

CUPRINS

<i>N.G. Dragulanescu</i>	Epistemological Approach of Information Concept in Electronics Engineering and Information Science	51
<i>P.T. Frangopol</i>	Revista internațională <i>SCIENTOMETRICS</i>	58
<i>M. Korka</i>	Programele de studii doctorale din perspectiva procesului Bologna	65
<i>I. Abrudan</i>	Care este prețul științei ?	73
<i>I. Vida-Simiti</i>	Știința și ingineria materialelor în învățământul tehnic universitar	77
<i>P.T. Frangopol</i>	România invitată la un mega-proiect științific european	81

EPISTEMOLOGICAL APPROACH OF INFORMATION CONCEPT IN ELECTRONICS ENGINEERING AND INFORMATION SCIENCE

Nicolae-George DRAGULANESCU, Ph.D

Professor, University Polytechnics, Bucharest
Faculty of Electronics and Telecommunications
Department of Applied Electronics and Information Engineering
(e-mail : nicudrag@yahoo.com)

Abstract

Information concept - as it was employed within different disciplines, during many years - had a heteroclitite, ambiguous, polyvalent and unclear character, despite its considerable heuristic value. Over the years, each of information professionals category succeeded to develop its own system of concepts, methods, laws, models, theories, terminology, procedures and standards concerning the information generation, transmission and use. There is now a need to build some bridges between all these professions, in order to allow them to understand better each other, to co-operate and to optimize their information-based processes, within the information science.

1. Introduction

Information is - for many decades and even centuries, consciously or unconsciously - the *working object* of numerous professionals around the world as well as the *fundamental link* between them. The most known such professionals are: writers, librarians, bibliographers, archivists, information and intelligence officers, journalists, electrical, electronics and computer engineers, computer programmers, systems analysts, database administrators, mathematicians, biologists, physicians, linguists, scholars, etc. Over the years, each of these professions succeeded to develop its own system of *concepts, methods, laws, models, theories, terminology, procedures and standards* concerning the information generation, transmission and use.

Consequently, there is now a need to build some *bridges* between all these professions, in order to allow them to

understand better each other, to co-operate and to optimize their information-based processes.

2. What is Information?

Information concept - as it was employed within different disciplines, during many years - had a heteroclitite, ambiguous, polyvalent and unclear character, despite its considerable heuristic value¹. According to Tague², information may be "*a product, an operation, a process, a communication between two persons, a message transmission, a state of awareness, an answer given to a question, the results of an experiment or a test, a characteristic, the*

¹ Le Coadic, Y.F. - *Information Science* (original title in French), PUF, Collection What Do I Know ?, no.2873), Paris, 1994.

² Tague, J. - "*Information Science - Theoretical and Interdisciplinary Aspects*" (original title in French), UNESCO, Paris, 1984.

rarity of a received message, the utility of an answer to a question or the consequences of a decision”.

Machlup and Mansfield found and expressed ten different meanings of word *information*: “1) something one did not know before, 2) a clue, 3) something that affects what one already knows, 4) how data are interpreted, 5) something useful in some way to the person receiving it, 6) something used in decision making, 7) something that reduces uncertainty, 8) the meaning of words in sentences, 9) something that provides more than what is stated, 10) something that changes what a person who receives it believes or expects”.³

According to other authors, *information* may represent a **measure of the organization degree of a system** (for example, of a message - for Shannon and Weaver⁴ or of living things - for von Bertalanffy) as well as a **measure of tidiness of fluid molecules contained in a receptacle** (for Boltzmann).

For Shannon - well known by all electronics engineers in the world! - if a given situation is highly organized, it is characterized by a reduced degree of randomness (or of choice); that is to say that *entropy* - as measure of the degree of randomness - is law (or information is few).

For Debons⁵, *information* is related to some cyclic processes of organization and processing of *data* (as raw facts representing events, from which inferences or conclusions can be drawn) in search of more and more useful meaning and added value for information's users. Debons stated that *information* (as a set of answers to questions like what? who? when? and where?) is always necessary in order to earn more and more *knowledge* (as a set of answers to more

complex questions like why? and how?) as well as in order to get *wisdom*. According to him, all living things - human beings, animals, plants - require *information* in order to meet the most important needs of their life: survival and reproduction. The word *information* may be used in different contexts: as a commodity, as energy, as communication, as facts, as data, as knowledge.

Trauth found (in 1978) twenty definitions of concept *information*. She categorized them into four groups of meaning:

- “1. Definitions stressing the external movement of information itself
2. Definitions assuming that information would be a process-oriented concept in that movement from information source to the information destination
3. Definitions viewing information as an object operating within some dynamic process (such as decision making or problem solving)
4. Definitions seeing information as fact or discrete data elements”

Based upon these definitions, Debons concludes that words *data*, *information* and *knowledge* can be used interchangeably, depending on context and intention. Hence, an integrative approach of these concepts and of their applications would be “much more effective”.

For purposes of this paper, let us consider the following definition of *information* concept:

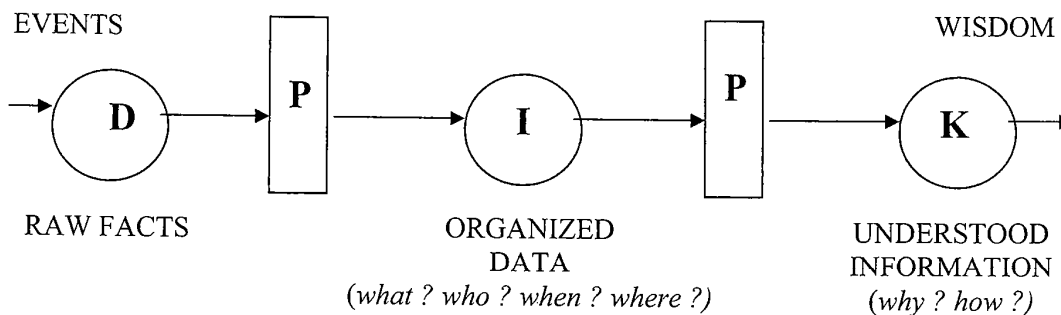
Information = set of data, ideas, findings and / or creative works realized and transmitted by living or non-living things. In a given context, information has a specific *meaning*, which can be communicated, stored and preserved by means of an *information conveyor* and an *identification code*.

Information concept may be thus defined as a collection of *data* representing

³ Machlup, F., Mansfield, V. - *The Study of Information: Interdisciplinary Messages*, John Wiley, New York, 1983.

⁴ Shannon, C.E., Weaver, W. - *Mathematical Theory of Communication* (original title in French), CEPL, Paris, 1976.

⁵ Debons, A. and others - *Information Science: an Integrated View*, G.K. Hall, Boston, 1988.



D – Data; I – Information; K – Knowledge; P – Process

Fig. 1. From Data to Knowledge and from Events to Wisdom, through Information.

facts (and structured as answers given to a set of questions) and organized in such a way that they have additional value beyond the value of the facts themselves. *Information* concept should not be confused (see Fig.1) with concepts of *data* (related to raw facts or events) and of *knowledge* (which relates to answers given to another set of questions and representing understood information). The transformation of *data* in *information* and of *information* in *knowledge* can be viewed, according to Debons, as “*part of a spectrum of cognition that characterizes human competence in dealing with life’s events. This spectrum is hierarchical, each transformation representing a step upward in human cognitive functioning*”.

Knowledge concept may represent either the knowing process or its result. *Knowledge* represents organized and coherent information that has been understood and evaluated by knowledgeable people (especially in the light of their own experience); it is thus similar to the concept of *understanding*. *Knowledge* is a very important, even vital, act allowing to human beings to understand, to learn and to become wiser. Understanding what is true, right and lasting represents *wisdom*, another basic concept. It means sound judgment and ability to apply what has been acquired mentally, in order to achieve some goals. Thus, *to know* means also to earn some power on one’s environment (including people and other resources)! “*Knowledge is power!*” stated the worldwide known British philosopher Francis Bacon. This is the reason for what, only a few

time ago, the access to information was denied to “ordinary people” and monopolized by some elites which succeed thus to strengthen their power. **Diffusion of public information to all interested persons** was one of the fundamental principles of the republican form of government established by the US Constitution and announced by the third US President Thomas Jefferson (1801-1809) in his inaugural address of 1801. Meanwhile, other democratic countries around the world included the right of access to public information as a fundamental human right...

In daily practice, we are usually dealing with a so-called *common knowledge* (allowing us to simply identify objects and to anticipate their behavior) and with a so-called *scientific knowledge* (enabling us to understand completely and precisely some phenomena, processes, objects, etc).

3. What is Communication?

In day to day life, the words *information* and *communication* are often considered to be synonymous. But, according to Escarpit⁶, “*communication is a process and information is its product*”. In other words, information is the effect (result or product) of an object of the hird world - as it was defined by Popper⁷ - on an object of the

⁶ Escarpit, R. – *General Theory of Information and Communication* (original title in French), Hachette, Paris, 1990.

⁷ Popper, K. – *Objective Knowledge: an Evolutionary Approach*, Ed. Clarendon, Oxford, 1973.

second world. *Being informed* is the result of *communication*....

