai, corespunzător acestui indicator (pe care îl notăm s_{ISI}) se constată însă că nu există o simplă relație de proporționalitate, așa cum ar trebui să fie conform metodologiei. Am verificat proporționalitatea lui s_{ISI} atât cu $n_{SCIE} + 2(n_{SSCI} + n_{AHCI})$ cât și cu $n_{SCI} + n_{SSCI} + n_{AHCI}$ sau n_{SCI} și în toate cazurile dependența este neliniară. Deoarece acest indicator este principala sursă de puncte pentru universitățile românești pentru scorul lor în clasamentul Shanghai, am încercat să găsesc o formulă prin care să estimez cât mai bine valoarea lui s_{ISI} care corespunde în clasamentul Shanghai unor anumite numere de articole indexate ISI în diversele categorii. Am luat în considerare ca variabilă în funcție de care se calculează s_{ISI} suma $n_{ISI} = n_{SCI} + n_{SSCI} + n_{AHCI}$ și nu alternativa $n_{SCIE} + 2(n_{SSCI} + n_{AHCI})$ deoarece unele articole indexate de SSCI sau AHCI sunt indexate și în SCIE. Am eliminat din datele grupului din Slovenia cele referitoare la următoarele universități, care erau evident greșite: Pennsylvania State Univ. – Univ. Park, Univ. Libre Bruxelles, Polytechnic Inst. Milan, Univ. Minnesota - Twin Cities, Univ. Paris 06, Univ. Koeln, Univ. Mississippi - Oxford. Se observă că dependența dintre s_{ISI} și n_{ISI} este aproximată foarte bine de o funcție de putere de forma

$$s_{ISI} = 1,119 n_{ISI}^{0,47},$$

care trece prin punctul corespunzător datelor universității Harvard, care are maximul de punctaj și la acest indicator (Fig. 1). Potrivirea bună dintre date și această funcție sugerează că autorii clasamentului Shanghai au folosit efectiv o funcție neliniară, și că erorile din date sunt mici. Această dependență neliniară, care nu corespunde metodologiei oficiale, a fost confirmată indirect de către autorii clasamentului Shanghai, într-un schimb de emailuri cu aceștia¹¹.

Am folosit această formulă pentru calculul scorului universităților românești la

⁹ <http://ai.ijs.si/mezi/iassatena/shanghai-relative.html>

¹⁰ http://ai.ijs.si/mezi/iassatena/shanghai-relative_files/500ShanghaiSortWithQueries.xls

¹¹ R. Florian, *Irreproducibility of the results of the Shanghai academic ranking of world universities*, Ad Astra 5, 2006, <http://www.ad-astra.ro/journal/8/>

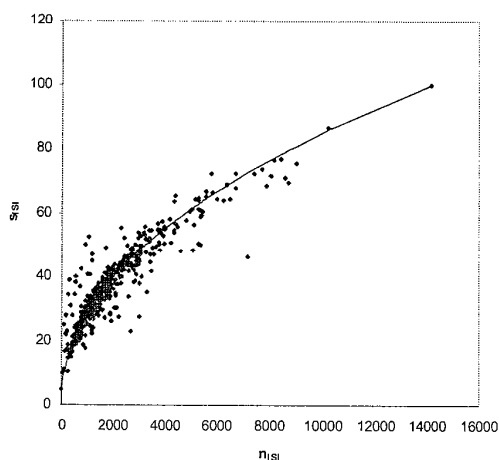


Figura 1. Estimarea dependenței punctajului din clasamentul Shanghai pentru indicatorul corespunzător articolelor indexate ISI (s_{ISI}) de suma ponderată a numerelor de articole indexate în diferitele categorii (n_{ISI}). Norul de puncte este obținut cu date din clasamentul Shanghai pentru s_{ISI} și date din studiul sloven pentru n_{ISI} , iar linia este estimarea obținută prin fitarea cu funcția prezentată în text.

acest indicator. Singura explicație din metodologia Shanghai care ar putea motiva această dependență obținută empiric, diferită de dependența liniară care este de așteptat conform aceleiași metodologii, este observația că *“the distribution of data for each indicator is examined for any significant distorting effect; standard statistical techniques are used to adjust the indicator if necessary”*, observație care ar putea ascunde o anumită prelucrare a datelor care să ducă la această dependență finală.

Indicatorul care raportează scorul total ponderat obținut pe baza indicatorilor precedenți la numărul personalului academic din universitate (pe care îl notăm s_{size}) este de asemenea important pentru calculul punctajului universităților românești, dar din nou modul în care a fost calculat de autorii clasamentului Shanghai este greu de reprodus. Conform metodologiei Shanghai, acest indicator se calculează împărțind valorile ponderate ale celorlalți indicatori la numărul personalului academic echivalent care lucrează cu normă întreagă (full time equivalent, FTE) (notat în continuare n_{size}). Metodologia Shanghai nu specifică mai exact ce categorii de personal sunt incluse în cadrul

personalului academic (academic staff). Datele referitoare la personalul academic FTE al universităților sunt, în general, și dificil de aflat, deoarece informațiile despre personal care pot fi aflate de pe site-urile universităților nu se referă de multe ori la FTE ci la numărul total de persoane, sau nu se specifică exact la ce se referă, iar categoriile de personal care sunt raportate variază de la caz la caz. În general este disponibil numărul cadrelor didactice (faculty), dar se pot include aici numai cadrele permanente (tenure-line) sau nu, și de multe ori nu este clar dacă sunt incluși sau nu cercetătorii, cercetătorii postdoctoranzi (postdocs), asistenții de cercetare sau universitari (research/teaching assistants), cadrele angajate temporar sau aflate în vizită (visitors) etc.; sau includerea lor variază de la caz la caz. Grupul din Slovenia a publicat și numărul personalului universităților din top 500 Shanghai, conform datelor pe care le-au putut obține, dar aceste date nu sunt aceleași cu cele folosite de clasamentul Shanghai nici măcar ca semnificație, deoarece se referă la numărul total de angajați (i.e., inclusiv personal administrativ și persoane cu normă parțială), nu la numărul personalului academic FTE. În consecință, a trebuit să estimez proporționalitatea dintre datele clasamentului Shanghai și numărul real al personalului universităților pe baza unor date despre personalul unor universități obținute de mine de pe internet, iar această estimare poate fi diferită față de valorile reale sau față de valorile folosite în clasamentul Shanghai, datorită motivelor expuse mai sus.

Pentru estimarea scorurilor universităților românești la acest indicator, am calculat întâi pentru toate universitățile din top 500, pe baza datelor din clasamentul Shanghai, suma ponderată a scorurilor pentru toți indicatorii, mai puțin indicatorul referitor la mărime, cu formula

$$s_p = (0,1 s_{alumni} + 0,2 s_{award} + 0,2 s_{HiCi} + 0,2 s_{N\&S} + 0,2 s_{ISI})/0,9,$$

conform metodologiei Shanghai. Am calculat apoi mărimea relativă r a universităților din top 500 față de mărimea universității

- Numărul de cadre din universități laureate cu premiul Nobel sau medalia Fields, luate în considerare cu valori ponderate în funcție de anul obținerii premiilor (pondere de 20% în scorul total);
- Numărul de cadre considerate „highly cited” de către ISI (pondere de 20% în scorul total);
- Numărul de articole științifice publicate în revistele Nature și Science în perioada 2000-2004, luate în considerare cu valori ponderate în funcție de ordinea în lista autorilor a celor afiliați universităților considerate (pondere de 20% în scorul total);
- Numărul de articole indexate ISI în ultimul an, articolele indexate de Social Sciences Citation Index și Arts & Humanities Citation Index fiind ponderate dublu față de cele indexate de Science Citation Index Expanded (pondere de 20% în scorul total);
- Un indicator care raportează la numărul personalului academic din universitate scorul total obținut pe baza indicatorilor precedenți, ponderați (pondere de 10% în scorul total).

Pentru fiecare indicator, instituția cu cel mai mare punctaj primește un scor de 100, iar scorul celorlalte instituții se calculează ca și procentaj din cel mai mare punctaj. Scorul total al unei instituții se obține prin ponderarea scorurilor de la diverșii indicatori, și o nouă normalizare față de scorul total al celei mai performante instituții.

De aceea, pentru estimarea scorului pe care universitățile din România le obțin conform metodologiei Shanghai din 2005, este nevoie, în principiu, de:

- Obținerea datelor corespunzătoare fiecărui indicator, pentru fiecare universitate din România;
- Obținerea datelor corespunzătoare fiecărui indicator, pentru cel puțin o universitate din top 500, pentru a obține valorile absolute maxime (pe întreaga lume) ale indicatorilor, pe

baza cărora se calculează scorurile relative pentru universitățile românești.

Datele corespunzătoare pentru fiecare indicator, pentru cel puțin o universitate din top 500, trebuie obținute independent, deoarece realizatorii clasamentului Shanghai nu publică decât scorurile relative obținute de universități (normalizate la valori între 0 și 100) pentru fiecare indicator⁵. Pe baza acestor scoruri relative și a unei valori absolute provenite de la una din universități, se pot calcula apoi, în principiu, valorile absolute ale indicatorilor pentru toate universitățile.

În practică, așa cum vom arăta în continuare, rezultatele clasamentului Shanghai nu pot fi reproduse conform metodologiei publicate de autorii lui, și de aceea sunt necesare operații suplimentare pentru estimarea scorului universităților românești.

2.2 Valorile indicatorilor pentru universitățile românești

Universitățile românești au un singur absolvent laureat cu premiul Nobel – George Emil Palade, care a absolvit în 1940 Facultatea de Medicină a Universității București, facultate care face parte acum din UMF Carol Davila. Anul absolvirii corespunde unei punctaj de 0,4, conform ponderării după metodologia Shanghai. Universitățile românești nu au absolvenți laureați cu medalia Fields, sau cadre didactice laureate cu premiul Nobel sau medalia Fields.

Conform ISI Highly Cited⁶, există un singur cercetător „highly cited” care activează în România, Ionel Ciucanu de la Universitatea de Vest din Timișoara.

Articolele publicate de cercetătorii din România în prestigioasele reviste Nature și Science au fost obținute din ISI Web of Science, prin căutarea după țările autorilor. De la înființarea revistelor și până la sfârșitul anului 2005 au fost publicate de către autori din România 3 articole în Science și 8 articole în Nature (mai există câteva scrisori cu autori români publicate în Nature). Dintre

⁵ <http://ed.sjtu.edu.cn/rank/2005/ARWU2005TOP500list.htm>

⁶ <http://isihighlycited.com/>

acestea, au fost publicate în perioada 2000-2004, de către autori din universități, 3 articole, toate în Nature: 2 cu autori de la Universitatea Babeș-Bolyai din Cluj (Z. Neda, E. Ravasz, L. Jozsa, M. Ravasz), ceea ce duce la un punctaj de 1,5 luând în considerare ponderarea în funcție de ordinea autorilor, și unul cu autori de la Universitatea din București (G. Reid, M.L. Flonta), ceea ce duce la un punctaj de 1.

Numărul de articole indexate ISI publicate de universități în 2004 a fost obținut prin extragerea din baza de date ISI a articolelor cu autori din România și alocarea manuală a articolelor pe instituții pe baza adreselor înregistrate din baza de date ISI; datele și metodologia sunt disponibile online⁷.

Numărul personalului academic al universităților a fost obținut pe baza datelor din Cartea Albă a cercetării universitare din România, editată de CNCSIS în 2005, prin însumarea numărului de profesori, conferențieri, șefi de lucrări, asistenți, preparatori și cercetători pe care universitățile le-au declarat în această carte.

2.3 Estimarea valorilor absolute folosite în clasamentul Shanghai

Corespondența între punctajul în valoare absolută corespunzător numărului de absolvenți cu premii Nobel și medalii Fields și scorul relativ a fost făcută pe baza datelor de la California Institute for Technology (Caltech), pe al cărui site sunt afișați toți absolvenții cu premii Nobel împreună cu anii în care au absolvit⁸. Am verificat că nu există absolvenți ai Caltech laureați cu medalia Fields. Rezultă astfel, după ponderarea în funcție de anul absolvirii specificată în metodologia Shanghai, un punctaj absolut de 8,9 ce corespunde scorului relativ de 59,2 al Caltech; și deci scorului relativ maxim de 100 (obținut de universitatea Harvard) îi corespunde un punctaj absolut de 15. Am calculat deci scorul în funcție de punctaj,

pentru acest indicator, cu formula $s_{alumni}=100 n_{alumni}/15$, unde s_{alumni} e scorul și n_{alumni} e punctajul. În mod similar, scorului maxim corespunzător numărului de cadre cu premii Nobel și medalii Fields îi corespunde un punctaj de 15,7 și scorul pentru acest indicator se poate calcula cu formula $s_{award}=100 n_{award}/15,7$ (pentru universitățile românești, n_{award} este totdeauna 0).

Pentru indicatorul corespunzător numărului de cercetători „highly cited”, scorul maxim îl are tot Harvard, care, conform site-ului ISI Highly Cited, are 72 de astfel de cercetători. Am calculat scorul pentru acest indicator cu formula $s_{HICI}=100 n_{HICI}/72$.

Pentru scorul de la indicatorul referitor la numărul de articole în Nature și Science (pe care îl notăm $s_{N\&S}$), am extras din baza de date ISI articolele din perioada 2000-2004 din aceste reviste, cu autori de la universitățile Temple, Akron, Memphis și Auburn. Am ales aceste universități, cu un număr relativ mic de articole de acest tip, pentru a putea estima rapid dependența dintre $s_{N\&S}$ și $n_{N\&S}$, numărul de articole luate în considerare cu valori ponderate în funcție de ordinea în lista autorilor, conform metodologiei oficiale Shanghai. Am extras, ca reper, și numărul total al publicațiilor (deci nu numai cele de tip articol) în Nature și Science, pentru aceeași perioadă, cu autori de la universitățile Harvard și Stanford. Au rezultat următorii coeficienți de proporționalitate:

Universitatea	Număr publicații Nature și Science	$n_{N\&S}$	$s_{N\&S}$	$s_{N\&S}/n_{N\&S}$
Temple	7	0.2	3.8	19
Akron	3	1.1	4.9	4.454545
Memphis	4	1.45	6.5	4.482759
Auburn (SUA)	5	1.7	5.2	3.058824
Harvard	880		100.0	
Stanford	434		70.9	

Am considerat că coeficientul de proporționalitate obținut pentru universitatea Temple este eronat (datorită diferenței mari față de ceilalți coeficienți; nu pot explica

⁷ <http://www.ad-astra.ro/isi/>

⁸ <http://www.caltech.edu/nobel-crafoord/>

sursa acestei diferențe). Prin medierea coeficienților pentru universitățile Akron, Memphis și Auburn rezultă un coeficient mediu de proporționalitate de 4 ($s_{N\&S} = 4 n_{N\&S}$). Pe de altă parte, având în vedere că $s_{N\&S} = 100$ pentru Harvard, acest coeficient sugerează că $n_{N\&S} = 25$ pentru Harvard, ceea ce este greu de crezut având în vedere că Harvard are 880 de publicații (ar fi posibil numai dacă marea majoritate a acestora nu ar fi de tip articol, și ar fi fără autori principali de la Harvard). Avem deci o inconsistență între datele obținute și datele clasamentului Shanghai. Nu am făcut o analiză mai detaliată a acestui aspect din cauza accesului dificil la baza de date ISI, și am considerat, arbitrar, pentru universitățile românești, $s_{N\&S} = n_{N\&S}$.

Pentru indicatorul referitor la numărul de articole indexate ISI, a fost relativ mai ușor să obțin datele corespunzătoare unui număr mare de universități, și am putut astfel observa că punctajele pe baza cărora a fost realizat clasamentul Shanghai, corespunzătoare acestui indicator, nu pot fi reproduse urmând metodologia publicată de autorii clasamentului. Conform acestei metodologii, punctajul pentru acest indicator este proporțional cu numărul de publicații de tip articol indexate în 2004 în Science Citation Index Expanded (SCIE), Social Sciences Citation Index (SSCI), Arts & Humanities Citation Index (AHCI), cele din SSCI și AHCI fiind ponderate cu un factor de 2 față de cele din SCIE. Numerele de articole indexate în 2004 în SCIE, SSCI, AHCI, precum și în toate cele 3 indexuri (SCI), pentru toate universitățile din topul Shanghai 2005, au fost extrase din baza de date ISI de către un grup din Slovenia⁹, și sunt disponibile pe web¹⁰. Notăm cu n_{SCIE} , n_{SSCI} , n_{AHCI} și n_{SCI} aceste numere. Pentru câteva universități aceste date sunt greșite, datorită cuvintelor cheie folosite, care nu permit găsirea tuturor articolelor. Pentru majoritatea universităților datele grupului din Slovenia par însă să fie corecte, așa cum a rezultat din verificarea prin sondaj a datelor de la câteva

universități direct în baza de date ISI. Comparând însă aceste date cu punctajul din clasamentul Shanghai, corespunzător acestui indicator (pe care îl notăm s_{ISI}) se constată însă că nu există o simplă relație de proporționalitate, așa cum ar trebui să fie conform metodologiei. Am verificat proporționalitatea lui s_{ISI} atât cu $n_{SCIE} + 2(n_{SSCI} + n_{AHCI})$ cât și cu $n_{SCI} + n_{SSCI} + n_{AHCI}$ sau n_{SCI} și în toate cazurile dependența este neliniară. Deoarece acest indicator este principala sursă de puncte pentru universitățile românești pentru scorul lor în clasamentul Shanghai, am încercat să găsim o formulă prin care să estimez cât mai bine valoarea lui s_{ISI} care corespunde în clasamentul Shanghai unor anumite numere de articole indexate ISI în diversele categorii. Am luat în considerare ca variabilă în funcție de care se calculează s_{ISI} suma $n_{ISI} = n_{SCI} + n_{SSCI} + n_{AHCI}$ și nu alternativa $n_{SCIE} + 2(n_{SSCI} + n_{AHCI})$ deoarece unele articole indexate de SSCI sau AHCI sunt indexate și în SCIE. Am eliminat din datele grupului din Slovenia cele referitoare la următoarele universități, care erau evident greșite: Pennsylvania State Univ. – Univ. Park, Univ. Libre Bruxelles, Polytechnic Inst. Milan, Univ. Minnesota - Twin Cities, Univ. Paris 06, Univ. Koeln, Univ. Mississippi - Oxford. Se observă că dependența dintre s_{ISI} și n_{ISI} este aproximată foarte bine de o funcție de putere de forma

$$s_{ISI} = 1,119 n_{ISI}^{0,47},$$

care trece prin punctul corespunzător datelor universității Harvard, care are maximum de punctaj și la acest indicator (Fig. 1). Potrivirea bună dintre date și această funcție sugerează că autorii clasamentului Shanghai au folosit efectiv o funcție neliniară, și că erorile din date sunt mici. Această dependență neliniară, care nu corespunde metodologiei oficiale, a fost confirmată indirect de către autorii clasamentului Shanghai, într-un schimb de emailuri cu aceștia¹¹.