Communication is usually seen as a *transmission of information*. It is obviously a *confusing approach* because *communication* involves a **transfer of meaning** and *information transmission* a **conveyance of energy**. *Transfer of meaning does not always involve an energy transfer!* In Fig.1 data, information and knowledge may be transmitted, for example, from a process to another. According to Debons, *data transmission* represents a transfer of symbols (which may or may not have the power to inform their receiver/user), *information transmission* is a conveyance of energy from a source to a receiver/user (in order to extend a state of awareness and related intentions to

this one) and *knowledge transmission* is a conveyance of understanding. But, according to the same author, *communication* is *information transfer* or *information transmission with intent (purpose)*. "Without *transmission*, there is no *information transfer*. *Delays in transmission* can mean *transfer*. *No message is a message*."

4. Movement of Meaning (Information Transfer or Communication)

Communication represents the second step of a social model called *information cycle* (Fig. 2), similar to the *product cycle* in microeconomics approaches (Table 1).

Table I. Analogy Product – Information.

STEPS	PRODUCT CYCLE (within an <i>economic system</i>)	INFORMATION CYCLE (within a <i>research system</i>)
1	PRODUCTION	GENERATION
2	DISTRIBUTION	COMMUNICATION
3	CONSUMPTION	USE

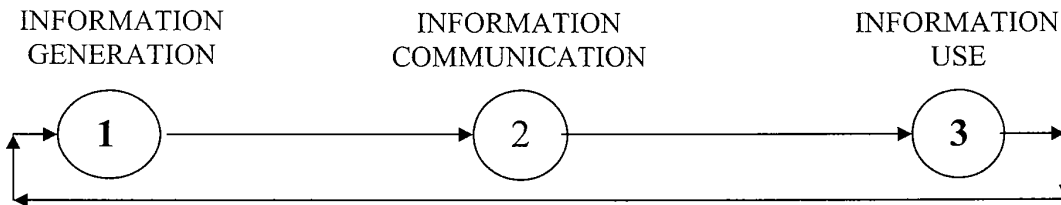


Fig. 2. Place of Communication within Information Cycle (as *Social Model*).

It includes three essential informational processes: process of *information generation*, process of *information communication* (or *information transfer*) and process of *information use*. According to this model, these three processes are **indefinitely reiterative**.

5. Conveyance of Energy (Information Transmission)

Another model of communication, much more known worldwide - especially by electronics and telecommunications engineers - is the so-called *Model of a General Communication System* developed in 1948 by

Americans Shannon and Weaver, in their basic work entitled *Mathematical Theory of Communication* [see note 4]. Based upon some concepts, models and theories provided by Americans Nyquist, Hartley and Laswell, authors gave to word *communication* a very broad sense in order to include "all procedures allowing to one mind to affect another mind" (as for example, by written or verbal messages, by sounds or images, etc.). Weaver proposed to classify all possible problems of communication in three categories:

- A *technical* problem: how accurately can be transmitted the symbols of communication's message?

- A *semantic* problem: how precisely do the transmitted symbols convey the desired meaning?

- An *effectiveness* problem: how effectively does the received meaning affect conduct in the desired way?

He recognized that all these categories of problems are closely interrelated and overlap in a "rather vague way"...Shannon himself stated that "*the semantic aspects of communication are irrelevant to the engineering aspects*"! "*But this does not mean that the engineering aspects are necessarily irrelevant to the semantic aspects*" – commented Weaver! Today, this fundamental work – known also as *Shannon's Information Theory* – is considered as "*an attempt to quantify the movement of signal through space and time*" (see Debons, note 5). After 50 years it is obvious that **this model (Fig.3) and its concepts are fundamental in order to understand and solve only technical problem of communication** (as for example those related to channel efficiency and optimization of signal-noise ratio). **Semantic and effectiveness problems of communication have to be solved by Information Science....**

According to this model, an *information*

source generates a *message* (containing generally selected written and/or spoken words, sounds, images, etc.). This message is conveyed by a corresponding *signal* (converted from *message*, by *transmitter*) through a *channel*, to the *information user* (where the signal is converted back into a message, by a *receiver*). The signal – as information conveyor – may be affected during its propagation through channel by *noise* (a general special concept including all possible unwanted impairments of signal and affecting its quality). This model included a feedback loop that was introduced by Norbert Wiener – known as "the father of cybernetics" – in order to optimize the communication between source and user.

Telecommunication is a communication realized electronically. It is in fact a conveying of energy representing information (not of meaning associated to information!).

According to French researcher Le Coadic, "*It was made long time a basic conceptual confusion considering as being analogues the information concept of the mathematical theory of signal transmission and the information concept of human communication process. A lot of representatives of American and French schools of communication were victims or*

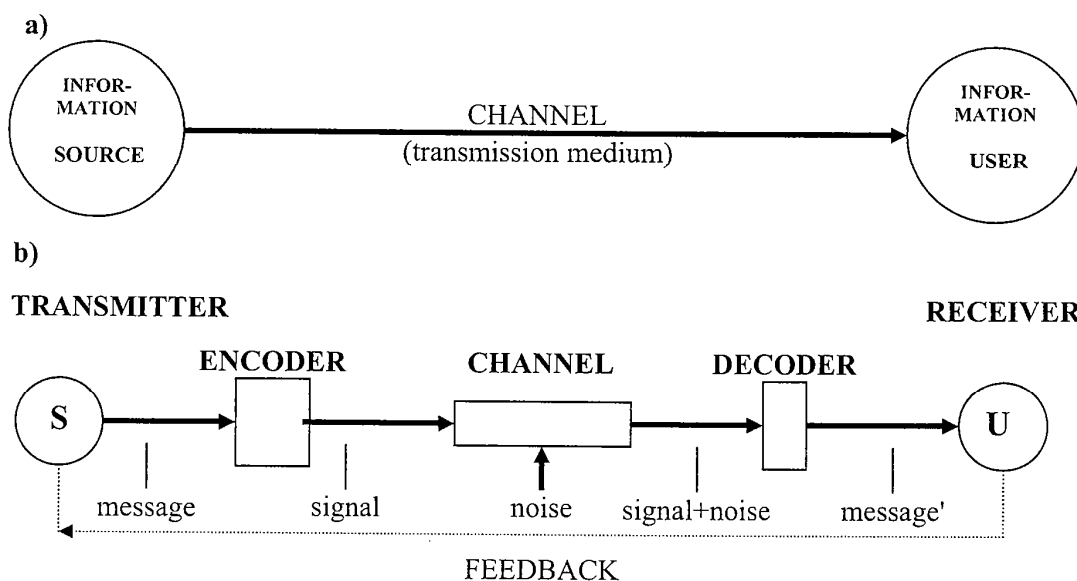


Fig. 3. Adapted Shannon's and Weaver's Model of a General Communication System (as Physical Model); a) The Simplified Model, b) The Detailed Model.

accomplices of an error made possible by this analogy. I am convinced that the measure of informational entropy is applicable only to symbols and signals, having nothing in common with their meaning. Confusing electric signals and human communication, one could consider that the last one may be authoritarian, directive and mono-directional (...) If analogy is always considered as being a fertile inter-disciplinary concept (facilitating the movement of ideas from a scientific field to another one), this concept may also block, by misuse, the normal evolution of knowledge (...)"

According to findings of American researchers of the worldwide famous so-called *Palo Alto School of Communication* – authors of the *Interactive Communication Theory* – information exchanges between two or more persons are always the result of their mutual interactions within given context and environment. Efficiency of communication is strongly dependent to the specific limitations of information source, channel and information user....

6. Information Amount Measurement

During the first half of the XXth century, numerous attempts were made – especially in USA – in order to establish theories of information, information transmission and communication. According to the Shannon's *Mathematical Theory of Communication*, the concept *information* – which must not be confused with the concept *meaning* – deals not with a single message (having a particular meaning) but with a whole ensemble of messages. Hence, *information* relates not so much to what *one does say*, as to what *one could say*. That means *information* is a measure of one's freedom of choice when one selects a message (from many possible and available messages expressing a same idea). Because the information source generates statistical messages by successively selecting discrete symbols, it has a *statistical* nature. This statistical process is simultaneously *stochastic* (because its symbols are random or

conjectural), "*Markoff*" (since the probability of each event depends on probabilities of previous events) and *ergodic* (because any reasonably large sample of symbols tends to be representative of the sequence as a whole).

Because the message generated by information source is one selected from a set of possible messages, the information transmission system must be designed to operate for each possible selection not just the one which is actually generated by the source (which is unknown). If the number of messages in the set is finite, it can be considered as a measure of the information produced when one message was chosen from the set (all choices being equally likely). As was pointed by Hartley, the most natural choice (practically useful, intuitively proper and mathematically suitable) is the logarithmic function.

According to Shannon, the amount of information I is measured, in the simplest case, by the logarithm of the number of available choices N . Supposing N different events having the same probability of occurrence p , where $p = 1/N$.

Occurrence of one of these events generates the information I , where:

$$I = + \log 1/p = - \log p = \log N$$

Hence, the information provided by a message relative to an event (characterized by probability of occurrence p) is all so more valuable since the event was more unforeseeable. When a situation is highly organized (being characterized by a reduced degree of randomness or of choice), it is characterized by a reduced degree of randomness (or of choice); that is to say that *entropy* - as measure of the degree of randomness - is law (or information is few).

For a set of n independent allowable messages, each having its probability of occurrence p , the **entropy** H (as average information per message interval) is given by:

$$H = - (p_1 \log p_1 + \dots + p_i \log p_i + \dots + p_n \log p_n) \\ = - \sum p_i \log p_i$$

Entropy may vary between *zero* (when it is associated with an extremely unlikely

message) and a *maximum* value (when all the messages are equally likely).

7. Conclusion

Information Science is today a complex interdisciplinary scientific field intersecting Electronics, Information Transmission Theory and Signal Theory as well as

Telecommunications, Computer Science, Mathematics, Logic, Psychology, Linguistics, Sociology, Economics, Management, etc. Its object is *information* as process, product and state of awareness. It is useful to become familiar with its concepts, models, methods, laws.

Revista internațională *SCIENTOMETRICS*

Petre T. FRANGOPOL

Consiliul Național al Cercetării Științifice din Învățământul Superior
Blvd. Șchitul Măgureanu nr. 1, 050 025 București 1
e-mail: pfrangopol@pcnet.ro

Speranța care mijeste în reformarea cu adevărat a educației și învățământului din România, odată cu schimbarea Puterii politice din decembrie 2004, se datorează și promisiunii electorale de a stabili o *altfel* de guvernare. A trecut prea puțin timp pentru a putea analiza și discuta rezultatele punctuale pe care le așteptăm din partea Ministerului Educației și Cercetării (MEC). Totuși nu putem să nu readucem în atenția publică unele situații anormale, care își așteaptă rezolvarea - cu prioritate - *dacă* se dorește cu adevărat să ne încadrăm și cu aceste domenii cheie în standardele internaționale impuse de Uniunea Europeană (UE), care își propune să devină în 2010 prima economie a lumii bazată pe cunoaștere. Aceste obiective nu se pot realiza decât pe baza unui învățământ și a unei cercetări științifice pe care UE le dorește performante, competitive cu SUA și Japonia.

Mă refer în primul rând la normele de evaluare academică a cadrelor universitare, la ierarhizarea Universităților și a Institutelor Naționale de Cercetare din România conform standardelor europene. În Germania, de exemplu, așa cum plastic se exprimă revista *Nature* din 18.11. 04, pg. 280, pentru a separa grâul de pleavă, Consiliul Național al Cercetării Științifice a propus un sistem de evaluare, bazat pe normele internaționale *scientometrice*. Începând cu 2006, laboratoarele universităților și institutelor de cercetare germane, care sunt finanțate din banul public, se vor alinia unei evaluări și ierarhizării naționale, așa cum există în SUA, unde anual se aduc la zi și se publică aceste ierarhizări. Finanțările se vor efectua pe baza

acestor evaluări. Din 2005, în Germania, se preconizează dezvoltarea unui proiect pilot privind stabilirea metodologiei de evaluare și ierarhizare în cadrul unui departament informatic special creat în acest scop.

Cei din generația mea, care au terminat Politehnica la sfârșitul anilor '50 din secolul trecut, s-au confruntat cu inginerii *făcuți pe puncte* cum îi numeam pe colegii noștri muncitori, absolvenți a patru clase primare și cel mult al unui liceu special efectuat în numai doi ani, parașutați apoi direct în învățământul superior la așa zisele cursuri paralele create numai pentru ei, și care au ocupat ulterior numai funcții de conducere în economie și administrația internă, pentru a pune în practică politica comunistă. Rezultatele lor se cunosc. Până astăzi, după 1989, PSD-ul și nu numai, a descoperit ceva similar: printr-o politică asemănătoare, a atestat profesori universitari plini fără a li se cere un minim de cunoștințe sau de rezultate profesionale și de cercetare originale, competitive în domeniul lor. Acestea, cca. 5000, li s-a acordat ne-etic, *numai lor*, salarii de cca. 2.000 USD/lună. Mai mult, titlul de doctor, obligatoriu pentru a deveni profesor universitar sau cercetător principal, a devenit o afacere, iar acordarea lui (mii de doctorate atestate anual în România de către Comisia Superioară de Diplome a MEC) s-a făcut în funcție de alți factori, nu de publicarea în primul rând a cel puțin unei lucrări științifice pe baza rezultatelor din teză în marile reviste ale lumii științifice de astăzi. Cu mici excepții această normă obligatorie, publicarea în străinătate, există doar în domeniile științelor

naturii. Cu alte cuvinte, a fost sfidată cutuma universitară internațională a valorilor, fapt ce a condus la degradarea educației și învățământului autohton, aducând România pe ultimul loc în ierarhia europeană. Nu există o inventariere a rezultatelor cercetării științifice românești, a elitelor universitare cu o recunoscută statură internațională. Unul dintre rezultatele inversării valorilor este simplu: fuga creierelor din țară. Profesioniștii rămași ies încet din sistem, datorită cauzelor naturale și practic ei nici nu au fost consultați.

Impostorii din universități și cercetare caută să își legalizeze existența profesională prin promovarea de criterii de evaluare – naționale - false și prin punctaje care nu au de-a face nici cu standardele evaluării academice internaționale, nici cu politica științei practicate de UE, de SUA și Japonia. Un singur exemplu: se caută cu disperare – și s-a reușit – să se adauge în normele de evaluare interne criterii anormale, de pildă, obținerea de granturi. Se amestecă în mod voit conceptul de lucrare științifică cu cel de grant (aduse la egalitate) și ajungându-se astfel la un rezultat incredibil: publicarea unei lucrări științifice originale într-o revistă recunoscută internațional din SUA, echivalează la punctaj cu scrierea a 2-3 granturi !! No comment.

Universitarii noștri, managerii din cercetare, știu “totul” și nu au nevoie de informare, de documentare, de trendul internațional în politica științei, de ceea ce se petrece în alte părți ale lumii. Ei parcă au auzit ceva de scientometrie..., dar nu au timp să citească, să se informeze. Dar, rapoartele stufoase de până acum ale MEdC arată existența unor astfel de preocupări și mai ales rezultate privind Politica Științei în țara noastră. Acestea sunt, așa cum am mai scris, în tradiția celor afirmate de un mare intelectual român Mihai Rădulescu, mort la Sighet, care a scris în memoriile sale apărute la Humanitas în 2000, citez 5 februarie 1943.....mai e pe urmă și talentul special al românilor de a nu face nimic având aerul că activăm grozav.....

Iată de ce ne propunem să prezentăm o revistă quasi-necunoscută în România:

fiindcă, în prezent, nu există nici măcar un singur abonament în țară la *Scientometrics, An International Journal for all Quantitative aspects of the Science of Science, Communication in Science and Science Policy*. Revista este publicată de Editura Academiei Ungare de Știință (*Akademiai Kiado*) din Budapesta și *Springer, Dordrecht*, Olanda. Redactorul șef și fondatorul revistei, ajunsă la volumul 61 în decembrie 2004, este Profesorul Tibor Braun, absolvent (1954) al Facultății de Chimie a Universității “Babeș - Bolyai” din Cluj-Napoca, care a lucrat (1956-1963) la Institutul de Fizică Atomică de la Măgurele. În prezent este profesor la Universitatea “Lorand Eotvos” din Budapesta, Facultatea de Chimie, Departamentul de Chimie Anorganică și Director al Institutului de Scientometrie al Academiei Ungare de Științe (*Information Science and Scientometric Unit, Institute for Research Policy Studies, Hungarian Academy of Sciences, Budapest*). Are o carieră științifică de excepție (vezi P.T. Frangopol, a 70-a aniversare a profesorului Tibor Braun, *Revista de Chimie (București)*, vol. 53, nr. 9, pg. 631-632, 2002) la care se adaugă implicarea sa în apariția unei noi științe *Scientometria*, la crearea și dezvoltarea căreia a contribuit din plin, devenind faimos în întreaga lume.

Știința poate fi măsurată ?

Termenul englezesc *scientometrics*, se știe, a fost folosit prima dată prin traducerea din rusește a cuvântului *naukometria* (măsurarea științei) inventat de Nalimov și Mulchenko (1969), care a căpătat o recunoaștere internațională datorită cărții lui De Solla Price *Știința de la Babilon încoace* (1975), dar, mai ales, ca urmare a lansării revistei *Scientometrics* în 1978, moment când s-a făcut un pas important în *instituționalizarea scientometriei*.

Astăzi prin politica editorială, fondatorul și editorul șef al revistei, Tibor Braun, a demonstrat că publicația înseamnă o umbrelă comună pentru studii privind știința cantitativă, așa cum rezultă și din subtitlul

revistei menționat mai sus. Înainte de a prezenta succint dezvoltarea cercetărilor promovate de revistă în această nouă știință, să facem o incursiune istorică privind apariția indicatorilor în știință (*science indicators*).