Am folosit această formulă pentru calculul scorului universităților românești la

⁹ <http://ai.ijs.si/mezi/iassatena/shanghai-relative.html>

¹⁰ http://ai.ijs.si/mezi/iassatena/shanghai-relative_files/500ShanghaiSortWithQueries.xls

¹¹ R. Florian, *Irreproducibility of the results of the Shanghai academic ranking of world universities*, Ad Astra 5, 2006, <http://www.ad-astra.ro/journal/8/>

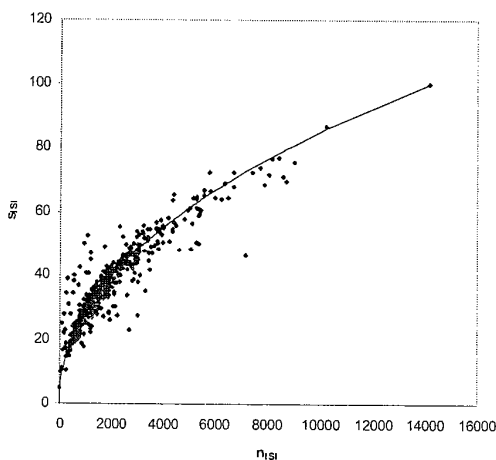


Figura 1. Estimarea dependenței punctajului din clasamentul Shanghai pentru indicatorul corespunzător articolelor indexate ISI (s_{ISI}) de suma ponderată a numerelor de articole indexate în diferitele categorii (n_{ISI}). Norul de puncte este obținut cu date din clasamentul Shanghai pentru s_{ISI} și date din studiul sloven pentru n_{ISI} , iar linia este estimarea obținută prin fitarea cu funcția prezentată în text.

acest indicator. Singura explicație din metodologia Shanghai care ar putea motiva această dependență obținută empiric, diferită de dependența liniară care este de așteptat conform aceleiași metodologii, este observația că *“the distribution of data for each indicator is examined for any significant distorting effect; standard statistical techniques are used to adjust the indicator if necessary”*, observație care ar putea ascunde o anumită prelucrare a datelor care să ducă la această dependență finală.

Indicatorul care raportează scorul total ponderat obținut pe baza indicatorilor precedenți la numărul personalului academic din universitate (pe care îl notăm s_{size}) este de asemenea important pentru calculul punctajului universităților românești, dar din nou modul în care a fost calculat de autorii clasamentului Shanghai este greu de reprodus. Conform metodologiei Shanghai, acest indicator se calculează împărțind valorile ponderate ale celorlalți indicatori la numărul personalului academic echivalent care lucrează cu normă întreagă (full time equivalent, FTE) (notat în continuare n_{size}). Metodologia Shanghai nu specifică mai exact ce categorii de personal sunt incluse în cadrul

personalului academic (academic staff). Datele referitoare la personalul academic FTE al universităților sunt, în general, și dificil de aflat, deoarece informațiile despre personal care pot fi aflate de pe site-urile universităților nu se referă de multe ori la FTE ci la numărul total de persoane, sau nu se specifică exact la ce se referă, iar categoriile de personal care sunt raportate variază de la caz la caz. În general este disponibil numărul cadrelor didactice (faculty), dar se pot include aici numai cadrele permanente (tenure-line) sau nu, și de multe ori nu este clar dacă sunt incluși sau nu cercetătorii, cercetătorii postdoctoranzi (postdocs), asistenții de cercetare sau universitari (research/teaching assistants), cadrele angajate temporar sau aflate în vizită (visitors) etc.; sau includerea lor variază de la caz la caz. Grupul din Slovenia a publicat și numărul personalului universităților din top 500 Shanghai, conform datelor pe care le-au putut obține, dar aceste date nu sunt aceleași cu cele folosite de clasamentul Shanghai nici măcar ca semnificație, deoarece se referă la numărul total de angajați (i.e., inclusiv personal administrativ și persoane cu normă parțială), nu la numărul personalului academic FTE. În consecință, a trebuit să estimez proporționalitatea dintre datele clasamentului Shanghai și numărul real al personalului universităților pe baza unor date despre personalul unor universități obținute de mine de pe internet, iar această estimare poate fi diferită față de valorile reale sau față de valorile folosite în clasamentul Shanghai, datorită motivelor expuse mai sus.

Pentru estimarea scorurilor universităților românești la acest indicator, am calculat întâi pentru toate universitățile din top 500, pe baza datelor din clasamentul Shanghai, suma ponderată a scorurilor pentru toți indicatorii, mai puțin indicatorul referitor la mărime, cu formula

$$s_p = (0,1 s_{alumni} + 0,2 s_{award} + 0,2 s_{HiCi} + 0,2 s_{N\&S} + 0,2 s_{ISI}) / 0,9,$$

conform metodologiei Shanghai. Am calculat apoi mărimea relativă r a universităților din top 500 față de mărimea universității

Harvard, așa cum a fost folosită în clasamentul Shanghai, cu formula

$$r=0,724 s_p/s_{size},$$

unde s_{size} este scorul la indicatorul referitor la performanța raportată la mărime. Această formulă rezultă din faptul că universitatea Harvard are $s_p=100$ și $s_{size}=72,4$, și din faptul că s_{size} e proporțional cu s_p / n_{size} , conform metodologiei Shanghai.

Am încercat apoi să obțin coeficientul de proporționalitate dintre r și numărul absolut de personal academic FTE al universităților, folosind date obținute de pe internet de la câteva universități. Datele folosite sunt următoarele:

Universitatea	Mărime relativă la Harvard (r , conform studiului Shanghai)	Personal academic FTE (n_{size} , date obținute de pe site-urile universităților)	Coeficient de proporționalitate	Categoriile de personal incluse	Sursa	Data raportării
Harvard	1	2767	2767	Faculty (tenured, associate professor, assistant professor, other teaching faculty)	http://vpf-web.harvard.edu/budget/factbook/current_facts/Online_Harvard_Fact_Book_05.pdf	Toamna 2004
Oxford	0.79733751	1345	1686.86	Academic faculty	http://www.admin.ox.ac.uk/ps/staff/figures/Ta-ble%202.pdf	31 iulie 2004
UC Berkeley	0.999526038	1630	1630.77	Regular teaching faculty (ladder ranks, acting ranks), lecturers, other teaching faculty	http://www.ucop.edu/ucophome/uwnews/statheadcount_fte/oct2004/welcome.html	Octombrie 2004
UC San Diego	0.774579876	1614	2083.71			
UC Los Angeles	1.073452543	3029	2821.74			
UC San Francisco	0.747136676	1789	2394.47			
UC Santa Barbara	0.725348231	976	1345.56			
UC Irvine	0.719602715	1532	2128.95			
UC Davis	0.78284862	2027	2589.26			

Din aceste date rezultă un coeficient mediu de proporționalitate de 2161 ($n_{size}=2161 r$). Se observă însă că există variații importante ale acestui coeficient (abaterea standard relativă față de medie este de 24%), chiar și pentru filialele Universității California, pentru care s-a folosit o sursă unică de date. În personalul academic al filialelor Universității California nu am inclus și cercetătorii (researchers) și asistenții pentru studenți (student assistants), care sunt la această universitate grupați separat, pentru a micșora discrepanțele coeficientului de proporționalitate față de cel

calculat pentru universitățile Harvard și Oxford, unde aceste categorii par să nu fie incluse în cadrul personalului academic. Am încercat și variante în care aceste categorii sau altele erau incluse, dar în toate cazurile am obținut aceleași variații importante chiar și numai pentru datele de la filialele Universității California. Aceasta arată din nou, ca și în cazul articolelor din Nature și Science sau ISI, că este greu de reprodus rezultatele clasamentului Shanghai, chiar și atunci când există surse de date precise și consistente.

Pentru calculul scorului s_{size} al universităților românești, am folosit deci formula

$$s_{size} = 0,724 \cdot 2161 s_p / n_{size}.$$

Scorul total al unei universități se calculează conform formulei

$$s = (0,1 s_{alumni} + 0,2 s_{award} + 0,2 s_{HfCi} + 0,2 s_{N\&S} + 0,2 s_{ISI} + 0,1 s_{size}) / 0,9724,$$

deoarece 97,24 este suma ponderată a scorurilor de la diverșii indicatori pentru universitatea Harvard, cea care are cel mai mare scor total.

Scorul calculat aici poate fi diferit față de cel considerat în clasamentul Shanghai din următoarele cauze:

- Principala sursă de erori este dată de estimarea coeficientului de proporționalitate n_{size}/r , pentru care am avut puține date la dispoziție, iar în datele care le-am avut acest coeficient are o variabilitate de ordinul a 30%. Valori diferite ale acestui coeficient pot favoriza sau defavoriza, în cadrul clasamentului național, universități care au producție importantă dar productivitate mică de articole ISI, sau invers.
- Surse similare de erori sunt și estimările coeficienților de proporționalitate pentru indicatorii corespunzători numărului de premii Nobel, cadre „highly cited”, articole în Nature și Science. Nu am avut suficiente date pentru a vedea dacă nu cumva autorii clasamentului Shanghai au folosit și la acești indicatori dependențe neliniare, sau pentru a

verifica coeficientul de proporționalitate pe un set mai mare de date. Erorile datorate acestor factori au însă o influență mică asupra rezultatelor deoarece scorul universităților românești depinde într-o măsură foarte mică de acești indicatori.

- O altă sursă de erori provine din fitarea numerică a dependenței s_{ISI} în funcție de n_{ISI} . Estimăm că această sursă de erori poate duce la o eroare de până la 5% a scorului calculat la acest indicator față de scorul folosit în clasamentul Shanghai. Această eroare, dacă există, influențează uniform toate scorurile calculate aici, și deci nu introduce schimbări în clasamentul național (datorită influenței mici a celorlalți indicatori).
- O sursă potențială de erori este și numărarea eronată a articolelor ISI produse de o universitate din România. Deoarece adresele articolelor și numărarea s-au verificat manual, erorile posibile sunt mici, de maximum 1-2 articole pe universitate.

3 Rezultate

Calculând scorurile pe care universitățile românești le-ar obține conform metodologiei Shanghai (implementată conform metodologiei descrise mai sus), obținem următoarele rezultate:

Nr.	Universitatea	Oraș	Scor total Shanghai (s)	Factor de creștere pt. intrarea în top 500	Nr. articole ISI 2004 (n_{SCI})	Nr. articole SSCI+ AHCI 2004 ($n_{SSCI} + n_{AHCI}$)	Personal (n_{size})	s_{alumni}	s_{HfCi}	$s_{N\&S}$	s_{ISI}	s_{size}
1	Universitatea București	București	4,09	2,01	285	4	1631			1,00	16,98	3,83
2	Universitatea Babeș-Bolyai	Cluj Napoca	3,96	2,07	221	17	1285			1,50	15,47	4,59
3	Universitatea Politehnica București	București	3,66	2,25	262		1775				16,20	3,17
4	Universitatea Alexandru Ioan Cuza	Iași	3,25	2,53	170	5	950				13,35	4,89

Nr.	Universitatea	Oraș	Scor total Shanghai (s)	Factor de creștere pt. intrarea în top 500	Nr. articole ISI 2004 (n_{SCI})	Nr. articole SSCI+ AHCI 2004 ($n_{SSCI} + n_{AHCI}$)	Personal (n_{size})	S_{alumni}	S_{HiCi}	$S_{N&S}$	S_{ISI}	S_{size}
5	Universitatea Tehnică Gheorghe Asachi	Iași	2,44	3,37	98		1002				10,11	3,51
6	Universitatea de Vest	Timișoara	2,05	4,00	42		755		1,39		6,73	3,74
7	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca	Cluj Napoca	1,96	4,20	54		684				7,59	3,86
8	Universitatea Politehnica din Timișoara	Timișoara	1,94	4,24	58		867				7,86	3,15
9	UMF Carol Davila	București	1,65	4,97	31		1407	2,67			5,82	1,77
10	Universitatea din Craiova	Craiova	1,62	5,07	49	1	2264				7,32	1,12
11	Universitatea Valahia	Târgoviște	1,49	5,52	21		347				4,82	4,83
12	UMF Grigore T. Popa	Iași	1,43	5,77	31		908				5,82	2,23
13	Universitatea Ovidius	Constanța	1,29	6,35	23		701				5,04	2,50
14	Universitatea din Oradea	Oradea	1,29	6,39	27	1	1353				5,54	1,42
15	Universitatea Constantin Brâncuși	Târgu Jiu	1,22	6,74	6		140				2,64	6,57
16	Universitatea Petrol-Gaze	Ploiești	1,20	6,86	14		372				3,97	3,71
17	Universitatea Dunărea de Jos	Galați	1,17	7,01	19		727				4,60	2,20
18	UMF Iuliu Hațieganu	Cluj Napoca	1,16	7,08	18		670				4,48	2,33
19	Universitatea Aurel Vlaicu	Arad	1,16	7,10	13		371				3,83	3,59
20	Universitatea Transilvania	Brașov	1,12	7,33	19		935				4,60	1,71
21	Universitatea Danubius	Galați	1,12	7,34	1		45				1,12	8,65
22	Universitatea din Bacău	Bacău	1,08	7,62	8		239				3,04	4,42
23	Universitatea din Pitești	Pitești	1,01	8,17	11		455				3,54	2,70
24	UMF Victor Babeș	Timișoara	0,87	9,50	10		710				3,38	1,65
25	Școala Națională de Studii Politice și Administrative	București	0,86	9,59	1	1	104				1,56	5,22
26	UMF din Craiova	Craiova	0,80	10,22	6		363				2,64	2,53
27	UMF din Târgu Mureș	Târgu Mureș	0,79	10,34	6		377				2,64	2,44
28	USAMV Cluj-Napoca	Cluj Napoca	0,77	10,63	4		239				2,18	3,17
29	USAMV Ion Ionescu de la Brad Iași	Iași	0,74	11,09	3		193				1,90	3,42
30	USAMV București	București	0,71	11,52	5		402				2,42	2,10
31	Universitatea Tehnică de Construcții București	București	0,70	11,82	7		926				2,85	1,07
32	USAMV a Banatului	Timișoara	0,69	11,90	4		320				2,18	2,37
33	Academia de Studii Economice	București	0,65	12,72	5	1	926				2,64	0,99
34	Universitatea Hyperion	București	0,60	13,60	3		316				1,90	2,09
35	Universitatea de Nord	Baia Mare	0,59	14,04	2		211				1,56	2,57
36	Universitatea din Petroșani	Petroșani	0,58	14,13	2		214				1,56	2,54
37	Universitatea de Vest Vasile Goldiș	Arad	0,52	15,69	3		506				1,90	1,30
38	Universitatea Petru Maior	Târgu Mureș	0,51	16,24	1		145				1,12	2,68

Nr.	Universitatea	Oraș	Scor total Shanghai (s)	Factor de creștere pt. intrarea în top 500	Nr. articole ISI 2004 (n_{SCI})	Nr. articole SSCI+ AHCI 2004 ($n_{SSCI} + n_{AHCI}$)	Personal (n_{size})	S_{alumni}	S_{HICI}	$S_{N&S}$	S_{ISI}	S_{size}
39	Universitatea Lucian Blaga	Sibiu	0,49	16,89	3		701				1,90	0,94
40	Universitatea Națională de Arte	București	0,48	16,95	1		157				1,12	2,48
41	Universitatea 1 Decembrie 1918	Alba Iulia	0,45	18,07	1		178				1,12	2,19

În tabelul de mai sus sunt cuprinse toate universitățile românești cu un scor Shanghai diferit de 0, ordonate în funcție de acest scor. În plus față de valori definite anterior, tabelul mai prezintă și factorul de creștere al scorului necesar pentru ca universitatea respectivă să intre în top 500, având în vedere că cel mai mic scor al unei universități incluse în topul din 2005 este de 8,22. Se constată că chiar și cele mai importante universități din România trebuie să își crească scorul de aproximativ 2 ori pentru intrarea în topul Shanghai. Această țintă nu ia în considerare creșterea celorlalte universități; de exemplu, numărul de publicații indexate ISI ale universității Harvard a crescut cu 21% în 2005 comparativ cu 2004. Deoarece obținerea unor premii Nobel sau Fields este relativ improbabilă pe

termen scurt, modul în care universitățile românești ar putea să-și crească punctajele în clasamentul Shanghai este creșterea numărului de articole indexate ISI, și în special în domeniile socio-umane, și creșterea calității publicațiilor științifice, care ar putea duce la creșterea prezenței în prestigioasele reviste Science, Nature sau în indexul de cercetători „highly cited”. Datorită dependenței neliniare a scorului în funcție de numărul de articole ISI, pentru o dublare a scorului este necesară o creștere de până la 5 ori a numărului de articole ISI.