Analiza statistică a literaturii științifice a început în primul sfert al secolului XX prin compararea productivității științifice a mai multor țări, pe baza lucrărilor publicate. Interesul a fost foarte mic. Apariția (1963) bazei de date *Science Citation Index* (SCI) la *Institute for Scientific Information* (ISI, Philadelphia, PA, USA) a constituit o cotitură pentru oamenii de știință și managerii din întreaga lume, care aveau astfel la îndemână un instrument de evaluare cantitativă pentru studiile privind dezvoltarea științei. ISI și-a început baza de date cu colectarea informațiilor de la 2300 de reviste și astăzi s-a ajuns la aproape 5000 de reviste periodice din aproape toate domeniile științei (cifra variază anual între 4-5000 reviste), care se apreciază că produc cca. 90% din noutățile cu adevărat valoroase ce conduc la progresul științei și tehnologiei contemporane. Acestea reprezintă revistele din *mainstream journals* (curentul principal). Se estimează la 150.000 numărul revistelor științifice care apar în toată lumea. În afara datelor bibliografice uzuale, SCI procesează referințele tuturor lucrărilor publicate în revistele analizate, oferind astfel o posibilitate unică pentru urmărirea propagării informației științifice și evidențierea astfel structuri relaționale.

În 1969 a fost folosit prima dată termenul de *bibliometrie* definit ca “aplicarea metodelor matematice și statistice la cărți și alte metode de comunicare, care se ocupă îndeosebi de gestionarea bibliotecilor și centrelor de documentare”, în timp ce scientometria se referă “la acele metode cantitative care se folosesc în analizarea științei privită ca un proces de informație”. Deși metodele bibliometrice și scientometrice sunt similare, subliniem că scientometria analizează aspectele cantitative ale generării, propagării și utilizării informației științifice, pentru a contribui la înțelegerea

mecanismului cercetării științifice și a activității sale sociale.

Aici se cuvine să menționăm că productivitatea în lucrări științifice publicate de către un om de știință nu este suficient de relevantă pentru a obține date statistice semnificative în evaluarea scientometrică a unei comunități științifice. Aceste *comunități* pot fi, de exemplu, grupuri de cercetare, departamente ale universităților, instituții, corporații, societăți, țări, regiuni geopolitice, domenii științifice, sub-domenii. Datele statistice primare ale oricărei investigații scientometrice sunt reprezentate – global - de către toți autorii, publicațiile lor, referințele bibliografice ale acestora și citările pe care le primesc. Tot acest ansamblu de date produse de o comunitate reprezintă *date variabile* și pe acestea se sprijină indicatorii științei (pe care îi vom detalia puțin mai departe).

Analiza și dezvoltarea la nivel național a acestor indicatori este cel mai sugestiv reflectată de introducerea acestei evaluări, oficial, pentru știința americană pentru a fi comparată cu indicatorii științei din celelalte țări ale lumii dar și pentru transparența cheltuielilor efectuate din bugetul federal.

Astfel, în 1972, Președintele Comitetului Național pentru Știință – CNS - (*National Science Board*) al SUA, Norman Hackerman a trimis raportul *Science Indicators* (SI-72) Președintelui Richard M. Nixon, pentru a-l transmite Congresului, împreună cu o scrisoare însoțitoare din care cităm....*prezentăm primele rezultate ale unui nou efort inițiat în scopul dezvoltării unor indicatori privind starea științei, ca instituție, în SUA...Dacă astfel de indicatori vor putea fi dezvoltați în anii care urmează, ei ne pot ajuta să îmbunătățim alocarea și managementul resurselor pentru știință și tehnologie pentru a ghida cercetarea națiunii noastre către căile ce vor recompensa cel mai mult societatea noastră...Doi ani mai târziu, CNS a trimis Președintelui Gerald R. Ford al doilea raport SI-74 și în scrisoarea însoțitoare se menționa că dezvoltarea unor astfel de indicatori nu trebuie interpretat ca un efort academic, aceștia fiind necesari să evidențieze căeforturile națiunii*

americane în cercetare și dezvoltare sunt importante în creșterea economică și viitorul bune stări a cetățenilor noștri, de asemenea în menținerea unei apărări puternice. Națiunea trebuie să sprijine un efort susținut, puternic, în cercetarea fundamentală, pentru a fi capabilă să furnizeze noi cunoștințe care sunt esențiale pentru progresul științific și tehnologic.

Se atesta astfel, politic, într-un mod original o disciplină tânără. Indicatorii în știință pentru SUA, au fost publicați din 1972 bianual, și au devenit deodată nu numai o sursă de referință pentru știința mondială dar și un instrument politic în scrutarea și evaluarea, în primul rând, a calității și cantității științei americane.

Revista *Scientometrics* a publicat în vol. 2 din 1980, pg. 327-448 materiale ale simpozionului internațional care a discutat volumul SI-76, elaborat de CNS-SUA, cu indicatorii scientometrici ce au căpătat, de atunci, anual, un impact din ce în ce mai mare. Ediția 2002 a raportului SI-02, al 15-lea în serie, care a căpătat denumirea de *Science and Engineering Indicators*, are 1100 de pagini și cuprinde tot ce se cunoaște despre comunitatea științifică globală, despre toate țările lumii. A introdus noi indicatori, de exemplu, colaborări internaționale, câți doctoranzi formați în Anglia și nu numai, care au lucrat în America s-au întors la ei acasă, interesul diferitelor țări pentru disciplina matematicii în învățământul pre-universitar, salariile profesorilor etc. Despre România aflăm câți studenți români sunt în SUA, producția științifică a României raportată la populație, câte articole a publicat fiecare Universitate și Institut din România, etc. Raportul SI-02 poate fi accesat la www.nsf.gov/sbe/srs/seind02/start.htm.

Metodologia scientometrică folosită de SUA a fost adoptată ca instrument de lucru în evaluarea dezvoltării statelor, de către Banca Mondială, FMI, Uniunea Europeană, OECD etc.

Măsurarea calității științei este dificilă și de aceea determinarea acestui parametru se bazează astăzi pe anumite criterii, de exemplu, numărul laureaților Premiului

Nobel per țară și Universitate, per număr de locuitori, ceea ce conferă unor țări mici (Elveția, Suedia etc) un loc fruntaș vizavi de țările mari (SUA, Japonia, Rusia). Alte două criterii sunt publicarea de articole în publicațiile de frunte ale lumii științifice, *Science* (SUA) și *Nature* (Anglia) sau numărul de patente înregistrate într-o țară per număr de locuitori. De altfel aceste trei criterii sunt printre cele care au condus la clasamentul internațional realizat de Universitatea Jiao Tong din Shanghai (China) privind primele 500 de universități ale lumii clasificate după performanțele științifice. Lista integrală se poate vedea pe site-ul <http://ed.sjtu.edu.cn/ranking.htm> unde nu figurează nici o universitate românească, acestea "bucurându-se" în schimb de subfinanțare dar și de existența în unele unități a unor *baroni universitari*, așa cum a declarat dl ministru M. Miclea al MEdC, în cotidianul Ziua de Cluj din 03.02.05, pg. 2.

Calitatea apare numai în țările care au creat un mediu intelectual propice, liber, academic. Acesta conduce, automat, la apariția unuia sau a mai multor evenimente cruciale, care marchează istoria dezvoltării științei și tehnologiei. Se apreciază că lucrările publicate de Einstein în 1905 la 26 de ani, care a fundamentat teoria relativității sau ale italianului Enrico Fermi (n.1901), care la aceeași vârstă, a preconizat folosirea neutronilor la dezintegrarea atomilor, idee ce l-a condus la construirea primului reactor nuclear din lume la Chicago (1942), au deschis o nouă eră în istoria științei și tehnologiei universale. Semnificația și valoarea acestor lucrări nu au apărut imediat, odată cu publicarea lor. Identificarea calității unor lucrări a necesitat o perspectivă istorică în aprecierea valorii lor.

Cunoștințele noi care apar, ca cele geniale menționate mai sus, reprezintă un act de creație în cercetarea științifică și acesta este incomplet fără publicarea lor. Prin apariția ideilor noi în literatură se naște acest proces de stimulare ulterioară a dezvoltării domeniilor respective, care pot fi corect evaluate numai printr-o abordare

scientometrică, și evident prin deschiderile tehnologice ce le-au generat.

Folosirea indicatorilor în știință

Există numeroase statistici ale diferitelor state ce se referă la dezvoltarea științei și care folosesc diferiți indicatori. Aceștia, din păcate, nu pot fi utilizați ca surse de încredere pentru comparații, neavând criterii comune de alcătuire.

Prima "Conferință internațională privind indicatorii în știință și tehnologie" a fost organizată de OECD la Paris în 1980. Ea a propus unele definiții și principii de clasificări pentru organele competente din țările statelor membre. Astfel *indicatorii în știință și tehnologie* sunt serii de date create special pentru a răspunde unei probleme specifice privind starea existenței sau dezvoltării științei și tehnologiei, structurii interne, relației cu lumea exterioară și gradul la care au ajuns să îndeplinească anumite scopuri. Acești indicatori pot fi grupați astfel: indicatori care privesc activitatea de creație și de inovație; indicatori privind impactul științei și tehnologiei asupra economiei; indicatorii științei. Ultima grupare, indicatorii științei, poate fi împărțită la rândul ei în *număr de publicații*, *număr de citate* și *referenți* (peer review).