Prezentăm mai jos, pentru comparație, scorurile universităților est-europene din top 500, împreună cu scorurile primelor 10 universități din România:

Nume	Țara	Scor total Shanghai (s)	S_{alumni}	S_{award}	S_{HICI}	$S_{N&S}$	S_{ISI}	S_{size}
Universitatea Szeged	Ungaria	13,12		15,80	7,90	8,70	24,70	13,40
Universitatea Varșovia	Polonia	12,37	17,70			8,10	35,10	16,20
Universitatea Eotvos Lorand	Ungaria	11,01	19,80			12,80	24,30	13,10
Universitatea Jagiellonă	Polonia	10,50			7,90	4,30	31,80	14,10
Universitatea Wroclaw	Polonia	8,54	8,90			6,20	25,20	11,30
Universitatea București	România	4,09				1,00	16,98	3,83
Universitatea Babeș-Bolyai	România	3,96				1,50	15,47	4,59
Universitatea Politehnica București	România	3,66					16,20	3,17
Universitatea Alexandru Ioan Cuza	România	3,25					13,35	4,89
Universitatea Tehnică Gheorghe Asachi	România	2,44					10,11	3,51
Universitatea de Vest	România	2,05			1,39		6,73	3,74
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca	România	1,96					7,59	3,86

Nume	Țara	Scor total Shanghai (s)	S_{alumni}	S_{award}	S_{HiCi}	$S_{N&S}$	S_{ISI}	S_{size}
Universitatea Politehnica din Timișoara	România	1,94					7,86	3,15
UMF Carol Davila	România	1,65	2,67				5,82	1,77
Universitatea din Craiova	România	1,62					7,32	1,12

Se observă că universitățile est-europene din top 500 au contribuții semnificative la punctajul Shanghai și ale altor indicatori decât cel referitor la publicațiile ISI, iar la acest indicator punctajele sunt aproximativ duble față de cele ale celor mai performante universități românești.

În interpretarea acestor rezultate trebuie ținut însă cont că scorurile universităților românești sunt doar niște estimări, așa cum este descris mai sus.

4 Concluzii

Articolul a prezentat încercările de a estima scorurile pe care universitățile românești le obțin conform metodologiei clasamentului Shanghai din 2005. Pentru această estimare este nevoie de punerea în corespondență a valorilor relative folosite în clasament pentru diverșii indicatori cu valori absolute. Un rezultat neașteptat al acestei activități este faptul că rezultatele clasamentului Shanghai nu sunt reproductibile, chiar atunci când se urmărește exact metodologia publicată a clasamentului, și chiar și pentru indicatori la care sunt disponibile surse de date precise și consistente. Această problemă este discutată mai pe larg într-un alt articol¹². În pofida acestei situații, am încercat totuși estimarea scorurilor universităților românești, pe baza datelor pe care le-am putut culege în condițiile unor resurse limitate de timp. Estimarea făcută arată că până și cele mai bune universități din România trebuie să își crească scorul de cel puțin 2 ori pentru a intra între primele 500 de universități din lume. Poziționarea relativă a diverselor universități românești în acest clasament este similară cu cea obținută anterior, într-un studiu

național¹³, doar pe baza unui singur indicator, numărul de articole ISI raportat la numărul personalului academic, deoarece numărul de articole ISI, absolut sau raportat la personal, este și principala sursă de puncte pentru universitățile românești conform metodologiei Shanghai. Un clasament mondial care folosește acest indicator a fost realizat de grupul sloven deja menționat¹⁴, ca alternativă transparentă la clasamentul Shanghai.

5 Mulțumiri

Mulțumesc lui Daniel David, Crinei Cismaș, lui Dragoș Ciuparu, lui Dan Pantoș și celorlalți colegi din asociația Ad Astra pentru extragerea unor date folosite în acest studiu.

Răzvan Florian

Asociația Ad Astra a cercetătorilor români
Centrul de Cercetări Cognitive și Neuronale
(Coneural), Cluj-Napoca, România
florian@ad-astra.ro

¹² R. Florian, *Irreproducibility of the results of the Shanghai academic ranking of world universities*, Ad Astra 5, 2006, <http://www.ad-astra.ro/journal/8/>

¹³ Asociația Ad Astra a cercetătorilor din România și David, D. (2005). *Clasificarea/ierarhizarea universităților din România - 2004. Metodologia Shanghai "Academic Ranking of World Universities" și performanța științifică în universitățile românești*. Revista de Politică Științei și Scientometrie, 3, 124-133.

¹⁴ <http://ai.ijs.si/mezi/iassatena/shanghai-relative.html>

EVALUAREA INDIVIDUALĂ A PERSONALULUI UNIVERSITĂȚII

Sorin POPESCU

I. Contextul evaluării individuale

Dacă urmărim încadrarea activităților specifice mediului academic într-un nomenclator [POP04], universitatea este o organizație furnizoare de servicii profesionale și științifice. În acest plan, produsul oferit de învățământul superior este competența. El este furnizat societății prin intermediul absolvenților, al cercetării științifice și consultanței, precum și prin implicarea directă a membrilor comunității academice în organisme ale comunității locale, regionale, naționale și internaționale. Dacă acceptăm, însă, că instituția de învățământ superior constituie un nucleu important de formare și dimensionare a culturii unei națiuni, trebuie luate în discuție și alte componente ale misiunii acesteia, cum sunt: contribuția la generarea și păstrarea sistemului național de valori, filtrarea dar și facilitarea schimbărilor în cultură și mentalitate necesare progresului societății, armonizarea sistemului național de valori cu cel al comunității internaționale (în particular cu cel European).

Oricare ar fi formularea misiunii sau definirea produselor unei instituții de învățământ superior, menirea principală a acesteia este să servească societatea. Dimensiunile uzual acceptate ale acestei misiuni sunt: *învățământul* (1), *cercetarea științifică* (2), *asistență directă acordată societății* (3). Pentru a realiza acestea la un nivel corespunzător și având în vedere totodată faptul că universitatea constituie principalul nucleu de diseminare culturală a unei națiuni, aceasta trebuie să promoveze prin sistemul de organizare internă un cadru instituțional care, prin aplicarea consecventă a unor valori, principii, reguli și mecanisme adecvate să genereze o cultură instituțională a responsabilității, orientării spre performanță și îmbunătățirii continue. *Promovarea culturii responsabilității și performanței prin propria organizare internă* (4) poate fi tratată în acest context ca cel de-al patrulea element al unei misiuni generice pentru instituția universitară.

Tabelul 1 Misiune, părți interesate, cerințe, caracteristici și instrumente manageriale într-o universitate

Misiune	Părți interesate	Cerințe	Caracteristici	Instrumente manag.
- Învățământ (3 cicluri + învățământ continuu) - Cercetare științifică (programe + contracte cu unități economice) - Implicare în viața societății (consultanță, asistență, implicare directă în	Guvern/minister și organisme locale	- legalitate, eficiență și transparență în utilizarea resurselor publice - implicare socială responsabilă - aliniere la cerințele UE	Infrastructură Resurse umane Resurse financiare	Viziune, misiune Valori și principii Politici și strategii Obiective și priorități
	Angajatori	- competențe ale absolvenților adecvate utilizării imediate - acces la pregătire continuă	Oferta de - învățământ - cercetare	Structură organizatorică Regulamente și proceduri
	Instituții și universități europene	- capacitate, disponibilitate și compatibilitate - calitate consistentă adecvată	- consultanță Leadership	Definire responsabilități și autoritate
	Parteneri și benefic. cercetare/consultanță	- asistență eficientă și eficientă - competență și probitate - inovație		Comunicare (internă,

organisme locale, naționale și internaționale.) - Promovarea unei culturi a responsabilității și performanței prin propria organizare internă.	Studentii (candidați, stud. activi, absolvenți)	- competențe adecvate cerințelor pieței - condiții de viață și activitate - deschidere internațională	cu mediul socio-economic, cu mediul academic) Alocare resurse Evaluare performanțe Acțiuni corective și preventive Îmbunătățire continuă
	Propriul personal	- standarde de evaluare clare - motivare pt. performanță și echitate în promovare - condiții coresp. de activitate și dezvoltare profesională	
	Conducere	- rezultate performante - prestigiu și imagine - atragere studenți și resurse - implicare și responsabilizare personal.	

Misiunea universității este în cea mai mare măsură îndreptată spre mediul ei de inserție (social, economic și academic) dar realizarea acesteia este condiționată în principal de potențialul intern (cultura instituțională, leadershipul conducătorilor, capabilitatea, responsabilitatea și implicarea personalului, resursele financiare și de infrastructură...). O abordare strategică a conducerii universității presupune din partea managementului acesteia o înțelegere holistă (ca un întreg) a situației. O astfel de înțelegere privește instituția universitară într-o dublă ipostază: ca parte a mediului ei de

inserție și în același timp ca sistem care integrează niveluri succesive de organizare care merg până la activitățile individuale ale fiecărui membru al comunității academice (vezi fig. 1).

Conducerea unui astfel de sistem precum și a subsistemelor sale pretinde existența unor reacții (feed-back) care să măsoare ieșirile/rezultatele generate, să le compare cu cele prevăzute ca referințe de planificarea strategică permițând astfel introducerea unor corecții adecvate. Acesta este rolul evaluării la fiecare nivel al sistemului descris. În acest context, evaluarea nu este un scop în sine ci

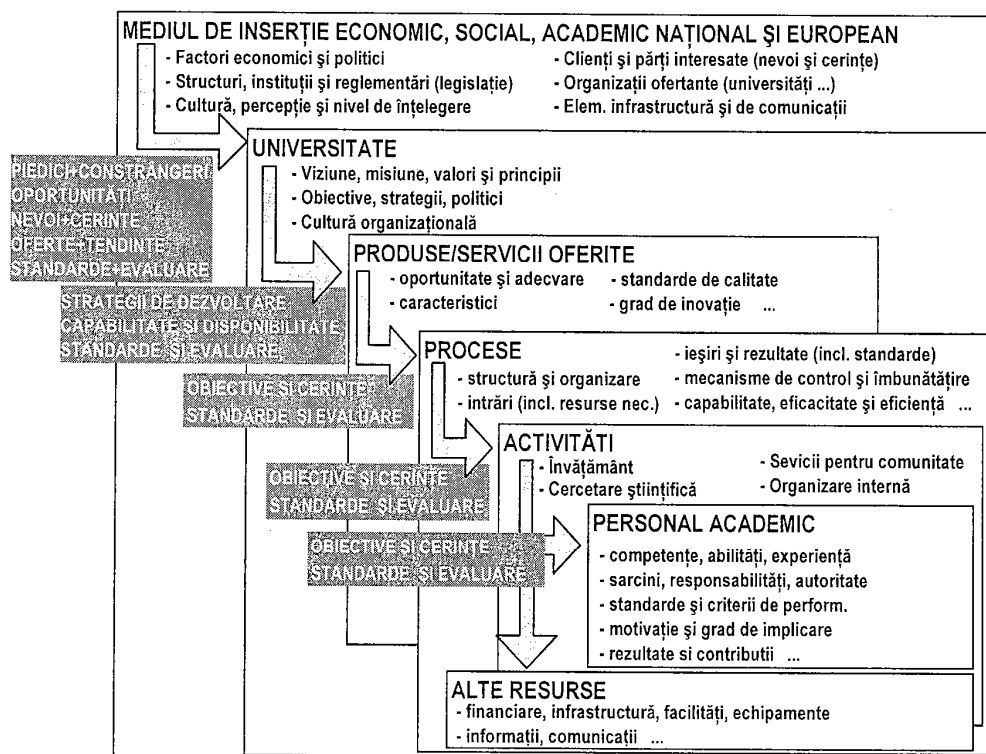


Figura 1 Universitatea este integrată mediului de inserție economic, social și academic și integrează procese, activități și resurse într-o structură instituțională multinivelară.

un proces organizat în cadrul nivelurilor (subsistemelor) universității absolut necesar autoreglării armonice a fiecăruia dintre ele precum și a întregului sistem.

Înțelegerea acestei abordări este poate mai simplă (mai ales pentru un cititor cu pregătire tehnică) dacă o transpunem în domeniul teoriei sistemelor (vezi figura 2). Tratând universitatea ca sistem, subsistemul managerial (de conducere) urmărește menținerea unui standard asumat (mărime de referință) sau urmărirea unei traiectorii dorite (traiectorie de referință), în pofda perturbațiilor externe sau interne existente sau apărute. Referința (mărime sau traiectorie) constituie valoarea „TREBUIE” a sistemului condus, iar evaluarea joacă rolul de reacție (feed-back) și dă subsistemului de conducere valoarea „ESTE”. Diferența între cele două valori este interpretată ca ABATERE și tratată de subsistemul de conducere pe baza unei conduite de conducere (reglare) în sensul minimizării ei. Această abordare se repetă la fiecare nivel de organizare al sistemului (facultate, departament, catedră, ..., individ). Atât stabilirea referințelor cât și a conduitei de conducere se bazează pe cunoașterea și înțelegerea factorilor externi (piedici și constrângeri, oportunități, nevoi și cerințe, alte oferte și tendințe, standarde și modalități de evaluare externe) și au ca rol

materializarea prin obiective a viziunii și misiunii entității respective, filtrate prin prisma factorilor interni (valori, principii, potențial și disponibilitate).

Descrisă în acest fel, devine evident că o astfel de abordare nu este posibilă în afara unei conduite manageriale strategice. Eficacitatea unui sistem de evaluare a personalului într-o organizație a cărei conducere nu practică o astfel de conduită managerială (definind obiective și priorități pe termen mediu-lung, desfășurându-le la nivelurile relevante și urmărindu-le apoi cu consecvență) este mai mult decât discutabilă. Conducerea spre performanță a sistemului și subsistemelor componente fără a stabili referințe sau valori „TREBUIE” în conducerea instituției universitare, a subunităților acesteia (facultate, departament, catedră, specializare etc.) și până la nivelul fiecărui membru al personalului este similară realizării unui produs complex fără să existe un proiect de ansamblu și cele aferente execuției subansamblelor și reperelor componente.

Revenind la o exprimare pozitivă, universitatea ar trebui să dispună de un sistem de măsurare a performanțelor ei globale descrise prin indicatori generali (cei considerați ca fiind relevanți în mediul academic național sau european), la care se adaugă cei specifici aferenți obiectivelor de

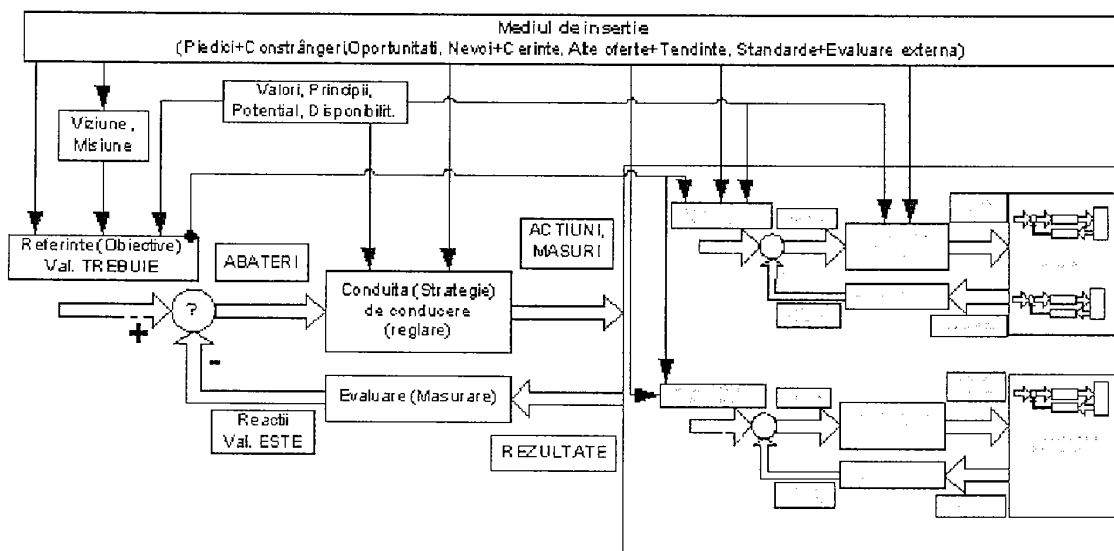


Figura 2. Evaluarea ca element al sistemului de conducere al universității.

dezvoltare stabilite la nivelul instituției universitare pe principalele dimensiuni ale misiunii sale. Sistemul de evaluare al performanțelor are aici o funcție internă de corectare a disfuncționalităților și îmbunătățire continuă și una externă care să asigure controlul societății asupra modului în care universitatea este capabilă și dispusă să răspundă cerințelor acesteia. Atât pentru funcția internă cât și pentru cea externă este necesară elaborarea unor standarde de referință. În același timp, sistemul de evaluare al performanțelor universității trebuie corelat cu cel național astfel încât să furnizeze datele necesare acestuia.