Nu vom intra în detalierea fiecărui indicator, din cei foarte mulți care există și apar continuu, dar îi vom semnala pe cei mai importanți, care au o semnificație și se pot atribui țării analizate în vederea comparării cu state similare ca mărime, populație, PIB etc. Astfel, menționăm: *numărul de publicații* (care există în baza de date ISI, deci care sunt considerate *lucrări relevante* în domeniul respectiv); *distribuția publicațiilor pe domenii* (în România, de exemplu, domeniile ingineriei, științelor sociale, medicinei, primesc sume considerabile de la buget, dar practic au un număr nesemnificativ de lucrări cotate ISI, deci nu justifică cheltuirea sumelor alocate... și nimănui nu îi pasă de așa ceva !!); *numărul lucrărilor necitate* (deși cotate ISI, pot fi considerate ca o tematică neinteresantă, deci care cheltuiesc banul public fără folos);

numărul lucrărilor foarte mult citate așa cum apar ele în baza de date ISI; *numărul brevetelor* etc.

Baza de date *Science Citation Index* reprezintă sursa majoră, dacă nu unica și cea mai folosită în întreaga lume pentru indicatorii scientometrici. Indicatorii au fost dezvoltați în primii ani de Compania *Computer Horizons, Inc.* (CHI) SUA, iar metodologia lor a fost publicată într-un raport special. Printre cei 13 indicatori scientometrici dezvoltați la început de CHI, subliniem doar câțiva: numărul publicațiilor naționale, numărul citărilor per stat, colaborări internaționale, influența unei țări asupra dezvoltării științei în general, țări izolate etc. Acești indicatori, pentru țările mici sau cu o prezență minoră în areopagul științei mondiale, nu prezintă decât un interes informativ.

Revista Scientometrics

Privirea de ansamblu asupra domeniului făcută până acum, de departe incompletă, și cu lacune inevitabile din cauza spațiului restrâns de tipar, s-a dorit doar o scurtă introducere pentru a înțelege într-un context istoric dezvoltarea unei științe noi, distincte și rolul de lider la care a ajuns *Scientometrics*. Mai mult, revista reflectă atât trendul dezvoltării scientometriei în ultimele două decade prin organizarea din 1983 a unei conferințe internaționale bianuale, cât și efortul redactorului șef T. Braun de a menține standardul profesional al publicației în primele rânduri ale cercetării și dezvoltării la cerințele secolului XXI a scientometriei. Din 1978, anul lansării, revista a publicat 14 volume ca numere speciale, care au prezentat cercetările scientometrice efectuate în diferite părți ale lumii. Astfel, trei numere au fost dedicate Indiei, două Franței și câte un număr Olandei, Poloniei, Mării Britanii, Rusiei, Germaniei de Vest și de Est, Spaniei, țărilor Scandinave și Americii Latine.

Analiza tematicii lucrărilor publicate în primele 50 de volume ale revistei relevă heterogenitatea domeniului. Interesul cercetărilor în ultimul timp este orientat pe

evaluarea colaborărilor științifice internaționale între diferite țări din cadrul UE, dar și cu SUA și Japonia. Interesul pentru aceste studii este important pentru factorii decizionali în elaborarea politicilor științei naționale.

Cele 1443 lucrări, cu 1223 de autori din 60 de țări, care au apărut în primele 50 de volume, indică proveniența lor din 1538 de instituții răspândite în toată lumea. Autorii și instituțiile cele mai prolifiche se dovedesc a fi cele din Ungaria, Olanda, India, Belgia, Anglia și SUA. Lucrările conțin 25.200 de referințe. 1061 de lucrări au primit 7242 de citări în perioada 1978-2000. Nu au fost citate 382 de lucrări. Se cuvine subliniat faptul că activitatea de publicare în revistă revine țărilor preocupate mai mult de aspectul dezvoltării științelor naturii, față de tematica științelor sociale.

Printre categoriile tematice care fac obiectul lucrărilor publicate de revistă, menționăm teoria bibliometriei, modele matematice și formalismul legilor bibliometrice, indicatori de inginerie, managementul științei, politica științei și sociologia științei.

Analiza citării referințelor relevă existența unor indexuri Price (după numele lui De Solla Price care le-a introdus în 1970), care definesc reviste tip *soft science* (*American Literature, German Review, Studies in English Literature etc*) ce primesc în jur de 10% citări, în timp ce unele cercetări din reviste de fizică pot atinge 80%. *Scientometrics* se află la mijlocul acestei scale de *hard science* cu circa 45% citări. Situația reflectă clar tendința pe plan global de finanțare a științelor naturii, fizicii și chimiei în special, generatoare de dezvoltare tehnologică, deci de progres economic. În decursul anilor, din studiile apărute în revistă rezultă clar un proces de cristalizare și de deplasare de la științele *soft* către cele *hard*.

Un alt exemplu de studiu deosebit de interesant privind influența schimbării factorului politic asupra sistemului de cercetare științifică și construirea de noi tipuri de indicatori scientometrici se poate observa în cadrul ciclului *world flash on basic*

research. T. Braun și W. Glanzel au publicat în *Scientometrics*, vol. 49, no. 2(2000) pg. 187-213, articolul *Chemistry research in Eastern Central Europe (1992-1997). Facts and figures on publication output and citation impact*. Se analizează performanțele științifice ale domeniului din Austria, Bulgaria, Croația, Polonia, România, Slovacia și Slovenia. Datele sunt comparate cu cele ale Finlandei și Statelor Baltice. Nu intrăm în detalierea concluziilor care atestă o creștere în numărul de lucrări, citări și colaborări internaționale în această parte a lumii (chiar dacă România se situează la coada clasamentelor).

Provocările secolului XXI

Cea mai mare provocare – nu numai pentru *Scientometrics*, dar pentru întreg sistemul de publicații științifice – este apariția publicațiilor și comunicațiilor electronice, *Internetul*.

Într-o primă etapă, comunitatea cercetătorilor din domeniului scientometrici au lansat un forum pe web: jurnalul electronic *Cybermetrics* (*Cybermetrics, International Journal of Scientometrics, Informetrics and Bibliometrics*. ISSN 1137-5019, <http://www.cindoc.csic.es/cybermetrics>).

Cybermetrics este un jurnal electronic dar și un forum virtual pentru studiul analizei cantitative a cercetării științifice. *Cybermetrics* este un jurnal internațional, cu referenți, publicat în limba engleză și distribuit gratis în *World Wide Web* (*www*) de *Centro de Informacion y Documentacion Cientifica of the Consejo Superior de Investigaciones Cientificas*, in Madrid, Spain, fiind îngrijit de Isidro F. Aguillo.

Concluzii pentru dl ministru Miclea

O reformă a educației și cercetării care se preconizează în România după 12 decembrie 2004 nu se poate face în afara trendului internațional.

Semnatarul acestor rânduri, a beneficiat de generozitatea spațiului **aldinilor** pentru a semna în ultimii ani importanța evaluării

periodice a valorii universitarilor, a Universităților, institutelor de cercetare, a cercetătorilor, analiza cheltuirii în mod eficient a banului public în aceste domenii într-un mod transparent. Pe **nimeni** nu a interesat fiindcă, politic, nu s-a dorit așa ceva în România.. Să evaluezi, periodic, incompetența, sau lipsa de profesionalism a unor universitari ? La ce bun, *cui prodest* ? Aceștia sunt numiți pe viață după criterii în primul rând politice....

Scandalul *Fabricii de doctorate* în România, iscat datorită apariției în ziarul *Cotidianul* din 08.02.05, pg. 3 a unui material pe această temă, a dus la o dezbatere în 17.02.05 la Academia Română..... *După 1989 doar Grivei n-a devenit profesor universitar* a exprimat plastic cauza inflației de conducători, a atribuirii titlurilor de doctor, prof. Bogdan Simionescu, directorul Institutului de chimie macromoleculară "P.Poni" din Iași (cf.. Mirela Corlățan, *Cotidianul*, 19.02.05, pg. 3) care a identificat și cauza inflației: *evitarea sistematică a evaluării periodice a profesorilor și cercetătorilor...*

Interesant că **nimeni** nu a punctat în cadrul ședinței **cum** se va face această evaluare. Ei bine o spunem noi: făcând cel puțin 3 abonamente pentru marile centre universitare din țară atât la *Science Citation Index* (nu există nici un abonament în România !!) cât și la *Scientometrics* pentru a se învăța și la noi cum se fac evaluările care să aibă și o atestare internațională. Comisia de evaluare va avea în față *indicatorii scientometrici ai candidatului* ce urmează a fi evaluat , deci date exacte și se vor elimina din start cumetriile și nepotismele care au proliferat în România ultimilor 15 ani. Cei

care au valoare profesională, și nu sunt puțini, nu au de ce să se teamă.

Iată de ce am considerat important să prezint revista internațională *Scientometrics* care are ca instrument principal de lucru în activitatea sa *Science Citation Index*.

Bibliografie

1. *Scientometrics*, 38, No. 3, march- april 1997, Cumulative indexes for volumes 26-35.
2. Bharvi Dutt, K. C. Garg, Anita Bali, *Scientometrics of the international journal Scientometrics*, *Scientometris*, 56, No.1, 81-93 (2003).
3. Andras Schubert, The Web of Scientometrics; A Statistical overview of the first 50 volumes of the journal, *Scientometrics*, 53, No. 1, 3-20 (2002).
4. Erich Herbert Anderl, *Scientometrics – Eine Zeitschrift als Spiegel einer Disziplin; eine inhaltsanalyse der wissenschaftlichen Fachzeitschrift Scientometrics fuer die Jahre 1978-1990; Diplomarbeit zur Erlangung des Magistergrades an der Grund- und Integrativwissenschaftlichen Fakultät der Universität Wien*, September 1993.
5. P. Wouters, *The Citation Culture* (1999). PhD Dissertation, University of Amsterdam (cap. 7: *Scientometrics*).
6. Tibor Braun, Wolfgang Glanzel, Andras Schubert, *Scientometric Indicators. A 32 Country Comparative Evaluation of Publishing Performance and Citation Impact*, World Scientific, Singapore & Philadelphia, 1985, 424 pag.
7. Eugene Garfield, *Citation Indexing, Its Theory and Application in Science, Technology and Humanities*, John Wiley, 1979, 274 pag.
8. *Toward a Metric of Science: The Advent of Science Indicators*, Edited by Yehuda Elkana, Joshua Lederberg, Robert K. Merton, Arnold Thackray and Harriet Zuckerman, John Wiley, 1978, 354 pag.
9. Jean-Pierre Courtial, *Introduction a la Scientometrie, De la bibliometrie a la veille technologique*, Anthropolos-Economica, Paris, 1990, 135 pag.

Programele de studii doctorale din perspectiva procesului Bologna

Prof. dr. Mihai KORKA

Academia de Studii Economice București

Introducere

Creșterea numărului de studenți în ciclul de studii universitare de licență a generat și continuă să genereze o serie de modificări de sistem și de conținut ale învățământului superior. În lucrarea „*Higher Education Relevance in the 21st Century*”, Michael Gibbons observă trei manifestări distincte ca răspuns la cererea tot mai numeroasă de studii de nivel terțiar:

- amplificarea dimensiunilor universităților tradiționale de elită;
- apariția și dezvoltarea de noi universități;
- intrarea în scenă a noi furnizori de programe de formare inițială și continuă.

Altfel spus, sistemul s-a diversificat, ceea ce a determinat apariția unor *noi trăsături în comportamentul instituțional*: competiția între furnizori, inovația și creativitatea în conceperea și derularea de noi oferte de formare, abordarea viitorilor beneficiari de studii superioare prin metode și tehnici de marketing educațional specifice pieței concurențiale, apropierea conținuturilor formative de așteptările și exigențele viitorilor angajatori etc.

Pe de altă parte, masificarea învățământului superior a schimbat *trăsăturile și comportamentul studenților* din punct de vedere al producției și distribuției științei, din punct de vedere al interesului pentru formarea continuă. Odată cu

dezvoltarea societății cunoașterii, învățarea de-a lungul întregii vieți, calificarea și recalificarea forței de muncă superior educate devin caracteristici nu numai acceptate, dar și cultivate de o parte tot mai însemnată a populației de studenți.

În mod paradoxal, tocmai în acest context al societății cunoașterii, educația și formarea profesională au de îndeplinit o *misiune controversată*: să pregătească forța de muncă pentru calificări de complexitate tot mai mare, bazate pe cunoștințe științifice și tehnologice avansate, concomitent cu redimensionarea culturii învățării și convingerea studenților că de-a lungul vieții lor profesionale vor trebui să schimbe frecvent locurile de muncă, iar pentru aceasta, ei vor trebui să achiziționeze, de cele mai multe ori, noi competențele specifice noilor locuri de muncă.

Gibbons constată, pe bună dreptate, că învățământul superior modern cu proporții de învățământ de masă pregătește studenții să nu rămână devotați prea mult timp aceleiași ocupații sau aceluiași aptitudini și competențe. Succesul în carieră este tot mai clar condiționat de reveniri frecvente în instituțiile de formare continuă – inclusiv, revenirea în universități – pentru a achiziționa noi cunoștințe și aptitudini, pentru a actualiza formarea academică și profesională inițială. ***În societatea cunoașterii, singura aptitudine care nu se învechește este aptitudinea de a învăța.***

Misiunea distinctă a celor trei cicluri succesive de studii universitare

Aceste observații cu caracter introductiv induc:

- *reconsiderarea problematicii gradelor universitare (licență, masterat, doctorat) și a calificărilor profesionale de nivel superior, precum și*
- *regândirea raportului dintre formare și cercetare în cele trei cicluri ale învățământului superior modern, ancorat în societatea cunoașterii.*

Dinamica procesului Bologna a configurat învățământul universitar organizat pe trei cicluri consecutive de studii, iar această nouă configurație înseamnă *o nouă filosofie a învățământului superior, o nouă concepție* în elaborarea planurilor de învățământ, în definirea conținuturilor formative ale disciplinelor și în transferarea cunoștințelor către studenți. Nicidecum ea nu înseamnă preluarea mecanică în cele trei cicluri de studii universitare a studiilor universitare și postuniversitare preexistente *Declarației* din 1999.

Cu atât mai puțin, noua configurație a învățământului superior nu poate însemna „scurtarea” sau „înghesuirea” formării de **nivel licență** într-un număr mai mic de ani pentru „a face loc modei masteratelor”. Studii elaborate sub auspiciile OCDE arată că în societatea cunoașterii cel puțin jumătate din forța de muncă are nevoie de calificare de nivel universitar pentru a putea îndeplini *funcții de execuție*.

Pentru o astfel de poziție socială formarea inițială de nivel licență obținută în trei ani de studii constituie o soluție rațională atât din punct de vedere al efortului intelectual, cât și prin prisma investiției sociale. Dar în cei trei ani de studii, universitatea are o dublă misiune: pe de o parte, de a oferi studentului cunoștințe științifice solide, definitorii pentru domeniul de studii, astfel încât el să dispună de *nivelul necesar de cunoaștere pentru a putea continua formarea în ciclul următor*

(*masterat*), iar pe de altă parte, de a-l înzestra cu *competențe și aptitudini practice, recunoscute pe piața muncii ca fiind necesare și suficiente pentru angajarea într-o funcție de execuție*.

Însăși organizarea studiilor de licență pe domenii largi de formare crează, pe de o parte, multiple oportunități de inserție pe piața muncii (comparativ cu formarea îngustă pe specializări academice, deseori de nivel disciplinar), iar pe de altă parte, dezvoltă nevoia de continuare imediată sau decalată în timp a formării prin programe de studii post-licență.

Actualele programe de masterat sunt furnizate beneficiarilor preponderent sub forma învățământului seral sau a învățământului la distanță și au statut de formare postuniversitară. Este previzibil că acest gen de formare continuă va supraviețui un timp și după introducerea studiilor universitare de masterat. Mai mult ca sigur, durata lor se va scurta, aria tematică se va îngusta și, mai devreme sau mai târziu, este de așteptat ca și denumirea de „masterat” să fie înlocuită cu un alt termen care va oglindi mai bine misiunea de actualizare și completare de cunoștințe, competențe și aptitudini profesionale.

În designul și promovarea **noilor programe de studii universitare de masterat** trebuie să pornim de la *definirea și delimitarea clară a misiunii formative a fiecărui ciclu de studii universitare*. Cum am văzut, „noua licență” nu este echivalentă cu actuala diplomă de licență și nici nu conferă același statut social și aceleași drepturi pe piața muncii. Nici masteratul configurat în cadrul procesului Bologna nu seamănă cu ceea ce se practică acum în universitățile noastre. În locul unor programe de formare continuă, universitățile sunt chemate să alcătuiască și să furnizeze programe de formare inițială la învățământul de zi, care se bazează pe *dezvoltarea aptitudinilor de cercetare-analiză-diagnoză, pe cultivarea capacității de a asuma responsabilitatea de a decide*, de a conduce activitatea unui grup, unui departament sau a unei întregi structuri sociale.

Cuprinderea doctoratului în studiile universitare ca un al treilea ciclu al formării inițiale reprezintă o manifestare firească a preocupării instituțiilor de învățământ superior de a-și armoniza menirea și funcțiile cu cerințele și așteptările mediului în care activează, cu exigențele societății cunoașterii.

Noua abordare a programelor de studii doctorale

Dacă acum 70-80 de ani, studiile de liceu asigurau absolventului un statut social respectat, acum 40-50 de ani doar studiile de nivel licență mai puteau oferi o anumită vizibilitate în profesie și societate.

De vreo 10-20 de ani, pentru a asuma o funcție de conducere se cer tot mai intens studii peste nivelul licenței. Ele s-au cristalizat treptat în cadrul universităților din țările puternic industrializate sub forma programelor de masterat.

Din perspectiva societății cunoașterii, procesul Bologna nu face în zilele noastre altceva decât să stimuleze universitățile europene în demersul lor natural de a reconsidera **rolul studiilor doctorale în formarea inițială pentru producerea și transmiterea științei** într-un context în care învățarea de-a lungul întregii vieți prefigurează deja un *interes sporit pentru studiile post-doctorale*.

Într-adevăr, finalitatea noului doctorat ca parte a formării absolvenților de învățământ superior presupune nu numai dobândirea și dezvoltarea de aptitudini de cercetare, ci și *pregătirea doctoranzilor pentru o varietate de job-uri (funcții și poziții) în cele mai diferite sectoare de activitate economică și socială a unei societăți și economii bazate pe cunoaștere*.