Abordarea se repetă la nivelurile inferioare de organizare a instituției universitare: facultăți, departamente, catedre, specializări/programe de studiu, discipline, centre de cercetare, servicii și până la nivel individual. Stabilirea referințelor pentru evaluare se realizează printr-un proces de desfășurare (descompunere) a obiectivelor nivelului superior la care adăunează obiective proprii ale nivelului respectiv. La fiecare nivel trebuie elaborate standarde adecvate care să permită sesizarea abaterilor relevante care necesită măsuri în consecință.

La fiecare nivel, evaluarea trebuie să fie realizată prin proceduri adecvate și pe baza unor criterii și indicatori specifici dar corelați cu cei aferenți celorlalte niveluri. Sistemele de evaluare în discuție trebuie să fie dezvoltate pe baza unor principii generale și specifice adecvate fiecărui nivel. Evaluarea individuală a personalului are într-un astfel de context un loc și scop bine definite fiind departe de a fi o înșiruire nestructurată de criterii și metrici.

II. Scopul evaluării

Prin prisma celor prezentate anterior, evaluarea are ca scop principal să creeze și dezvolte un sistem coerent și eficace de măsurare a performanțelor la toate nivelurile instituției universitare începând

cu cel al întregii instituții și sfârșind cu al fiecărui membru al personalului.

La nivelul personalului, sistemul de evaluare contribuie la crearea unei culturi instituționale orientate spre performanță, a asumării responsabilității pentru contribuția individuală la realizarea obiectivelor universității și respectiv a subunităților acesteia.

Desfășurând scopul declarat mai sus, evaluarea individuală face parte dintr-un mecanism instituțional care urmărește să contribuie la:

- a. *Îmbunătățirea performanțelor* globale ale universității, ale subunităților acesteia și ale fiecărui membru al personalului universității;
- b. *Creșterea contribuției individuale* la realizarea obiectivelor și atingerea indicatorilor de performanță;
- c. *Asumarea responsabilității individuale* pentru propria prestație;
- d. *Creșterea implicării personalului* în rezolvarea sarcinilor și problemelor universității;
- e. *Creșterea competenței și dezvoltarea profesională* personală.

III. 10 principii fundamentale ale unui sistem de evaluare individuală

Indiferent de scopul pentru care a fost conceput, un sistem de evaluare se constituie ca un mecanism managerial iar construcția lui este adecvată doar în măsura în care se dovedește eficace în atingerea scopului propus. Construcția și implementarea unui mecanism ineficace este o risipă de resurse și pot fi chiar dăunătoare performanței. Din această cauză, odată stabilit scopul evaluării este util să se identifice un număr de principii (judecăți sau reguli) prin care să fie filtrate deciziile aferente concepției sistemului în discuție. Pentru scopul asumat la II, sunt propuse mai jos 10 astfel de principii (Tabelul 2).

Tabelul 2. 10 principii fundamentale ale evaluării individuale a personalului universitar

Nr. Crt	Principiu	Enunț	Observații
1	<i>Scop, criterii și modalități definite, cunoscute, înțelese și acceptate</i>	Scopul și modalitățile de evaluare, criteriile, indicatorii, standardele de performanță și procedurile de aferențe trebuie să fie stabilite, cunoscute, înțelese și pe cât posibil acceptate de către întregul personal evaluat înaintea perioadei de activitate la care se referă evaluarea.	- O evaluare care nu are definite clar scopul, principiile și modalitățile de utilizare a concluziilor nu are cum să genereze rezultate relevante, care să justifice efortul. - Așa cum o lege nu poate produce efecte retroactiv, nici un sistem de evaluare nu poate fi aplicat unei perioade anterioare definirii și comunicării lui.
2	<i>Relevanță în raport cu obiectivele</i>	Criteriile și modalitățile de evaluare trebuie să asigure relevanța acestora atât în raport cu obiectivele și prioritățile generale ale universității cât și referitor la obiectivele specifice stabilite la nivelul fiecărei subunități (facultate, catedră, specializare, centru de cercetare, ...).	- Într-o organizație în care nu sunt stabilite și urmărite cu consecvență obiective la toate nivelurile relevante, un sistem de evaluare nu are sens și nu-și atinge scopul. Nu se poate evalua măsura în care cineva a contribuit la atingerea unei ținte dacă aceasta nu a fost definită, comunicată și urmărită.
3	<i>Focalizare pe rezultate</i>	Evaluarea trebuie să se refere la calitatea rezultatelor obținute ca ocupant al unei poziții sau în urma prestării unei activități și nu la poziția sau activitatea în sine.	- Nu este punctată poziția de Decan sau activitatea de conducere de doctorat ci rezultatele obținute în poziția respectiv ca urmare a activității menționate.
4	<i>Adecvare la poziție</i>	Criteriile și modalitățile de evaluare a activității individuale precum și standardele de performanță trebuie să fie adecvate poziției ocupate de persoana evaluată (manager: Rector, Prorector, Decan etc. sau cadru didactic: Profesor, Conferențiar, Șef de lucrări etc.) iar rezultatele contorizate trebuie să depindă în principal de poziția celui evaluat.	- Un sistem de evaluare bazat pe criterii uniforme nu își atinge scopul. Persoane aflate pe poziții deferite au obiective diferite și contribuie în mod diferit la atingerea obiectivelor universității ^(a) . - Trebuie stabilite fișe de post generice pentru fiecare poziție evaluată (vezi IV). - Nu pot fi stabilite criterii de evaluare în raport cu rezultate care nu depind în principal de persoana sau entitatea evaluată.
5	<i>Întărirea autorității delegate</i>	Fiind un instrument managerial, evaluarea nu trebuie să diminueze ci să întărească autoritatea fiecărui nivel de management astfel încât acesta să poată promova obiectivele și prioritățile stabilite pentru entitatea pe care a fost delegat să o conducă.	- Evaluarea individuală bazată pe un sistem de criterii stabilit la nivelul întregii instituții și vizând doar atingerea obiectivelor acesteia va lipsi conducătorii entităților componente de un instrument cu care să motiveze contribuția personalului la atingerea obiectivelor specifice acestor entități.
6	<i>Transparență, obiectivitate și probitate</i>	Evaluarea se derulează public, se bazează pe criterii și indicatori clari (lipsiți de echivoc sau care să dea curs unor aprecieri arbitrare), este verificată de persoane independente de entitățile evaluate și este descurajată orice încercare de falsificare a realității.	- Dacă rezultatele evaluării entităților componente ale universității se recomandă să fie publice, oportunitatea publicării rezultatelor individuale este controversată**. - Există tendința de "umflare" a rezultatelor individuale, acceptată de managerul evaluator în ideea că întreaga entitate pe care o conduce va prezenta rezultate superioare.
7	<i>Flexibilitate</i>	Evaluarea trebuie să conducă la recunoașterea tuturor contribuțiilor relevante pentru performanțele instituției, chiar dacă acestea nu au fost cuprinse și cuantificate în sistemul inițial de criterii și standarde.	- Un sistem de evaluare trebuie menținut viu și supus unei îmbunătățiri continue. Unul împietrit, bazat pe ideea "ceea ce nu încapă în criteriile stabilite nu există" este nociv pentru performanță.
8	<i>Încurajarea performanței</i>	Rezultatele evaluării trebuie să fie urmate de măsuri concrete de recunoaștere a contribuției celor performanți și care să-i determine pe aceștia să continue eforturile de a se menține ca atare iar pe cei mai puțin performanți să-și îmbunătățească prestația.	- Evaluarea neurmată de consecințe adecvate este demotivantă pentru performanță. Ea trebuie legată de sistemul de promovare, recunoaștere și stimulare a rezultatelor meritorii. - Evaluarea nu trebuie să aibă un impact salarial direct pentru că este percepută ca fiind punitivă dar trebuie să conducă la recunoașterea și premiarea meritelor. - Într-o organizație orientată spre performanță nu poate lipsi un sistem de instruire-perfecționare continuă a personalului.

9	<i>Abordare pozitivă</i>	Evaluarea nu are ca scop declarat să-i penalizeze pe cei neperformanți ci să-i ajute pe aceștia să-și identifice punctele slabe și să-și îmbunătățească activitatea.	- Nu trebuie pedepsiți cei neperformanți ci consiliați și monitorizați în îmbunătățirea performanțelor. - Trebuie penalizate totuși atitudini ca reavoința și indolența, ignorarea acestora încurajând extinderea lor. - Trebuie luate în considerare ca acțiuni post-evaluare consilierea și instruirea (teme care sunt puțin prezente privind personalul academic).
10	<i>Simplitate și cost redus</i>	Sistemul de evaluare trebuie să fie pe cât posibil simplu și aplicarea lui să nu consume resurse exagerate.	- Nu este de dorit un sistem de evaluare complicat și mare consumator de resurse dar nici unul care conceput și aplicat pe motivul simplității nu poate să-și atingă scopul. - E de preferat alocarea unor resurse mai mari în faza de concepție și pregătire a implementării sistemului de evaluare decât risipirea resurselor în promovarea unui sistem care nu-și atinge scopul propus.

Observații suplimentare

(a). Utilizarea unui sistem uniform de criterii pentru întregul personal didactic este puternic demotivantă pentru cei care ocupă poziții manageriale sau sunt implicați activ în organisme naționale și internaționale. Impactul unei astfel de conduite este nefavorabil asupra performanțelor instituției deoarece aceștia sunt obligați să se concentreze asupra îndeplinirii criteriilor didactico-științifice personale, neglijând

evident performanțele specifice poziției ocupate. Ori performanțele instituției și ale subunităților acesteia depind în primul rând de modul în care acestea sunt conduse. De aceea trebuie stabilite structuri de evaluare specifice pentru pozițiile menționate în care atât ponderea activităților didactico-științifice respectiv manageriale cât și criteriile de evaluare a activității manageriale să fie adecvate fiecărei poziții în parte (vezi Tabelul 3).

Tabelul 3 Un exemplu pentru structura în % a evaluării personalului didactic implicat în activități manageriale în universitate și în afara acesteia

Nr. crt.	Poziția	Structura eval. [%]		Observații
		Act.manag.	Act.did./șt.	
I Conducere universitate				
1.	Rector	Min. 90	Max. 10	Stabilite de Senat
2.	Prorector	Min. 80	Max. 20	
3.	Secretar științific universitate	Min. 70	Max. 30	
4.	Director/șef departament	Min. 60	Max. 40	
5.	Alte poziții relevante ... (Ex. Consilieri, Directori centre de cercetare etc.)	Min. ...	Max. ...	Stabilite de Biroul Senatului
II Conducere facultate				
6.	Decan	Min. 80	Max. 20	Stabilite de Consiliul Profesorat
7.	Prodecan	Min. 70	Max. 30	
8.	Secretar științific facultate	Min. 60	Max. 40	
9.	Alte poziții relevante ...	Min. ...	Max. ...	Stabilite de Biroul Cons. Profesorat
III Conducere catedră				
10.	Șef catedră	Min. 80	Max. 20	Stabilite de Consiliul Profesorat
11.	Locțiitor șef catedră	Min. 30	Max. 70	Stabilite de Biroul Cons. Profesorat
12.	Responsabil specializare	Min. 40	Max. 60	
13.	Alte poziții relevante ...	Min. ...	Max. ...	
IV Membru sau în conducerea unor organisme naționale și internaționale				
14.	Organisme naționale	Min. ...	Max. ...	Stabilite de Biroul Senat în funcție de gradul de implicare și contribuția la realizarea obiectivelor universității
15.	Organisme internaționale	Min. ...	Max. ...	

IV. Analiza sarcinilor de serviciu și stabilirea fișelor de post generice

Proiectarea sistemului de evaluare individuală trebuie precedată de identificarea, descrierea și analiza sarcinilor de serviciu generice pentru fiecare poziție relevantă și proiectarea fișelor de post aferente. În lucrările de specialitate referitoare la managementul resurselor umane, de exemplu în [PIT03], sunt lămurite aspectele conceptuale și descrise modalități pentru rezolvarea acestei probleme. Lucrarea menționată propune pentru analiza muncii metode inductive (bazate pe tehnici de inventariere, chestionare și observare) care pun mai puțin în evidență abordarea strategică și orientată spre procese. Este adevărat pe de altă parte că este puțin probabil să fie identificat sau descris un algoritm "bun pentru orice situație".

În opinia autorului prezentei lucrări, în instituția universitară pentru o abordare robustă a analizei muncii și stabilirii sarcinilor de serviciu ar fi de dorit să fie utilizate suplimentar:

- a. identificarea și desfășurarea obiectivelor generice ale universității;
- b. identificarea, descrierea și analiza proceselor care se desfășoară în universitate.

Ambele analize menționate sunt laborioase și presupun o muncă în echipe, implicând reprezentanți ai fiecărei subunități cu sarcini specifice (facultăți, departamente, catedre, centre de cercetare, programe de studiu, servicii funcționale) și care în prealabil sunt instruiți adecvat. Analizele sunt iterative, fiind puțin probabil să conducă la un tablou relevant după prima încercare. Identificarea corectă a obiectivelor generice, respectiv a proceselor universității, atribuirea responsabilităților, gradul de detaliere, rezultatele și indicatorii de performanță sunt doar câteva din variabilele analizelor amintite.

Pentru exemplificare sunt prezentați în continuare câțiva pași ai unei posibile desfășurări de obiective generice.

A. Identificarea obiectivelor generice (direcții de acțiune, axe) ale universității

A1. Pe dimensiunea relațiilor cu mediul extern

- a. *Prestigiu și recunoaștere internațională*
- b. *Prestigiu și recunoaștere națională*
- c. *Prestigiu și recunoaștere regională/locală (în mediul socio-economic)*
- d. *Produse performante (adecvate la cerințe și nevoi ale clienților, inovative, ...)*
- e. *Atragere de resurse extrabugetare*
- f. *Atragere de studenți pentru toate treptele (bachelor, master, doctorat).*

A2. Pe plan intern

- a. *Promovarea unei culturi organizaționale orientate spre performanță (Promovarea unui sistem de valori adecvat, recunoașterea și motivarea contribuției angajaților și a realizărilor excepționale, stabilirea standardelor și procedurilor de evaluare, derularea evaluării și acțiunea în consecință)*
- b. *Organizare eficace și eficientă (stabilirea clară a autorității și responsabilității, identificarea descrierea, menținerea sub control și îmbunătățirea proceselor, stabilirea unui sistem eficace de comunicare internă, stabilirea și aplicarea procedurilor stabilirea standardelor și procedurilor de evaluare pentru pozițiile manageriale, derularea evaluării și acțiunea în consecință)*
- c. *Utilizare eficientă, transparentă și echitabilă a resurselor*
- d. *Întărirea potențialului*
 - uman (recrutare, formare, perfecționare)
 - material, infrastructură, comunicații, ...
 - de cooperare cu exteriorul
- e. *Responsabilizarea și implicarea întregului personal*
- f. *Satisfacerea nevoilor, cerințelor și așteptărilor studenților*
- g. *Satisfacerea nevoilor, cerințelor și așteptărilor propriului personal*

B. Identificare acțiunilor care contribuie la atingerea fiecărui obiectiv generic

Ex.: a. **Prestigiul și recunoașterea internațională** pot fi obținute sau îmbunătățite prin:

- Inițiere/participare, promovare și susținere de proiecte internaționale de cooperare instituțională și de cercetare cu alte universități europene, de cercetare, ...
- Organizare de programe de studiu în cooperare, doctorate în cotutelă ...
- Organizare de evenimente (inclusiv culturale) care întăresc prestigiul internațional al universității (conferințe, d.h.c., profesor onorific, baluri, concerte, ...)
- Participare în organisme și organizații internaționale

- Mobilități cadre didactice (profesor invitat, lector la cursuri în străinătate, participare la conferințe internaționale în străinătate, organizare mobilități inclusiv cursuri ale cadrelor didactice din străinătate ...)
- Mobilități studenți (în ambele sensuri)
- ...