Doctoratul devine, astfel, **un tip distinct de învățare prin și pentru cercetare** care permite doctorandului să obțină nu numai **cea mai performantă competență în domeniul specializat de studiu, dar și aptitudini personale și manageriale generice** pentru:

- a extrage și sintetiza rapid cunoștințe noi în contexte/împrejurări noi,

- a descoperi soluții inovative, care răspund unor probleme/situații complexe,
- a dezvolta strategii prin combinarea multiplelor perspective posibile de abordare,
- a promova creativitatea și capacitatea de a comunica eficient,
- a forma, conduce și lucra în echipă,
- a prezenta proiectele în vederea obținerii de mijloace pentru finanțarea lor,
- a asigura un bun management al timpului și al resurselor implicate în cercetare,
- a promova monitorizarea permanentă a calității și performanței, precum și
- a fi pregătit să gestioneze un (vremelnic) *eșec* în identificarea soluției optime.

Trebuie acceptată și următoarea observație: *al treilea ciclu de studii universitare are ca rezultat un alt fel de absolvent decât tradiționalul nostru doctor în științe*. Prin pregătirea pentru știință și pentru economia și societatea cunoașterii, se asigură nu numai dezvoltarea competențelor teoretice și metodologice, dar și formarea acelor aptitudini practice care îl determină să devină proactiv în contexte noi. Noul posesor al unei diplome de doctor nu mai este un om de știință izolat în propriul „turn de fildeș”, dependent de disponibilitatea celorlalți membrii ai societății de a-l lua în seamă. El este un membru activ al societății bazate pe cunoaștere, capabil să promoveze propriile proiecte spre binele întregii comunități.

Acest demers este stimulat de constatarea că *modul de a produce știința* a cunoscut și el o anumită evoluție: de la cercetarea preponderent unidisciplinară spre cercetarea pluri- și transdisciplinară, de la cerințele prelabile de cunoaștere și competențe relativ omogene spre eterogenitatea inputurilor de cunoaștere pentru majoritatea noilor teme de cercetare, de la structuri instituționale de cercetare restrânse la nivel de echipă de cercetători sau

la catedre spre structuri complexe și costisitoare care pot fi mobilizate numai în instituții multidisciplinare precum sunt universitățile. Această afirmație nu trebuie înțeleasă ca o negare a cercetării unidisciplinare. Ea continuă să îmbogățească patrimoniul cunoașterii științifice, dar cele mai multe și mai spectaculoase rezultate sunt obținute în cadrul abordărilor care depășesc tratarea unilaterală a temelor actuale de cercetare.

Complexitatea temelor mai noi de cercetare depășește, de regulă, capacitatea organizatorică a unui singur conducător științific de studii doctorale. De aceea, **doctoratul trebuie să devină parte a unei strategii instituționale** marcat puternic, pe de o parte, de *preocuparea constantă pentru calitate și performanță*, iar pe de altă parte, de *receptivitatea față de nevoile imediate și de perspectivă ale economiei și societății cunoașterii*.

Tot în acest context trebuie amintită și o altă dimensiune: *mobilitatea internă și internațională a doctorandului*, nevoia sa firească de a cunoaște „pe viu” nu numai experiența propriei sale instituții, ci și modul de abordare teoretică și de organizare a cercetării, conexiunile cu alte teme, tehnologia și valorificarea rezultatelor din alte școli doctorale din țară și din străinătate. Internaționalizarea studiilor doctorale este ea însăși o temă controversată pentru care cu certitudine nu există un singur răspuns, iar Europa unită caută să identifice un set de reguli care ar putea ghida universitățile în constituirea de rețele puternice și atractive de cercetare.

Școlile doctorale (doctoral/graduate schools) trebuie structurate pe programe inter-disciplinare și inter-sectoriale, pe schimburi trans-europene și, dacă este cazul, pe parteneriate cu parteneri credibili din mediul economic și social care pot beneficia de rezultatele empirice ale cercetărilor, dar și de recomandările de politică formulate în cadrul tezelor elaborate.

În cadrul proiectului cu privire la viitorul programelor doctorale derulat sub auspiciile Asociației Europene a

Universităților numeroase voci au subliniat faptul că, *în prezent, studiile doctorale sunt subapreciate de către societate*, ca urmare a faptului că doctoratul este perceput ca *un proiect personal* pentru dezvoltarea competenței de cercetare, iar doctorul în științe *nu dispune de suficiente cunoștințe și aptitudini pentru a valorifica știința sa în lumea afacerilor publice sau private*. Trebuie spus că și majoritatea aspiranților de astăzi la titlul de doctor în științe împărtășesc această opinie, în măsura în care intenționează să se dedice unei cariere de cercetător.

Această percepție nu este însă compatibilă cu cerințele și particularitățile societății cunoașterii. Stă în puterea universităților să schimbe această percepție învechită. Conștientizarea, pe de o parte, a doctoranzilor, iar pe de altă parte, a societății în întregime ei – ca beneficiară a serviciilor științifice calificate, poate fi făcută doar prin dezvoltarea de programe de **studii doctorale în reale centre de excelență**, în care cercetarea nu se face de dragul cercetării (sau pentru obținerea unei diplome), ci pentru a susține progresul durabil al societății.

La nivel continental, este relativ larg împărtășită ideea că **reorganizarea doctoratului sub forma unui ciclu de studii universitare la forma de învățământ de zi de trei ani** are șanse reale să contribuie la schimbarea percepției doctoratului în cadrul societății.

Durata de trei ani a pregătirii superioare prin cercetare este apreciată a fi adecvată și din perspectiva unei mai ușoare inserții pe piața muncii a absolvenților tineri față de cei care vin spre pregătirea de doctorat după ce obțin o anumită experiență profesională. Aceștia par să obțină mai greu o poziție profesională adecvată titlului de doctor.

Pentru a asigura însă pregătirea adecvată a doctoranzilor pentru piața muncii, o cerință a ciclului de studii universitare de doctorat este cuprinderea în programe, pe lângă cursuri de specializare științifică avansată, a unei pregătiri adecvate în domeniul organizării și gestionării proiectelor într-un context competițional generalizat, al protejării drepturilor de proprietate

intelectuală și al dezvoltării unor aptitudini personale, precum: autoevaluarea, comunicarea eficientă, lucrul în echipă, leadership-ul etc.

Motivația universităților

Reorganizarea ofertei universitare de formare inițială pe trei cicluri consecutive de studii este multiplu motivată atât de *factori externi mediului academic, cât și de resorturi interne*, de natura comportamentului organizațional.

Printre *cauzele externe*, merită menționată recenta inițiativă de a înscrie pe Agenda Lisabona alături de crearea treptată a Spațiului European de Învățământ Superior (European Higher Education Area – EHEA), constituirea Spațiului European de Cercetare Științifică (European Research Area – ERA). Potrivit aprecierii miniștrilor educației reuniți la Berlin în septembrie 2003, EHEA și ERA reprezintă doi piloni ai societății cunoașterii din Europa. Ei au convenit asupra unei *Direcții de acțiune*, care subliniază *rolul hotărâtor al programelor doctorale și al pregătirii pentru cercetare* în contextul dezvoltării societății cunoașterii.

Universitatea oferă cea mai favorizantă structură instituțională pentru a promova într-o manieră convergentă și coerentă dezvoltarea acestui spațiu european unic, văzut din două perspective complementare: formarea pentru știință și crearea de știință ca mijloace de atingere a unei coeziuni sociale optime, de sporire a competitivității și atractivității vechiului continent la întâlnirea cu celelate zone dezvoltate.

Tot de natură externă mediului universitar este și *globalizarea*. Ea lansează o reală provocare oricărei instituții de învățământ superior confruntate cu multiplicarea operatorilor naționali și transnaționali de programe de formare inițială și continuă. Doar prin programele formare de nivelului studiilor de licență, universitatea este expusă unui proces lent, dar sigur de intrare în anonimat și apoi de dispariție de pe piața educațională.

Fără o puternică cercetare științifică dezvoltată în chiar propria instituție de către membrii corpului de profesori și cercetători, de către noile generații de masteranzi și doctoranzi, universitatea pierde din forța ei competitivă, din atractivitatea ei în favoarea altor competitori academici și neacademici. Globalizarea mărește semnificativ permeabilitatea frontierelor nu numai pentru absolvenții unui ciclu de studii, dar și pentru studenți, cei mai valoroși fiind interesați să-și continue studiile în acele instituții și acele țări care oferă formarea de cea mai bună calitate, iar aceasta este nemijlocit legată de dezvoltarea propriilor programe de maserat și de doctorat recunoașcute pe plan internațional pentru valoarea lor.

Dintre *resorturile interne* care împing instituția de învățământ superior către cuprinderea doctoratului în studiile universitare menționăm, în primul rând opțiunea strategică de *asigurare a unei noi generații de cadre didactice și de cercetare*, capabilă să preia și să promoveze misiunea și funcțiile universității în societatea cunoașterii. Supravegherea exigentă a formării „schimbului de mâine” tinde să devină, prin prisma relativei îmbătrâniri a corpului universitar românesc o preocupare imediată pentru formarea „schimbului de astăzi”, cu riscul de a aborda această temă în mod patetic, dar realist.