C. Identificarea activităților și rezultatelor aferente fiecărei acțiuni și atribuirea acestora

De ex., în tabelul 4 au fost identificate activitățile aferente acțiunii de Inițiere, promovare și susținere de proiecte de cooperare instituțională și de cercetare cu alte universități europene

- Socrates/ Erasmus/ CEEPUS/...
- FP6/7
- alte programe internaționale

Tabelul 4 Obiective, acțiuni, activități și rezultatele așteptate

Nr. crt.	Obiective generice ale universității	Acțiuni care trebuie întreprinse la diverse niveluri pentru atingerea acestora					Rezultate așteptate
		Universitate	Facultate	Catedră	Program de studiu	Centru/proiect de cercetare	
1	Întărirea prestigiului internațional al universității						
1.1	Inițiere, promovare și susținere de proiecte de cooperare instituțională și de cercetare cu alte universități europene - Socrates/ Erasmus/ CEEPUS/... - FP6/7 - alte programe internaționale	Identificare și evaluare tipuri de programe și cerințe, includere în plan strategic și operațional, stabilire priorități, modalități de susținere și cadru de reglementare, comunicarea lor.	Desfășurare strategică, identificare potențial, stabilire priorități, planificare operațională, comunicare cadru de reglementare			Informare; Evaluare potențial Plan individual	- Listă de programe cu cerințele acestora și evaluare oportunitate de implicare, priorități, modalități de susținere; - Plan strategic și operațional la fiecare nivel relevant; - Regulament de desfășurare; - Canale de comunicare; - Personal informat; - Plan individual.
		Asistență și susținere în întocmire proiecte, stabilire contacte și inițiere colaborare, identificare resurse. Semnare proiecte/ convenții de cooperare.	Inițiere și stabilire contacte, întocmire proiecte de cooperare, identificare și confirmare disponibilitate resurse .				- Contacte stabilite confirmate; - Propuneri de proiecte; - Proiecte de cooperare aprobate; - Resurse identificate și confirmate.
		Asistență în derulare proiecte Furnizare resurse derulare proiecte		Derulare proiecte Atragere resurse complementare			- Mobilități studenți și cadre didactice; - Programe de studiu în cooperare ; - Programe de doctorat în cooperare; - Programe de cercetare în cooperare.
		Monitorizare derulare proiecte		Raportări periodice			

D. Gruparea coerentă a acțiunilor pe niveluri și analiza fiecărui nivel

Acțiunile, activitățile și rezultatele aferente sunt grupate pe niveluri (universitate, departamente și servicii funcționale, facultate, catedră, program de studiu, centru de cercetare, individ) și analizate și reformulate cu participarea reprezentanților acestor niveluri. În cursul acestei analize se urmăresc:

- gruparea optimă și reformularea adecvată a acțiunilor, activităților și rezultatelor prevăzute;
- pozițiile responsabile în cadrul fiecărui nivel pentru acțiunile și activitățile menționate;
- măsura în care persoanele sau subunitățile în discuție dispun de capacitatea (inclusiv resursele) de a realiza activitățile identificate;
- măsura în care rezultatele depind de persoanele sau subunitățile în discuție.

E. Proiectarea fișelor de post generice

În sursele bibliografice indicate sunt prezentate formate pentru descrierea posturilor, inclusiv pentru mediul universitar. Formatul acestora nu este obligatoriu, el poate fi stabilit și pe baza cerințelor specifice ale universității.

V. Planificarea performanțelor

Plecând de la planul strategic (și cel operațional) al universității printr-un proces de desfășurare succesivă a obiectivelor pe niveluri și adăugând la fiecare etapă obiectivele proprii nivelului respectiv se obține configurația de obiective SMART (Specifice, Măsurabile, Tangibile, Relevante, definite în Timp) pentru fiecare dintre nivelurile (subunitățile) relevante ale universității.

Procesul de desfășurare este realizat la fiecare etapă prin negociere între reprezentanții subunităților (nivelurilor) implicate, Ex.: Rector+prorector versus decan+prodecani, ..., conducere catedră versus profesori-conferențieri conducători de programe de studiu, centre de cercetare, discipline sau grupuri de discipline, doctorat, profesori+conferențieri versus șef de lucrări, asistenți, doctoranzi. În urma acestui proces rezultă pentru fiecare nivel și persoană un plan de performanță asumat, cunoscut și înțeles care va conține obiective, rezultate, modalități de măsurare, criterii-indicatori, valori țintă (standarde de evaluare). În planificarea performanțelor individuale, procesul utilizează ca suport fișele de post generice stabilite pentru fiecare poziție. Planurile de performanță sunt publice pentru a asigura transparența și percepția de echitate.

Întregul personal implicat trebuie instruit și asistat (ghid publicat pe site-ul universității) pentru a derula în mod corect această fază de management al performanței. Prin sondaj, sunt verificate planificările realizate la diverse niveluri, într-un procent prestabilit.

VI. Evaluarea performanțelor

Evaluarea are loc la sfârșitul perioadei la care s-a referit planificarea. În principiu ea poate fi realizată de către reprezentantul nivelului superior care a negociat în faza de planificare dar trebuie să existe verificări ale unor persoane independente (eventual tot prin sondaj) pentru a asigura obiectivitatea evaluării. Raportul de evaluare este public pentru subunitățile evaluate. La nivel individual trebuie să fie analizat impactul publicării lui pentru fiecare poziție și decis în consecință. Ca regulă generală, rapoartele privind evaluarea performanțelor manageriale se recomandă să fie publicate pentru că acestea privesc întreaga entitate condusă (mai ales într-un sistem electiv).

VII. Măsurile post-evaluare

Nu ne-am propus deocamdată decât menționarea necesității unor măsuri adecvate obiectivelor stabilite ale evaluării. Un sistem de evaluare lipsit de consecințe este gratuit și nu are cum să-și atingă scopul (este o risipă de resurse). Mai mult, un astfel de sistem va determina în mod cert demotivarea celor performanți.

Bibliografie:

- GRI02. Griffith Univ. Performance management for academic managers, Univ. Policy, 2002, www62.gu.edu.au/policylibrary.nsf/
- GRO02. Grote, R.C. The performance appraisal question and answer book: survival guide for managers, ISBN 0-8144-0747-1, American Management Association, New York, 2002.
- LUI05. Lu, J. How to improve the quality of Performance Management Process, Philips Lighting-East Asia, 2005.
- MCN99. McNamara, C. Employee Performance Management, www.managementhelp.org/emp_perf/emp_perf.htm, 1999.
- MIN06. Univ.Minnesota. Annual Performance Reviews, 2006, www1.umn.edu/ohr/policies/performance/
- MON00. Monash Univ. Academic Performance Management Scheme Step-by-Step Guide for Supervisors, Guide for Academic Staff, Position description form, Classification manual, Academic promotion-teaching, Academic promotion-research, 2000, www.adm.monash.edu.au/staff-development/ws/pms/

- NEN05. New England Univ. Performance Management System – Academic Staff, 2005, www.une.edu.au/rmo/policies/hr/performanagmtacademic.pdf
- OPM01. U.S. Office of Personnel Management A Handbook for Measuring Employee Performance: Aligning Employee Performance Plans with Organizational Goals, United States Office of Personnel Management, 2001.
- PIT03. Pitariu, H. Proiectarea fișelor de post, Evaluarea posturilor de muncă și a personalului, Ghid practic pentru manageri, Casa de Editură IRECSO, București, 2003.
- POP04. Popescu, S., Brătianu, C., s.a. Ghidul calității în învățământul superior, Editura Universității București. 2004.
- USD05. Univ. California San Diego UC Personnel Policies for Staff Members (UCPPSM) and UCSD Implementing Procedures, 2005, <http://blink.ucsd.edu/Blink/External/Topics/Policy/0,1162,465,00.html#policy23>

Prof. Univ. Dr. Ing. Sorin POPESCU
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

POLI DE EXCELENȚĂ ȘTIINȚIFICĂ ÎN ROMÂNIA (2)

Gheorghe BENGA

exclus de la Premiul Nobel 2003 pentru chimie, fondatorul Biologiei Celulare și Moleculare la Cluj-Napoca

Petre T. FRANGOPOL

Secolul 20 a fost considerat secolul fizicii, iar secolul 21 deja a primit numele de secolul științelor biologice, cu un domeniu de vârf consacrat structurii și funcțiilor celulei, denumit *Biologie Celulară și Moleculară* ce s-a impus după 1950, când a influențat și revoluționat medicina, care a devenit astăzi *medicină celulară și moleculară*. Unul din principalii ctitori ai Biologiei Celulare și Moleculare este George Emil Palade, primul (și din păcate singurul român până astăzi) care a primit Premiul Nobel (1974) împreună cu Albert Claude și Christian de Duve pentru *descoperiri privind organizarea structurală și funcțională a celulei*.

Biologia Celulară și Moleculară este introdusă ca materie de învățământ la facultățile de medicină din România în 1978-79 și această *premieră* se datorează în bună măsură și profesorului G.E. Palade.

La Cluj-Napoca se încredințează organizarea noii discipline lui Gheorghe Benga, proaspăt absolvent, cursuri de zi și al Facultății de Chimie, Universitatea Babeș-Bolyai, care la 34 de ani, devine, probabil, cel mai tânăr șef de disciplină din România.

În anul 2003, lumea științifică internațională a fost bulversată de o dublă omisiune – deliberată - privind atribuirea premiilor Nobel: pentru medicină prof. Raymond Damadian (SUA) și pentru chimie prof. Gh. Benga (România). În cazul Gheorghe Benga, datele din literatura internațională atestă că el *este întâiul*

descoperitor al primei proteine canal pentru apă din membrana hematiei umane în 1985, denumite ulterior aquaporine, cu câțiva ani înaintea lui Peter Agre (SUA, Laureat al Premiul Nobel pentru Chimie în 2003)/1/. Aceasta reprezintă contribuția originală cea mai de seamă din opera științifică a lui Benga.

Gheorghe Benga și colaboratorii săi au descoperit și localizat această proteină canal pentru apă în 1985 și au publicat rezultatele lor în 1986, în binecunoscute și prestigioase reviste științifice internaționale: *Biochemistry (USA)* și *European J. Cell Biology*. /2, 3/. Mai mult, Gh. Benga a descris rezultatele sale în acest domeniu în câteva *review-uri* invitate și chiar într-un capitol de carte pe care a editat-o într-o prestigioasă editură americană, CRC Press /4-7/. Aceste lucrări demonstrează că, în fond, grupul prof. Gh. Benga a descoperit prima proteină canal pentru apă câțiva ani înaintea lui Peter Agre /8/. Comitetul Nobel a eludat contribuția științifică importantă a prof. Gh. Benga, fără a-l menționa măcar în descrierea istorică a descoperirii aquaporinelor care însoțește anunțul decernării premiului /9/.

Incursiune biografică și formarea profesională

Descendent al unei familii cu adânci rădăcini în istoria poporului român, care explică dârzenia și spiritul muncii sale

serioase de zi cu zi, Gh. Benga s-a născut la Timișoara (1944) în timpul refugiului familiei din Ardealul de Nord (cedat prin Dictatul de la Viena). Tatăl, Gheorghe Benga, era fiu de țărani săraci din Gorj, dar descendent al unei vechi familii de boieri (cu istoria cunoscută până la fiica domnitorului Țării Românești Vlad II zis Drăculea (1435-1446, fiul nelegitim al lui Mircea cel Mare sau Bătrân). Pentru a putea învăța, a urmat Liceul militar din Cernăuți, face 3 ani de front în linia întâia, dar este dat afară din armată în 1946 fiindcă a refuzat să devină membru al partidului comunist. Mama, Silvia Benga, absolventă a Universității din Cluj (latină, greacă și arheologie), fiica protopopului Augustin Ghilezan din Banat (delegat al Ciacovei la Marea Adunare Națională de la 1 Decembrie 1918 care a avut loc la Alba Iulia și apoi membru în primul Parlament al României Mari), a fost o foarte apreciată profesoară a Liceului "Gheorghe Barițiu" din Cluj-Napoca, de unde este pensionată forțat (deși avea gradul I), fiindcă nu accepta compromisuri la notarea copiilor de "înalți nomenclaturisti".

Fiul, Gheorghe Benga de care ne ocupăm în rândurile de față, este clasificat primul în toți anii la Liceul "Emil Racoviță" din Cluj pe care îl absolvă (1961) ca șef de promoție (bacalaureat cu media 10) la o școală care se poate mândri, astăzi, cu cel mai mare număr de membri ai Academiei Române proveniți din rândul absolvenților săi. Este distins cu *Diploma de onoare pentru rezultate excepționale în activitatea profesională*.

După absolvirea Facultății de Medicină Generală a Universității de Medicină și Farmacie "Iuliu Hațieganu" (1967) în timpul căreia a primit "bursa de merit republicană" optează pentru munca de cercetare și este clasificat primul la concursul de internat în laborator. Își desfășoară activitatea (1966-1969) ca intern la catedrele de Microbiologie, Biochimie și Laboratorul Clinicii Medicale II. Este atras de biochimie (Prof. Ion Manta, fondatorul școlii de Biochimie Medicală la Cluj) și consideră ca întâi mentor pe Dr. Adriana Hodârnu, de la care primește primele "lecții" de lucru în laborator. Student

fiind, este stimulat de apariția primei sale lucrări științifice pe care o redactează integral și apare într-o revistă din Vest /10/. Urmează cursurile Facultății de Chimie a Universității "Babeș-Bolyai", Cluj-Napoca (1968-1972). Devine licențiat (1972) cu o lucrare de analiza urmelor la Catedra de chimie analitică (prof. Crișan), iar lucrarea de absolvire a anului V de specializare, în chimia suprafețelor și radiochimie, realizată în laboratorul unui distins profesor de chimie coloidală (prof. Emil Chifu), l-a ajutat pe tânărul Benga la formarea unei solide baze teoretice de chimie, dar și la deprinderea practică de a aplica în lucrările sale de laborator la medicină, tehnici noi de chimie analitică, de chimie fizică, de radiochimie, etc.

Devine doctorand bursier (1969-1972) la Prof. I. Manta pe care îl consideră al doilea mentor al său, iar celui de al treilea mentor, profesorul Octavian Bârzu, urmașul la catedră al prof. Manta, care a absolvit de asemenea Facultatea de Chimie după cea de Medicină, îi este îndatorat fiindcă l-a învățat ce înseamnă *știința de performanță*, publicarea în reviste cotate ISI (*Institute of Scientific Information - USA*) și documentarea științifică.

Gh. Benga devine foarte repede un cercetător matur, având propriul său proiect de cercetare (caracterizarea mitocondriilor din ficatul uman în condiții normale și patologice), cu rezultate publicate /11/ dar și comunicate la Congresul Internațional de Biochimie de la Stockholm (1973), unde atrage atenția prof. G.E. Palade, cu care Benga s-a întâlnit prima dată și a purtat discuții științifice pe parcursul a mai multor zile.

Ocupă, prin concurs (1972), un post de asistent la Catedra de Biochimie Medicală și ulterior obține o bursă post-doctorală de la *Wellcome Trust* (Marea Britanie) pentru a lucra cu prof. Dennis Chapman la Universitatea Sheffield și apoi la Chelsea College a Universității din Londra (devenit apoi King's College) timp de 12 luni de zile (1974-1975) unde învață metodele fizice utilizate în studiul biomembranelor:

rezonanța electronică de spin, rezonanța magnetică nucleară, calorimetria diferențială, etc. Devine șef de lucrări (1978) și în același an se înființează Disciplina de Biologie Celulară, lui Benga încredințându-i-se conducerea ei.

Organizarea Disciplinei de Biologie Celulară și Moleculară

Noua disciplină exista de fapt numai pe hârtie, o "schemă" de personal cu Benga șef de lucrări și 12 posturi vacante de asistenți pentru a se ocupa de pregătirea celor aproape 800 de studenți în medicină (generală și pediatrie), dintre care jumătate erau străini. Nu exista spațiu, dotări etc; totul trebuia luat de la zero.

Reușește să obțină întreg etajul 3 al clădirii UMF Cluj-Napoca din str. Pasteur nr. 6, eliberat ca urmare a unui incendiu ce distrusese în mare parte Catedra de Istorie a Medicinii, datorită sprijinului direct al conducerii UMF, în special al prorectorului Ion Simiti, dar și al rectorului Ion Baciuc, decanului Facultății de Medicină Viorel Ghiran, Șefului de Catedră, din care făcea parte disciplina, Antipa Ivanof. Elaborează singur toate planurile de amenajare a sălilor de lucrări practice și a laboratoarelor de cercetare inclusiv cele pentru mobilierul specific și instalațiile de laborator. Vizitează, pe cont propriu, pe Prof G. Palade la Universitatea Yale, SUA și susține apoi conferințe invitate la 10 universități americane. Prof. Palade i-a încurajat eforturile și l-a sfătuit ca la Cluj-Napoca, biologia celulară trebuie să se dezvolte pe tematici diferite față de cele de la recent înființatul Institut de Biologie și Patologie Celulară din București. *România este o țară mică, i-a spus Palade, nu este logic să se facă același gen de cercetări și la București și la Cluj-Napoca, tu Benga, trebuie să menții colaborarea începută cu laboratoare de vârf din lume, ca un ataș la motocicletă, altfel vei merge pe linii moarte.*

Datorită eforturilor absolut deosebite pe care le-a depus, la 3 ani de la înființare, disciplina beneficia deja de condiții foarte bune pentru activitate didactică și de

cercetare științifică (aparatură specifică: primită în dar din străinătate de la colaborările începute cu Universitatea din Londra și cea de la Urbana-Champaign-SUA, din granturi internaționale și din țară, de la Institutul de Biologie din București, din contracte cu Academia de Științe Medicale și IFA-Măgurele etc).

În paralel, Benga s-a ocupat de selectarea unor cadre didactice și de formarea lor. Primul a fost medicul Victor I. Pop (azi Șef al Catedrei de Genetică Medicală la UMF Cluj-Napoca), al doilea biologul Octavian Popescu, membru corespondent al Academiei Române, în prezent decan al Facultății de Biologie a Universității "Babeș-Bolyai" și Șef al Catedrei de Genetică, apoi farm. Ana Mureșan care este Șef al Catedrei de Chimie Terapeutică la UMF Cluj-Napoca. După 1990, Benga a promovat la gradul de conferențiar pe colaboratorii săi dr. în fizică (la Universitatea din Canberra, Australia) Vasile V. Morariu, cercetător științific principal I la ITIM Cluj-Napoca, în prezent profesor la Fac de Fizică și pe Dr. în medicină Horea Matei, iar la gradul de șefi de lucrări pe dr. în fizică Dorin Poruțiu și dr. med. Lucian Frențescu. Alți preparatori și asistenți au plecat definitiv în SUA și Canada. Se poate afirma că a format o adevărată școală în acest domeniu.

În schimb, Gh. Benga a fost "ținut" șef de lucrări până la "dezghețul" funcțiilor universitare din ianuarie 1990 când este promovat, prin concurs, conferențiar, iar din 1991 este promovat profesor și Șef al Catedrei, devenită din 1990 de Biologie Celulară și Moleculară. De la început redactează (primul în România!) materiale pentru studenți: la început litografiate ("Fișe", "Îndrumător de lucrări practice" - 1980, 1982, "Curs de biologie celulară-1980, "Ghid de studii", inclusiv în l. engleză) apoi tipărite și aduse la zi până în 2005.

Organizarea Laboratorului de Genetică Umană al Spitalului Clinic Județean Cluj

În 1978, după o documentare în țară și străinătate, reușește să amenajeze după mari

eforturi, un Centru, *unic în România*, de Genetică Umană integrat Disciplinei de Biologie Celulară, de a cărui dotare cu aparatură a laboratoarelor, selecționarea și instruirea personalului ce execută determinările de genetică, s-a ocupat personal, instruindu-i cu metodologia pe care a învățat-o în Olanda.

Acest *laborator unic în România* (Laboratorul de Explorări Genetice I al Spitalului Clinic Județean Cluj) efectuează *determinări de citogenetică* (cromatină sexuală prin testul Barr, determinarea cariotipului cu bandarea cromosomilor și studiul cromosomului Y – aceasta s-a făcut în premieră națională), *analize de genetică biochimică* (unele analize în exclusivitate națională (diagnosticul aminoacidopatiilor, al unor anomalii ale metabolismului glucidic etc), iar în ultimii ani și *analize de genetică moleculară*.

Reorganizarea Laboratorului de Microscopie Electronică “Dr. Dorin Poruțiu”

Colaborarea până astăzi, întinsă pe parcursul a peste două decenii, cu prof. John Wrigglesworth de la Colegiul Chelsea, Londra, pe care l-a cunoscut în timpul stagiului său post doctoral din Anglia, a condus la obținerea, ca donație, a unui microscop Hitachi HU-11A cu accesorii și piese de schimb, Consiliul Britanic a plătit deplasarea la Cluj-Napoca în 1976 a doi tehnicieni englezi pentru instalarea și punerea în funcție a aparatului. Laboratorul de Microscopie Electronică a UMF-Cluj fusese înființat în anii '50 ai secolului trecut cu aparatură rusească, menținută în funcție de pasionatul fizician, Dr. Poruțiu, dar depășită fizic și moral. Microscopul în afara folosirii la programele de cercetare a fost utilizat și pentru lucrările cu studenții. La vizita din 2003 la Cluj, Gunter Blobel (Laureat Nobel în 1999, pentru fiziologie și medicină) a declarat că în puține facultăți de medicină din lume se face această practică cu studenții.

În 2005 Benga obține alte două microscopie electronice, un ultramicrotom, o instalație de metalizare de la King's College

Londra (demonstate, ambalate și montate la Cluj-Napoca de un tehnician englez), toate cheltuielile, inclusiv transportul, fiind realizate cu fonduri obținute de la FEBS, de același prieten al Clujului, Prof. J. Wrigglesworth.

Organizarea Centrului de Medicină Moleculară și Neuroștiințe

Catedra de Biologie Celulară și Moleculară (BCM) este recunoscută Centru de Excelență (1998). Benga începe să depună mari eforturi pentru construirea unei noi clădiri a UMF Cluj-Napoca, pe amplasamentul din str. Pasteur nr. 6. Reușește finalizarea construcției, ultimul nivel fiind destinat amenajării unui *Centru de Medicină Moleculară* (inaugurat în decembrie 2002), cu aparatură performantă de ultima oră achiziționate din fonduri și granturi interne. Subliniez grantul *Program de masterat-doctorat de Medicină Moleculară și Neuroștiințe* (Director Gh. Benga), realizat în colaborarea dintre Catedra de BCM, cea de Neurologie Pediatrică (NP) ale UMF Cluj-Napoca și Catedra de Psihologie a UBB Cluj-Napoca (Prof. Mircea Miclea și colaboratorii).

Din fonduri de la bugetul Ministerului Sănătății dar și din granturi obținute de Șeful Catedrei de Neurologie Pediatrică (Prof. Ileana Benga), s-a reușit amenajarea și dotarea unor laboratoare de neurofiziologie (video-electroencefalografie digitală, electromiografie) și de neuropsihologie, în clădirea Clinicii de NP a Spitalului Clinic de Copii din Cluj-Napoca. Astfel s-a constituit în prezent *Centrul de Medicină Moleculară și Neuroștiințe al UMF Cluj-Napoca*, cu 2 Departamente, unul de Medicină Moleculară și celălalt de Neuroștiințe.

Programe de colaborare științifică cu parteneri din străinătate și granturi obținute

Au fost derulate mai multe programe comune de cercetare având pe Gh Benga *principal investigator*. Dintre acestea menționăm programul:

1. Româno-Britanic, *Studii asupra membranelor biologice cu aplicații medicale* (Prof. J. Wriglesworth și Prof. Dennis Chapman) finanțat prin mai multe granturi de la *Wellcome Trust* (1981–1994), soldat cu rezultate științifice importante publicate în comun (v. mai departe) dar și cu donații de aparatură semnificative, inclusiv piese de schimb și accesorii, reactivi chimici, zeci de cărți științifice, un fișier bibliografic cu câteva mii de extrase de lucrări științifice donat de Prof. Chapman, completat și adus la zi de Benga.
2. Româno-American, *Efectul compoziției în acizi grași asupra funcției biomembranelor Biologice* (Prof. Fred A. Kummerow și Dr. Ross P. Holmes, Burnsid Research Laboratory, University of Illinois, Urbana-Champaign, SUA), a fost finanțat (1984–1987) printr-un grant de la National Science Foundation, SUA. Alături de rezultatele științifice (v. mai departe) au fost aduse: un termometru electronic cu microprocesor și o instalație pentru preparare de membrane artificiale-liposomi, reactivi chimici, mii de pagini de literatură științifică etc.
3. Româno-Australian, *Cercetarea permeabilității pentru apă a eritrocitelor de la diferite specii*, care se derulează din 1996, până în prezent, în colaborare cu Prof. Philip Kuchel, Departamentul de Biochimie, Universitatea din Sydney. A fost donată o ultracentrifugă SorvallOTD65 și un rotor.
4. Uniunii Europene cu Laboratorul de Genetică Moleculară al Spitalului de Copii din Manchester, condus de dr. Martin Schwartz, care de asemenea a donat aparatură și reactivi chimici.

Se cuvine menționat că din fiecare deplasare în străinătate, Gh. Benga a adus aparate și materiale de laborator, reactivi chimici, literatură științifică, care au constituit mijloace importante pentru realizarea cercetării.

În total, convertind sumele din contracte, granturi și donații, Gh. Benga a

obținut pentru UMF Cluj-Napoca fonduri și bunuri de peste 1.500.000 USD.

Stagii de cercetare și vizite științifice în străinătate

Gh. Benga a lucrat pentru perioade de 1-7 luni în mai multe laboratoare de vârf din străinătate ca *visiting researcher* sau *visiting professor* la Universitățile din Londra, Sydney, Urbana-Champaign, (Illinois, SUA), Osaka, precum și la *Institute of Applied Biochemistry, Mitake, Gifu, Japan*. Între 2003-2006 este *Honorary Associate, School of Molecular and Microbial Sciences, The University of Sydney, Australia* cu care menține legăturile de colaborare.

A fost "Visiting Lecturer" (și/sau a efectuat schimburi de experiență și documentare) în anii 1980-2005 la numeroase laboratoare și universități, printre care, în *Europa*: Universitățile din: Londra, Edinburgh, Newcastle, Amsterdam, Utrecht, Köln, Leipzig, Hannover, Praga, Belgrad, Bologna, Nencki Institute Warsaw, Université Libre Bruxelles, ETH Zürich; în *SUA*: Secția de Biologie Celulară a Prof. G. Palade la Yale University New Haven, Laboratorul de Biologie Celulară de la Rockefeller University New York (condus de Günter Blobel, urmașul Profesorului Palade), Burnsid Research Laboratory (Univ. Illinois, Urbana-Champaign – Prof. F.A. Kummerow), Univ. Madison (Wisconsin), Univ. Columbus (Ohio), Univ. Chicago, Univ. Albert Einstein (New York City), Univ. Farmington (Connecticut), Boston Biomedical Research Institute (Michigan), Harvard Medical School, Michigan Molecular Institute, Medical College of Minnesota Minneapolis, Research Triangle Park North Carolina, Univ. Utah Salt Lake City, Univ. California Berkeley, San Francisco, Baylor College of Medicine Houston, Purdue Univ. Lafayette IN, Univ. Virginia Charlottesville, Wright State Univ. Dayton OH, Bowman Gray School of Medicine, Winston Salem NC, Louisiana School of Medicine, Shreveport; în Japonia: Univ. Keio. Tokyo, Juntendo Tokyo, Medical and Dental Univ. Tokyo, Kobe, Hokkaido

Univ. Sapporo, Osaka Bioscience Institute; în Australia: Univ. Sydney, Howard Florey Inst. Medical Research Melbourne etc.

De subliniat: *Special Seminar* "The Birth of Aquaporin", Wayne State University., School of Medicine, Detroit (2002); *Invited seminars*: The Rockefeller University (NY) and Farmington (CT) din SUA "*From the discovery of the first red blood cells water channel protein in Cluj-Napoca, Romania in 1995 to the 2003 Nobel Prize in Chemistry*" (2003); **10 seminarii în Japonia în 2005: "Water channel proteins: from their discovery in Cluj-Napoca, Romania, in 1985, to the 2003 Nobel Prize in chemistry and their implications in molecular medicine"**.

Participarea cu lucrări la manifestări științifice naționale și internaționale

Gh. Benga a prezentat lucrări științifice (inclusiv ca "*Invited speaker*") la zeci de manifestări științifice internaționale: Congrese Europene de Biochimie (Federation of European Biochemical Societies – FEBS - Meetings: Varna, 1971; Paris, 1975; Copenhaga, 1977), de Biologie Celulară (Budapesta, 1986, Praga, 1994, Bologna, 1999), Congrese Internaționale de Biologie Celulară (Berlin, 1980, Montreal, 1988), de Microscopie Electronică (Seattle, 1990, Durban, 2002), de Științe fiziologice (Paris, 1977; Helsinki, 1989; Glasgow, 1993; Christchurch, 2001), de Genetică (Toronto, 1988), de Biochimie (Stockholm, 1973; Amsterdam, 1985; Praga, 1988), Conferințe și Simpozioane Internaționale ("Water and Ions in Biological Systems" - București, 1987; "Molecular Basis of Membrane Disease" - Praga, 1988; "Thermal effects on Cells and Ectotherms" - Turku, 1989; "Erythroid Cells" - Berlin; "Looking in cells with NMR" - 7th Int. Congress of the Federation of Asian and Oceanian Biochemists and Molecular Biologists, Sydney, 1995; "Overseas invited speaker and representative of the American Association for the Advancement of Science" la Congresul Anual al Societății Australiene de Biofizică (Sydney, Australia, 1991);

"Overseas invited speaker" la Congresul Societății Australiene de Biofizică (Canberra, 1998) "Symposium on Aquaporins" in the COMBIO 2002 Meeting (Sydney); 6th Int. Cystic Fibrosis Symposium (Dubrovnik, 2002); 7th Int. Cystic Fibrosis Symposium (Bratislava, 2003); 9th World Congress on Advances in Oncology and The 7th International Symposium on Molecular Medicine (Hersonissos, Crete, 2004); mai multe "International Symposium on Metal Elements in Environment, Medicine and Biology", Timisoara (1998-2004); "Victor Babeș Colloquium", National and Kapodistrian University, Athens, 2004; Plenary Lecturer, The 9th WORLD MULTI-CONFERENCE ON SYSTEMICS, CYBERNETICS AND INFORMATICS, Orlando, Florida, 2005; Plenary Lecturer, The 8th Iranian Congress of Biochemistry & 1st International Congress of Biochemistry and Molecular Biology, Teheran, 2005; Invited Session "Water Channel Proteins: From their Discovery in 1985 in Romania to the 2003 Nobel Prize in Chemistry" at The 9th WORLD MULTI-CONFERENCE ON SYSTEMICS, CYBERNETICS AND INFORMATICS, Orlando, Florida, 2005; Symposium "Water channel proteins: from their discovery to the physiopathology and clinic" 4th WORLD CONGRESS OF CELLULAR AND MOLECULAR BIOLOGY, Poitiers, France, 2005.

Organizator principal de manifestări științifice naționale și internaționale

A fost organizator principal (și "*speaker*") al unor importante manifestări științifice naționale sau internaționale:

- oct. 1980: workshop româno-britanic: "*Membrane processes. Molecular biological aspects and medical applications*";
- mai 1981: Cluj-Napoca și august 1982, New York, workshop româno-american: "Rolul biomembranelor în integritatea și funcția celulelor". Aceste întâlniri de lucru au dus la reluarea în 1983 (după o întrerupere de 6 ani) a programelor comune de cercetare româno-americană,

- sub egida National Science Foundation și a Consiliului Național pentru Știință și Tehnologie;
- iunie 1986, Cluj-Napoca: FEBS Advanced Course; "Biomembranes and Diseases", sub egida Filialei Cluj a Academiei Române și a FEBS cu participarea a 30 profesori din țară și din străinătate, a 82 cursanți străini și a 150 cursanți români. Cursul a întrunit cele mai favorabile aprecieri din partea profesorilor și a cursanților;
 - iunie 1986, Cluj-Napoca: co-chairman la *International Union of Biochemistry Symposium: "Membrane lipids and proteins in transport and assembly processes"*;
 - co-chairman of a *Minisymposium: "Membrane transport processes"* la Congresul Internațional de Biologie celulară (Montreal, 1988);
 - iulie 1995, Cluj-Napoca: ICRO (*International Cell Research Organization*)/UNESCO Training Course on "Biomembranes and diseases" sub egida Filialei Cluj a Academiei Române, a Ministerului Educației Naționale, a Ministerului Cercetării și Tehnologiei, a Fundației Culturale Române și a Universității de Medicină și Farmacie "Iuliu Hațieganu" din Cluj-Napoca;
 - 19-30 iulie 1999: ICRO (*International Cell Research Organization*)/UNESCO Training Course on "Biomembranes and molecular medicine" sub egida Filialei Cluj a Academiei Române, a Ministerului Educației Naționale, a Ministerului Cercetării și Tehnologiei, a Fundației Culturale Române și a Universității de Medicină și Farmacie "Iuliu Hațieganu" din Cluj-Napoca;
 - 2001-2005: 12 ediții ale "*Cluj-Napoca International Symposium on Molecular Medicine, Society and Public Health*", dintre care subliniem: 7th "*Cluj-Napoca International Symposium on Molecular Medicine, Society and Public Health*" on: "*Landmarks in transport across cell membrane: a Symposium in the honor of Nobel Laureates George Emil Palade and*

Günter Blobel" (cu participarea ultimului, mai 2003);

- 10 decembrie 2004: The 1st OUTNOBEL SYMPOSIUM (Cluj-Napoca, România);
- 9 decembrie 2005: 2nd OUTNOBEL SYMPOSIUM (Cluj-Napoca, România)

Recunoașterea valorii Profesorului Gheorghe Benga

În UMF Cluj-Napoca valoarea i-a fost recunoscută prin acordarea celor mai înalte premii ("Iuliu Moldovan", "Iuliu Hațieganu" "pentru întreaga activitate de cercetare și învățământ"), medalii și diplome, precum și prin organizarea (în 23 aprilie 2004) a unui Simpozion Aniversar: "9th Cluj-Napoca International Symposium on Molecular Medicine, Society and Public Health", *Celebrating the 150th anniversary of the birth of Victor Babeș, the 25th anniversary of the Department of Cell and Molecular Biology of the "Iuliu Hațieganu" University of Medicine and Pharmacy and of the Laboratory of Human Genetics of Cluj County Hospital and the 60th birthday of Professor Gheorghe Benga*. La acest Simpozion, toți cei 120 de participanți (din 4 țări) au semnat un "Memorandum pentru recunoașterea lui Gh. Benga ca un descoperitor al primei proteine canal pentru apă din membrana eritrocitului uman cu câțiva ani înaintea lui Peter Agre (Premiul Nobel pentru Chimie pe 2003)". Memorandumul se poate citi pe adresa Asociației Ad Astra: www.ad-astra.ro/benga.

La nivel local i se acordă în 2003 Premiul pentru știință al Prefecturii și Consiliului Jud. Cluj, Premiul "Omul anului 2003" al cotidianului "Adevărul de Cluj" pentru "prioritatea mondială în descoperirea primei proteine canal pentru apa din membrana celulei roșii sanguine umane", în 2004 Titlul de Cetățean de Onoare al Municipiului Cluj-Napoca și Premiul Presei Clujene.

La nivel național primește în 2003 Premiul OPERA OMNIA al CNCIS ("pentru excelență în cercetarea științifică"), Premiul "Laurii Științei" (pe 2003, primul astfel de premiu) al Radio România, Medalia de Aur a Academiei Oamenilor de Știință

“pentru descoperirea primei proteine canal pentru apă (aquaporina 1) în hematia umană” (2004), Diploma de excelență a presei medicale pe 2004, este nominalizat în “Topul personalităților științifice medicale pe 2004” de “Flacăra lui Adrian Păunescu”. Este invitat să prezinte Conferința plenară (despre descoperirea primei PCA) la Conferința Națională a CNCSIS (2004, Timișoara). A fost directorul subprogramului de medicină celulară și moleculară al Viasan (2001-2004). În 2004 este ales Președinte al Societății Române de Medicină de Laborator (unde succede regretatului acad. Nicolae Cajal). Devine Vicepreședinte al Societății Române de Genetică Medicală (fiind medic primar în această specialitate) și Președinte al Filialei Cluj a Societății Române de Biologie Celulară, de la înființarea celor două societăți până în prezent.

Academia de Științe Medicale îl alege membru titular (1993), iar Academia Română membru corespondent (2001).

Doctor Honoris Causa al Universității de Vest “Vasile Goldiș” Arad (2003), al UMF “Carol Davila” din București (2004, primul român distins cu acest titlu), al UMF “Grigore T. Popa” din Iași și al UMF “Victor Babeș” din Timișoara.

Î se decernează medaliile “Victor Babeș” și “Grigore T. Popa” și devine Profesor de Onoare al Universității de Medicină și Farmacie din Tg. Mureș.

La nivel internațional: membru activ al Academiei de Științe din New York (fără plată), ca recunoaștere a contribuției la realizarea Vol. 414 din *Annals of N.Y. Acad. Sci. "Biomembranes and Cell Function"*, F.A. Kummerow, Gh. Benga, R.P. Holmes (Eds.), care a fost cel mai solicitat dintre toate volumele publicate în 1983; Premiul Anual al Uniunii Medicale Balcanice (1987) pentru cercetările de biologie a membranelor și Medalia “A 50-a aniversare a Uniunii Medicale Balcanice”; Premiul “K. Miras” al Asociației Balcanice de Laborator Clinic (2005), și tot în 2005 este nominalizat *Honorary President, 9th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and*

Informatics, July 10-13, Orlando, Florida, USA.

Opere de sinteză (cărți “de autor”, treceri în revistă - ”reviews”)

Benga este autor, coautor, sau editor, la 25 de titluri de *cărți publicate (monografii, volume de studii științifice, volume didactice)*, bazate pe o documentare exhaustivă și trecerea prin filtrul gândirii proprii a literaturii, pe o îndelungată experiență proprie de cercetare de laborator și de predare la studenți, masteranzi, doctoranzi și medici.

La patru cărți, premiere în literatura științifică română, este unic autor: “*Biologia moleculară a membranelor cu aplicații medicale*” (Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 1979), “*Biologie celulară și moleculară*” (Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 1985), “*Biologie celulară*” de I. Diculescu, D. Onicescu, Gh. Benga, L.M. Popescu, (Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983), “*Călătorie în microuniversul celulei*” (Ed. Științifică și enciclopedică, 1986), “*Introducere în biologia celulară și moleculară*” (Ed. Medicală Universitară “Iuliu Hațieganu”, 2005).

Co-autor principal este la două cărți: “*Metode biochimice în laboratorul clinic*” de I. Manta, M. Cucuianu, Gh. Benga, A. Hodârnu (Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 1976), “*Biologie celulară*” de I. Diculescu, D. Onicescu, Gh. Benga, L.M. Popescu, (Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983. Toate aceste cărți au fost epuizate imediat după publicare și au întrunit recenzii dintre cele mai favorabile.

Unic editor este la două serii publicate în prestigioasa editură americană *CRC Press, Boca Raton, Florida:*

1. “*Structure and Properties of Cell Membranes*” (1985), în 3 volume, cu 27 de capitole scrise de 43 de cercetători din 14 țări, ca urmare a unei invitații primite din partea editurii, ca “lider al domeniului”. A fost retipărit un nou tiraj, acest titlu fiind menționat în *Enciclopedia Britanică*.

2. "Water Transport in Biological Membranes" (1989), în 2 volume, are 25 capitole scrise de cercetători renumiți din SUA, Franța, Germania, Anglia, Olanda și Japonia, inclusiv cel al Benga privind transportul apei prin membrana eritrocitului uman.

Benga este co-editor (și co-autor), împreună cu savanți din SUA (Fred Kummerow și RossHolmes) la un volum "Biomembranes and Cell Function", publicat în seria Annals of the New York Academy of Sciences (1983) și la două volume publicate de Springer Verlag (New York și Berlin), împreună cu savanți din Anglia (Harold Baum) și Olanda (Joseph Tager): "Membrane Processes: Molecular Biology and Medical Applications" (1984) și "Biomembranes. Basic and Medical Research" (1988).

Este co-editor și co-autor (împreună cu Iovanca Haiduc, Douglas Fowler, Ion Mihai Năstase) al primului volum din *Seria "Monografii de Medicină Moleculară, Societate și Sănătate publică"*, vol. 1. *Aspecte negative multiple ale înlocuirii sistemelor centralizate de alimentare cu căldură a blocurilor de locuințe din România cu sisteme termice individuale alimentate cu gaz natural (centrale "de apartament", convectoare etc)*, 2003 (și a doua ediție revizuită și adăugită publicată în 2004), iar împreună cu alți 4 cercetători din 3 țări este co-editor și co-autor al volumului "Proceedings of the 9th World multi-conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Volume X. International Institute of Informatics and Systemics", Zinn Dale, Savoie Michael, Lin Kuo-Chi, El-Badawy El-Sayed, Benga Gheorghe (Eds.), Orlando, USA 2005, care cuprinde (publicate în extenso) lucrările pe teme biomedicale comunicate la Conferința Mondială menționată, al cărei Președinte de Onoare a fost.

Benga a scris câteva zeci de *tregeri în revistă ("reviews")*, sinteze ale unor domenii bine delimitate ale biologiei și medicinei celulare și moleculare, în care, pe lângă prelucrarea a sute de referințe bibliografice a redat experiența proprie de cercetare. Unele

au fost incluse în volume publicate în edituri foarte cunoscute, de pildă în vol. 5 din seria "Biological Membranes. Physical Fact and Function" (ed. Dennis Chapman, în Academic Press, London, 1984), "Biochemical Research Techniques" (ed. John Wrigglesworth, în John Wiley & Sons, London, 1983). Alte treceri în revistă sunt publicate în unele dintre cele mai prestigioase serii: *Progress in Biophysics and Molecular Biology* (Pergamon Press, Oxford), *International Review of Cytology* (Academic Press, New York), *Current Opinion in Cell Biology* (Nature Publ. House). De remarcat că una dintre acestea este citată de peste 110 ori în Science Citation Index. Se știe că citările de peste 100 de ori corespund la ceea ce s-a numit la un moment dat "Citation Classic".

Contribuții științifice originale publicate în volume și reviste științifice

Cercetarea sa științifică fundamentală se înscrie în domeniul *biologiei și medicinei moleculare a membranelor* și în cel al *geneticii medicale*, prin cele peste 300 de lucrări publicate, dintre care aproape 100 în reviste cotate ISI care au adunat peste 1000 citări SCI-ISI.

A. Caracterizarea compoziției moleculare și a particularităților structurale și funcționale ale membranelor subcelulare hepatice umane (mitocondrii și microsomi): în comparație cu fracțiunile corespunzătoare de la șobolan, cele umane conțin de două ori mai multe lipide, cu diferențe în privința acizilor grași esențiali (studiile au fost efectuate prin rezonanță electronică de spin - RES și markeri de spin - MS).

Originalitatea și caracterul prioritar al lucrărilor pe această temă este recunoscut și prin recenzarea lor în "Nutrition Reviews" 37, 21 (1979) de către Prof. Olson, editorul acestei reviste americane, precum și prin citarea lor de mai mulți autori, printre care Laureatul Premiului Nobel Peter Mitchell (în *FEBS Letters*, 151, 147, 1983).

B. Studiile privind interacțiunile moleculare dintre componente în sisteme model și pe membrane naturale prin RES și MS sunt primele cercetări de acest fel în România. Ele au vizat întâi *interacțiunile între proteine și lipide* (problema fundamentală a structurii și funcției membranelor biologice) studiate pe mai multe modele, precum și în membrane naturale.

Interacțiunile moleculare lipide-lipide în membrane studiate prin RES cu MS în cadrul programului de cooperare cu Universitatea Illinois din Urbana-Champaign, s-au axat pe studiul comparativ al efectelor colesterolului și 25-hidroxicolesterolului (25HC) asupra lipidelor. 25HC apare ca produs de oxidare a colesterolului în cursul păstrării alimentelor în congelator sau la prepararea mâncării (prin prăjire) acesta fiind un factor angiotoxic: administrat animalelor de experiență, a produs apariția leziunilor caracteristice ateromatoase.

Studiile de RES cu MS, au contribuit la promovarea metodei în România, dar și a utilizării aparatului RES produse la IFIN Măgurele.

C. Programul de studii asupra transportului apei prin membranele biologice (eritrocite, liposomi) și aplicațiile medicale, început în 1976, în scopul înțelegerii mecanismelor moleculare ale acestuia (pe atunci necunoscute), s-a soldat cu priorități științifice, între care cea mai de seamă a fost descoperirea primei proteine canal pentru apă (PCA). Colaborarea cu dr. Vasile V. Morariu a condus, mai întâi, la *standardizarea unei tehnici de rezonanță magnetică nucleară (RMN) pentru evaluarea difuziunii apei prin membrana eritrocitară* /13/, lucrare care are peste 80 de citări. Apoi *s-a caracterizat permeabilitatea pentru apă a hematiei umane, prin stabilirea valorilor normale ale permeabilității difuzionale pentru apă (P_d), a dependenței de pH și de temperatură a permeabilității* /13-16/.

S-a demonstrat că acest proces de transport al apei este realizat prin proteine canal, deoarece unii reactivi blochează

grupările SH (reactivii SH inhibă transportul apei). S-au efectuat pentru prima dată în literatură, experiențe cu incubări succesive cu mai mulți reactivi SH, demonstrându-se că unii dintre acești reactivi, precum iodoacetamida (IAM) și N-etilmaleimida (NEM), nu inhibă transportul apei, pe când reactivii mercurici, ca: HgCl₂, *p*-cloromercuribenzoatul (PCMB), sunt inhibitori specifici, existând un prag maxim de inhibiție /17-19/. S-a studiat în premieră prin RMN și permeabilitatea apei pe fantome eritrocitare și efectele inhibitorului *p*-cloromercuribenzenulfonatului (PCMBs)/20/.

Am subliniat la începutul acestui articol contribuția originală a lui Benga privind descoperirea primei proteine canal pentru apă în membrana hematiei umane în 1985, cu câțiva ani înaintea lui Peter Agre (Laureat Nobel pentru Chimie în 2003). Aceasta s-a făcut pe fantome eritrocitare preincubate cu un reactiv SH neinhibitor al transportului apei (NEM) spre a *bloca* grupările SH nespecifice, apoi s-au incubat fantomele cu PCMBs (marcat cu mercur radioactiv) la 37°C și s-a controlat prin RMN că s-a produs o inhibiție semnificativă a transportului apei. S-au separat prin electroforeză proteinele membranei eritrocitare și s-a determinat și localizarea radioactivității pe electroforetogramă. *S-a descoperit pentru prima dată* că radioactivitatea era localizată pe lângă zona numită banda 3 și într-o zonă numită generic banda 4.5, dar de fapt în zona ce corespundea greutateii moleculare (GM) de 35-60 kdalton (kD). Se știa că în banda 3 migrează proteina de transport al anionilor, iar în banda 4.5 proteinele de transport al glucozei și nucleozidelor; dar inhibitorii acestor procese de transport nu inhibau transportul apei. De aici Benga trage concluzia că radioactivitatea în zona GM de 35-60 kD corespunde la o "*proteină minoră de membrană implicată în transportul apei*". *Rezultatele au fost obținute la Cluj-Napoca în 1985, iar o primă lucrare a fost publicată în revista Biochemistry (USA) în 1986* /2/. Cercetările au fost extinse, rezultatele fiind similare, astfel că în 1986 grupul Benga publică o altă lucrare de referință în European

Journal of Cell Biology /3/. Ulterior Benga descrie rezultatele în treceri în revistă /4-7/.

Proteina a fost purificată ulterior (1988), din întâmplare, de grupul Agre /8/, identificată ca fiind canal pentru apă abia în 1992 /21/ și denumită în 1993 aquaporina 1 /22/. S-a văzut atunci că de fapt la Cluj-Napoca în 1985 grupul Benga descoperise componenta glicozilată a aquaporinei 1. În lucrarea din 1992, Peter Agre nu citează lucrările de referință ale grupului Benga din 1986 /2,3/. El primește în 2003 Premiul Nobel pentru Chimie (Gheorghe Benga fiind omis) "pentru descoperirea canalelor pentru apă", descoperire care de fapt fusese făcută la Cluj-Napoca în 1985 de grupul Benga!!!

Acordarea Premiului Nobel era meritată, fiindcă proteinele canal pentru apă, care transportă apa cu viteză foarte mare, sunt prezente în membranele celulelor tuturor viețuitoarelor, de la bacterii, plante, animale până la om. De aceste proteine, numite în prezent aquaporine (și rudele lor) depind procesele fundamentale ale vieții, iar defectele în funcționarea aquaporinelor duc la boli renale, cardiovasculare, oculare etc

Deși în Conferința sa Nobel ("Nobel Lecture") Agre îl citează pe Benga de două ori (ca "pionier al domeniului transportului apei"), n-a citat nici în varianta publicată a conferinței /23/ lucrările de referință ale grupului Benga din 1986 /2,3/.

Benga purifică și el în 1992 proteina-canal pentru apă din membrana eritocitară umană, în laboratorul Prof. John Wrighglesworth la King's College London, pe care a caracterizat-o printr-un procedeu original de dozare prin densitometria gelului de electroforeză în gel de poliacrilamidă colorat cu argint /24/.

Pe lângă descoperirea primei PCA o altă prioritate mondială a grupului Benga o reprezintă descoperirea implicațiilor proteinelor canal pentru apă în epilepsie și distrofia musculară Duchenne (DMD). În 1977 Benga și Morariu publică în revista Nature /25/ o lucrare în care se raportează o permeabilitate scăzută pentru apă a hematiilor de la copii cu epilepsie idiopatică (la cazuri selecționate de Ileana Benga), iar în *Muscle*

& Nerve /26,27/ raportează o permeabilitate scăzută pentru apă a hematiilor de la pacienți cu DMD. În 2005 ideea a fost confirmată, raportându-se anomalii ale aquaporinei 4 în creierul pacienților epileptici /28/ și în mușchii pacienților cu DMD /29/. Demonstrează *determinismul genetic al permeabilității pentru apă a membranei eritrocitare* /30/ prin corelarea valorilor P_d ale hematiilor de la mamă și nou născut.

Începând cu 1990 Benga a realizat un program prioritar pe plan internațional (Cluj-Napoca - Sydney) de investigare a permeabilității pentru apă a membranei eritrocitare de la diferite specii, începând cu animalele de laborator (șoarece, șobolan, cobai, iepure), continuând cu cele domestice (oaie, câine, pisică, cal, vacă /31/, precum și cu o varietate de animale sălbatice (pești, batracieni, păsări, cămilă, alpaca elefant, și marsupiale) /32/. Particularitățile transportului apei prin membrana eritocitară de la aceste specii (luând ca referință eritrocitul uman) au importanță deosebită pentru înțelegerea semnificației fiziologice a permeabilității pentru apă a membranei eritrocitului. Pe baza acestor studii Kuchel (Sydney) și Benga formulează explicația semnificației fiziologice a prezenței aquaporinei 1 în membrana eritrocitului /33/.

D. Studiul modificărilor ionice în epilepsie: în colaborare cu Ileana Benga s-au descris modificări electrolitice (în plasmă, eritrocite și în lichidul cefalo-rahidian) la copiii epileptici, printre altele observând o hipomagneziemie corelată cu severitatea bolii (reflectedă în frecvența crizelor epileptice) /34/.

E. Alte cercetări privind bolile genetice: în premieră națională s-a realizat diagnosticul aminoacidopatiilor în România prin metodologia de cromatografie bidimensională în strat subțire preluată în 1982 din Laboratorul Spitalului de Copii din Utrecht și adaptată la condițiile din România.

În colaborare cu Laboratorul de Genetică Moleculară al Institutului de Biologie al Academiei de Științe a Ucrainei din Kiev (Prof. Ludmila Livshits) și cu Laboratorul de Genetică Moleculară de la Royal Children

Hospital din Manchester (Dr. Martin Schwarz) grupul Benga a realizat primul studiu exhaustiv asupra tipului de mutații în gena fibrozei chistice la populația din România. S-a stabilit că procentul în care apare mutația cea mai frecventă pe plan mondial (delta508) este aprox. 59% (la fel ca la celelalte populații de origine latină: italieni, francezi, spanioli). De asemenea frecvența următoarelor mutații este similară, în schimb apare și o mutație de origine slavă (în procent mai mic decât la ruși sau la ucrainieni), *ceea ce corespunde cu asimilarea slavilor în etnogeneza poporului roman* /35/.

F. Cercetări legate de cancer.

În cele 7 luni cât a fost "Visiting Professor" (Senior Invitation Fellowship, Japan Society for the Promotion of Science) la Institute of Applied Biochemistry, Mitake, Gifu, Japan (Prof. Kunio Yagi) Benga a realizat, cu succes, o premieră: transfecția celulelor de melanoame umane maligne cu plasmide (având incorporată gena interferonului uman β incluse în liposomi. A demonstrat că după transfecție celulele produc interferon β și acesta duce la moartea celulară prin apoptoză și necroză a celulelor maligne. Este prima etapă a programului de cercetare vizând terapia genică a melanoamelor maligne cu gena interferonului β /36/.

Benga exclus (omis din eroare) de la Premiul Nobel

Istoria completă a descoperirii proteinelor canal pentru apă a fost prezentată de Benga într-o trecere în revistă invitată /37/ care a fost publicată cu o lună înainte de acordarea Premiului Nobel pentru Chimie lui Peter Agre pentru "descoperirea proteinelor canal pentru apă". Contribuția seminală a grupului Benga a fost trecută cu vederea - în mod grosolan - de către Peter Agre și de asemenea de către Comitetul Nobel. Este un alt exemplu de greșeli în acordarea Premiului Nobel, când un om de știință care a contribuit cu adevărat cel dintâi la o descoperire este lăsat pe dinafară. Acesta este cazul Benga în legătură cu prima descoperire a primei

proteine canal pentru apă din membrana CRS umane.

Privind retrospectiv, punând întrebarea crucială, când a fost descoperită prima PCA, aquaporina 1, un răspuns foarte clar și corect ar fi: prima proteină canal pentru apă, numită azi aquaporina 1, a fost identificată sau "văzută" in situ în membrana CRS umane de către Benga și colaboratorii săi în 1985 și raportată în publicații în 1986 /2,3/. A fost iarăși "văzută" când a fost purificată din întâmplare de către Agre și colaboratorii în 1988 /8/ și a fost iarăși identificată când funcția ei principală, proprietatea de a transporta apa, a fost găsită de către Agre și colaboratorii în 1992 /21/.

Prioritatea lui Benga în descoperirea primei PCA a fost recunoscută de mulți oameni de știință de excepție. De pildă Profesorii Kuchel și Vandenberg din Australia scriau /38/: "*In the late 1980s, Peter Agre, while working on the rhesus blood group antigens at Johns Hopkins University serendipitously discovered a new membrane protein that he called CHIP28 (channel integral membrane protein of molecular weight 28k). At that time he had no idea what its function was /8/. Previously and independently, Gh. Benga and his group in Romania had shown that the water transport inhibitor p-chloromercuribenzenesulfonate selectively bound to a protein in red blood cell membranes /2/. Subsequent studies showed that this was a glycosylated form of CHIP28.*"

După cum se poate vedea pe adresa Asociației Ad Astra (www.ad-astra.ro/benga) prioritatea grupului Benga în descoperirea primei PCA a fost menționată și în multe comentarii privind Premiul Nobel pentru Chimie pe 2003 /39-45/. Recunoașterea lui Benga ca întâiul descoperitor al primei proteine canal pentru apă și excluderea (omiterea) sa de la Premiul Nobel este în creștere. Mii de reprezentanți ai comunității academice și științifice de la sute de unități academice și de cercetare, din peste 40 de țări, printre care savanți de renume mondial (George Palade, Naoyuki Taniguchi, Jean Montreuil etc), ca și participanții la 30 de

evenimente științifice internaționale, inclusiv la două congrese mondiale /46,47/ au semnat ca suporteri ai lui Benga, cum se poate vedea pe adresa Ad Astra.

Merită să cităm ce spunea G. Palade despre Benga la Conferința Internațională "România și românii în știința contemporană" (Sinaia, 1994) în expunerea intitulată: "Contribuții românești la cercetarea biomedicală internațională": "Indiferent de realizările diasporei, cercetătorii care au venit sau au rămas în România și au muncit din greu, cu oarecare ajutor din partea guvernului României, ca cei doi Simionescu – sau fără nici un ajutor, ca Gheorghe Benga și alții, merită o apreciere specială. Ei au menținut viu spiritul cercetării medicale în România".

În loc de concluzii

Personalitatea profesorului Gh. Benga, în istoria științei românești și universale, în general, dar și a învățământului universitar medical de biologie celulară și moleculară din România, în particular, abia acum începe să fie scrisă și mai ales, cunoscută.

Am detaliat, special, unele aspecte ale activității sale neobosite, tocmai spre a reliefa ceea ce profesorul Palade afirma încă din 1994: *a muncit din greu și fără nici un ajutor din partea guvernului României*. Recunoașterile profesionale pe plan local, național, internațional, îl onorează evident, (v. c.v. Benga pe adresa www.ad-astra.ro/benga) dar acestea nu înlocuiesc sprijinul financiar pe care orice Guvern din Vest i l-ar fi acordat pentru a-și dezvolta ideile vizavi de colegii săi de peste hotare, cu care a fost și este în competiție, de la egal la egal, pentru prioritatea științei românești. A depus și depune zilnic un efort uriaș. Întreaga sa capacitate de muncă o datorează și unei discipline severe impusă activității sale cotidiene puse în slujba facilitării și creării condițiilor de lucru normale, competitive, în laboratorul său. Dotările în aparatură și le-a făcut, s-a văzut mai înainte, în cea mai mare parte din donații și prin colaborări internaționale. Calitatea sa de ctitor este evidentă: a construit și construiește clădiri și

laboratoare, dezvoltă o școală de biologie celulară și moleculară care se bucură de un real prestigiu în străinătate; prin cărțile sale, premieră în literatura națională și internațională, a contribuit și contribuie la formarea studenților din întreaga țară, nu numai a celor din domeniul medicinei, ci și a celor de la biologie, biochimie, biofizică, etc. Studenți și cercetători din alte țări învață și studiază după tratatele sale.

Eugene Garfield, fondatorul ISI - *Institute for Scientific Information, USA*, a introdus termenul de "oameni de știință de clasa Nobel" (*Nobel Class Scientists*). Dacă acest termen s-ar potrivi și unor oameni de știință români din domeniul biomedical, probabil că Benga se numără printre aceștia, în succesiunea logică (posibil și la același nivel) după Victor Babeș și Nicolae Paulescu, excluși de la Premiul Nobel pe care l-ar fi meritat.

Numele Profesorului Gheorghe Benga se înscrie, de acum, cu litere de aur în Pantheonul științei și culturii din România.

Bibliografie selectivă

1. Miron Tudor Căproiu, *The 2003 Nobel Prize in chemistry eluded the roumanian chemist Gheorghe Benga who first discovered the aquaporins*, Revista de Chimie (București), **57**, nr.4, 2006 (sub tipar).
2. Gh. Benga, O. Popescu, V.I. Pop, R.P. Holmes, p-Chloromercuribenzene sulfonate binding by membrane proteins and the inhibition of water transport in human erythrocytes, *Biochemistry*, **25**, 1535 (1986).
3. Gh. Benga, O. Popescu, Victoria Borza, Ana Mureșan, I. Mocsy, A. Brain, J. Wrigglesworth, Water permeability of human erythrocytes: identification of membrane proteins involved in water transport, *Eur. J. Cell Biol.*, **41**, 252 (1986).
4. Gh. Benga, Water transport in human red blood cells, *Prog. Biophys. Mol. Biol.*, **51**, 193 (1988).
5. Gh. Benga, Membrane proteins involved in the water permeability of human erythrocytes. in "Water transport in Biological Membranes". Gh. Benga, (Ed.), CRC Press, Boca Raton, Vol. 2, 41 (1989).
6. Gh. Benga, Water exchange through the erythrocytes membrane, *Int. Rev. Cytol.*, **114**, 273 (1989).
7. Gh. Benga, Permeability through pores and holes, *Curr. Opinion Cell Biol.*, **1**, 771 (1989).

8. B. M. Denker, B. L. Smith, F. P. Kuhaida, P. Agre, "Identification, purification and partial characterization of a novel Mr 28,000 integral membrane protein from erythrocytes and renal tubules", *J. Biol. Chem.*, **263**, 15634 (1988)
9. <http://www.nobel.se>
10. Adriana Popesco, Gh. Benga, D. Coman, V. Pop, L'étude comparatif des acides amines libres, seriques et biliaries, dans les maladies du fois, *Rev.Int.d'Hepatol.*, **16**, 1419 (1966)
11. Gh. Benga, Letitia Mureşan, Adriana Hodârnu, Silvia Dancea, Conditions for isolation and study of enzymic properties of human liver mitochondria, *Biochem. Med.*, **6**, 508 (1972)
12. Gh. Benga, R.P. Holmes, Interactions between components in biological membranes and its implications for cell function, in "Progress in Biophysics and Molecular Biology", T.L. Blundell (Ed.), Pergamon Press, Oxford, **43**, 195 (1984)
13. V.V. Morariu, Gh. Benga, Evaluation of a nuclear magnetic resonance techniques for the study of water exchange through erythrocyte membranes in normal and pathological subjects, *Biochim. Biophys. Acta*, **469**, 301 (1977)
14. V.V. Morariu, V.I. Pop, O. Popescu, Gh. Benga, Effects of temperature and pH on the water exchange through erythrocyte membranes: evidence for state transitions, *J. Membrane Biol.*, **62**, 1 (1981)
15. Gh. Benga, V.I. Pop, O. Popescu, Adriana Hodârnu, Victoria Borza, Elena Presecan, Effects of temperature on water diffusion in human erythrocyte and ghosts - nuclear magnetic resonance studies. *Biochim. Biophys. Acta*, **905**, 339 (1987)
16. Gh. Benga, V.I. Pop, O. Popescu, Victoria Borza, On measuring the diffusional permeability of human red blood cells and ghosts by nuclear magnetic resonance. *J. Biochem. Biophys. Methods*, **21**, 87 (1990)
17. Gh. Benga, V.I. Pop, O. Popescu, M. Ionescu, V. Mihele, Water exchange through erythrocyte membranes: nuclear magnetic resonance studies of the effects of inhibitors and of chemical modification of human membranes, *J. Membrane Biol.*, **76**, 129 (1983)
18. Gh. Benga, O. Popescu, V.I. Pop, Water exchange through erythrocyte membranes: p-chloromercuribenzene sulfonate inhibition of water diffusion in ghosts studied by a nuclear magnetic resonance technique, *Bioscience Rep.*, **5**, 223 (1985)
19. Gh. Benga, O. Popescu, Victoria Borza, V.I. Pop, Adriana Hodârnu, Water exchange through erythrocyte membranes: biochemical and nuclear magnetic resonance studies reevaluating the effects of sulphydryl reagents and of proteolytic enzymes on human membranes. *J. Membrane Biol.*, **108**, 105 (1989)
20. Gh. Benga, O. Popescu, V.I. Pop, Water exchange through erythrocyte membranes: p-chloromercuribenzene sulfonate inhibition of water diffusion in ghosts studied by a nuclear magnetic resonance technique, *Bioscience Rep.*, **5**, 223 (1985)
21. G. M. Preston, T. P. Carroll, W. B. Guggino and P. Agre, "Appearance of water channels in *Xenopus* oocytes expressing red blood cell CHIP28 protein", *Science*, **256**, 385 (1992)
22. P. Agre, S. Sasaki, M. J. Chrispeels, "Aquaporins: a family of membrane water channels", *J. Physiol.*, **265**, F461 (1993)
23. P. Agre, Aquaporin water channels (Nobel Lecture), *Angew. Chem. Int. Ed.*, **43**, 4278 (2004)
24. Gh. Benga, M. Banner, J.M. Wrigglesworth, Quantitation of the water channel protein aquaporin (chip28) by densitometry of silver stained polyacrylamide gels, *Electrophoresis*, **17**, 715 (1996)
25. Gh. Benga, V.V. Morariu, A membrane defect affecting water permeability in human epilepsy, *Nature*, **265**, 636 (1977)
26. Ana-Maria Serbu, Alice Marian, O. Popescu, V.I. Pop, Victoria Borza, Ileana Benga, Gh. Benga, Decreased water permeability of erythrocyte membranes in patients with Duchenne muscular dystrophy, *Muscle & Nerve*, **9**, 243 (1986)
27. Gh. Benga, O. Popescu, V.I. Pop, Victoria Borza, Adriana Hodârnu, M. Popescu, Ana Maria Serbu, Ileana Benga, Studies on water permeability and protein erythrocyte membranes in patients with duchenne muscular dystrophy, *Muscle & Nerve*, **12**, 294 (1989)
28. T. Eid, T.W. Lee, M.J. Thomas, M. Amiry-Moghaddam, L.P. Bjornsen, D.D. Spencer, P. Agre, O.P. Ottersen, N.C. de Lanerolle, Loss of perivascular aquaporin 4 may underlie deficient water and K⁺ homeostasis in the human epileptogenic hippocampus, *Proc. Nat. Acad. Sci. (USA)*, **102**, 1193 (2005)
29. A. Frigeri, G.P. Nicchia, S. Repetto, M. Bado, C. Minetti, M. Svelto, Altered aquaporin-4 expression in human muscular dystrophies: a common feature?, *The FASEB Journal*, **16**, 1120 (2002)
30. Gh Benga, L. Frenţescu, H. Matei, S. Tigan, Comparative nuclear magnetic resonance studies of water permeability of red blood cells from the maternal venous blood and the newborn umbilical cord blood, *Clin. Chem. Lab. Med.*, **39**, 606 (2001)
31. Gh. Benga, T. Borza, Diffusional water permeability of mammalian red blood cells.

- Comp. Biochem. Physiol.*, **117B**, 653 (1995)
32. Gh. Benga, B.E. Chapman, H.V. Matei, C. Gallagher, D. Blyde, P.W. Kuchel, Effects of p-chloromercuribenzenesulfonate on water transport across the marsupial erythrocyte membrane, *J. Comp. Physiol.*, **172**, 513 (2002)
 33. Kuchel P.W., Gh. Benga, Why does the mammalian red blood cell have aquaporins *Biosystems*, **82**, 189 (2005)
 34. Ileana Benga, Valeria Băltescu, Rozalia Tiliuca, O. Pavel, V. Ghiran, D. Muschevici, Gh. Benga, Plasma and cerebrospinal fluid concentrations of magnesium in epileptic children, *J. Neurol. Sci.*, **67**, 29 (1985)
 35. L. Frențescu, Marina Nechyporenko, V. Pampuha, Emma Brownsell, Ludmila A. Livshits, M. Schwarz, L. Pop, Mirela Filip, E. Tomescu, I. Popa, Gh. Benga, The analysis for the cystic fibrosis mutation $\delta f508$ in a group of patients from Romania, *Bull. Mol. Med.*, **9-10**, 49 (2001)
 36. Gh Benga, Basic studies on gene therapy of malignant melanoma by use of the human interferon β gene entrapped in cationic multilamellar liposome. Morphology, and growth rate of six melanoma cell lines used in transfection experiments with the human interferon β gene *J. Cell. Mol. Med.*, **5**, 402 (2001)
 37. Gh. Benga, Birth of water channel proteins – the aquaporins, *Cell Biol. Int.*, **27**, 701 (2003)
 38. P. W. Kuchel, J. I. Vandenberg, Nobel Prizes for magnetic resonance imaging and channel proteins, *Med. J. Aust.*, **179**, 611 (2003)
 39. D. Bradley, Chemical channels, *Spotlight*, October 2003, www.psigate.ac.uk/spotlight/issue13b/chemistry.html
 40. D. Bradley, Nobel controversy, again and again, *The Alchemist*, 13 October 2003, www.chemweb.com/alchem/articles/1063812326697.html
 41. K.K. Rognerud, Kemipriset vållar ny strid. *Dagens Nyheter*, 10 December 2003, www.dn.se/DNet/jsp/polopoly.jsp?d=597&a=212849&previousRenderType=6
 42. Strid kring medicinpriset...och kring kemipriset. *Sydsvenska Dagbladet*, December 11, 2003, www.svd.se/dynamiskt/inrikes/did_6639108.asp
 43. Blackman A, Leading lights in science prize-fight. *Chemistry Matters*, November 2003 and *Otago Daily Times*, 3 November 2003, www.odt.co.nz/cgi-bin/search-display-story-online-new?date=03Nov2003&object=NTL02J7657LS&type=html&WORDS=bengaDB=Editorial
 44. 44. Kapoun J, 2003. Ohlédnutí za týdnem Nobelových cen (3): *Chemie. Science WORLD*. Available at www.scienceworld.
 45. Nobel mystery. *Comment*, Newsletter of King's College, January 2004
 46. www.iiisci.org/sci2005
 47. www.cmbworldcongress2005

Petre T. FRANGOPOL

Consiliul Național al Cercetării Științifice din
Invățământul Superior
Blvd. Schitu Mureanu nr. 1
050025 București 1
e-mail pfrangopol@pcnet.ro