Pe de altă parte, masificarea studiilor de licență, dezvoltă un nou tip de preocupare pentru formarea și transmiterea de cunoștințe și competențe. Calitatea programelor de formare inițială nu poate rămâne un dat absolut într-un context dinamic și competitiv. *Calitatea ofertei educaționale* a fiecărei universități depinde de nivelul și calitatea cercetării științifice proprii. Oferta educațională trebuie îngrijită printr-o permanentă relaționare cu cerințele din viitorul imediat și de perspectivă medie din comunitatea în care este localizată instituția. Viitorul trebuie continuu explorat, iar cea mai lesnicioasă cale de a realiza acest deziderat de investigare constă în dezvoltarea de școli doctorale în chiar propria universitate.

Unele probleme controversate ale noului ciclu de studii universitare de doctorat

Cuprinderea doctoratului în studiile universitare rezolvă unele preocupări de natură strategică ale instituțiilor de învățământ superior. În același timp, confruntarea dintre practicile tradiționale și noua abordare generează și o serie de probleme pentru care nu există întotdeauna soluții prefabricate general acceptabile.

Prima problemă este legată de **definirea doctoratului în cariera profesională**. Diversitatea actuală a candidaților pentru studii doctorale din punct de vedere al vârstei, al studiilor prealabile absolvite, al stadiului carierei, experienței acumulate, statutului profesional, scopului urmărit prin efectuarea doctoratului etc. trezește cel puțin nedumerire dacă nu chiar îngrijorare atât în rândul celor care intenționează să se înmatriculeze într-un program de studii doctorale (de obicei, la forma fără frecvență), cât și printre conducătorii științifici tradiționaliști, care continuă să pledeze pentru studii doctorale întreprinse la o vârstă matură, când a fost deja acumulată o substanțială experiență profesională.

În opinia acestor universitari tradiționaliști, *doctoratul reprezintă o încununare de carieră*, pe când în abordarea nouă, el reprezintă *o etapă de formare inițială în cadrul unui proces de învățare de-a lungul întregii vieți*. Apreciez că cel puțin într-o perioadă de tranziție cele două finalități vor coexista în organizarea doctoratului, iar pentru evitarea confuziei, o anume distincție între cele două grade universitare ar trebui instituită: **doctoratul profesional versus doctoratul științific**. Aportul la progresul cunoașterii este prezent în ambele cazuri, dar încărcătura cu soluții pentru viitor bazate pe forțarea limitelor cunoașterii este categoric diferită.

Există la ora actuală o mare **diversitate în organizarea studiilor doctorale**: de la performante școli doctorale coordonate de grupuri de profesori și cercetători cu realizări recunoscute științific pe plan național și/sau internațional, până la marea majoritate a

doctoranzilor din România, care fac studii individuale sub îndrumarea unui conducător științific la forma de învățământ fără frecvență. Trebuie recunoscut și faptul că *lipsește o reglementare cuprinzătoare a școlilor doctorale și, pe cale de consecință, nici finanțarea lor nu este clar statuată*.

Nu poate fi trecută cu vederea nici proliferarea instituțiilor organizatoare de doctorat și nici ușurința cu care se obține, nu rareori, dreptul de a coordona studii doctorale. Dacă se adaugă și numărul exagerat de mare de diplome de doctor în științe care se atribuie anual în România, este evidentă *erodarea imaginii publice a statutului de doctor în științe*, ceea ce nu reprezintă o premisă încurajatoare pentru cei tineri, chemați să opteze pentru o carieră de cercetător științific sau de universitar puternic implicat în cercetarea științifică de vârf.

Așa cum s-a menționat mai sus, programele de studii doctorale reprezintă din punct de vedere al conținutului un tip distinct de *învățare prin și pentru cercetare* bazat preponderent pe *efortul individual al doctorandului*, asistat, ce-i drept, de către conducătorul de doctorat și de către instituția organizatoare de doctorat. O întrebare firească este legată de **evaluarea muncii sale**. Este aplicabilă și, în ultimă instanță, este necesară **aplicarea Sistemului European de Credite Transferabile (ECTS)** pentru ciclul de studii universitare de doctorat? Marea majoritate a universităților europene resping aplicarea mecanică a celor 180 de credite de studiu pentru trei ani de efort de pregătire doctorală, dar recunosc că nu sunt pregătite să furnizeze o informație transparentă în legătură cu calitatea rezultatului acestei pregătiri.

Nici pentru (eventuale) perioade de studiu petrecute de doctorand într-o altă instituție de învățământ superior sau de cercetare decât instituția organizatoare de doctorat nu există vreun document acceptat pentru transferarea de informații cu privire la rezultatele perioadei de pregătire petrecute în afara universității-mamă.

Pe de altă parte, programul de doctorat trebuie să permită studentului să obțină nu

numai cea mai performantă competență de cercetare-inovare în domeniul specializat de studiu, dar și *aptitudini personale și manageriale generice*, care să-l ajute să se realizeze independent în viitoarea sa carieră profesională. Ceea ce pare să fie tot mai mult acceptat este că această pregătire complementară trebuie să fie extrem de flexibilă, într-o mare varietate de forme (seminarii, dezbateri ocazionale, școli de vară etc.), astfel încât să nu prejudicieze scopul fundamental al programului de studii doctorale. Creditele acordate acestei pregătiri suplimentare nu trebuie să însumeze mai mult de 30 de puncte. Ele pot fi acumulate de doctorand prin *participarea și implicarea personală în conceperea și derularea activităților de formare de aptitudini personale și manageriale generice*, nu neapărat prin examinarea la discipline academice complete care au astfel de finalități.

În fine, *absența unui cadru legal pentru definirea raporturilor profesionale și de studii dintre doctorand, conducător științific și universitatea organizatoare de doctorat* are ca efect constituirea unui mediu fluid de obligații și responsabilități.

O *relație de natură contractuală* între cele trei părți implicate în realizarea acestui ciclu de studii bazat preponderent pe propriul efort de cercetare al doctorandului ar putea rezolva nu numai aspectele legate de *raporturile de studii*, dar și pe cele care vizează *raporturile de muncă*, de asigurări sociale și de sănătate.

Se discută tot mai insistent la nivel european de încadrarea doctoranzilor ca cercetători debutanți (*early stage researchers*), cu atribuții clare atât în programele de cercetare ale universității, cât și în activitatea didactică. O astfel de soluționare ar oferi doctorandului un statut clar în campus și l-ar scuti de o serie de preocupări extra-academice în favoarea unei atente tratări a studiilor doctorale. Totodată, s-ar rezolva și o bună parte din actualele probleme generate de insuficiența de resurse umane tinere și bine calificate cu care se confruntă multe dintre universitățile din țară.

Recomandările Seminarului Salzburg

În perioada 3-5 februarie 2005 a avut loc la Salzburg un Seminar cu tema „*Programe Doctorale pentru Societatea Europeană a Cunoașterii*”. În urma dezbaterilor, a rezultat un set de zece principii:

- I. **Componenta definitorie a pregătirii în cadrul studiilor doctorale este dezvoltarea științei de a cerceta.** În același timp, se recunoaște că pregătirea doctorală trebuie să răspundă într-o măsură sporită cerințelor unui spectru mai larg de angajare pe piața calificărilor decât mediul academic.
- II. **Cuprinderea doctoratului în strategii și politici instituționale.** Universitățile trebuie să asume responsabilitatea pentru o astfel de organizare a propriilor programe de studii doctorale și a pregătirii pentru cercetare încât să răspundă noilor cerințe și să cuprindă oportunități adecvate de dezvoltare a carierei profesionale.
- III. **Importanța diversității:** marea diversitate a programelor doctorale din Europa, bazate pe calitate și practici sănătoase, reprezintă un punct forte.
- IV. **Doctoranzii considerați ca cercetători timpurii (early stage researchers):** ei ar trebui recunoscuți ca profesioniști cu o contribuție esențială la crearea de cunoștințe noi.
- V. **Rolul crucial al supervizării și evaluării:** respectând personalitatea fiecărui doctorand, se cer a fi concepute și aplicate *aranjamente adecvate pentru conducerea și evaluarea doctoratului*, bazate pe o structură contractuală care cuprinde responsabilități partajate între doctorand, conducător științific și instituție (acolo unde este adecvat și cu participarea altor parteneri).

- VI. **Realizarea masei critice:** Programele de studii doctorale oferite de universitățile europene ar trebui să urmărească atingerea unei mase critice (a ofertei) și să fie bazate pe diferite tipuri de practici inovative, pornind de la recunoașterea principiului că soluții diferite pot fi adecvate unor contexte diferite, în mod particular, ținând seama de dimensiunile mai mari sau mai mici ale țărilor europene. Ele presupun diferite soluții instituționale: de la școli doctorale în marile universități la colaborări regionale între universități.
- VII. **Durata:** programele doctorale ar trebui dezvoltate într-un interval rezonabil de timp (trei până la patru ani, de regulă).
- VIII. **Promovarea de structuri inovative** urmărește un răspuns adecvat cerinței de a face față interdisciplinarității și învățării de către doctoranzi a unor abilități generice de dezvoltare.
- IX. **Mobilitate sporită:** Programele doctorale ar trebui să ofere oportunități de mobilitate și colaborare internațională în cadrul unei structuri-cadru de cooperare între universități și alți parteneri.
- X. **Finanțarea corespunzătoare:** dezvoltarea de programe doctorale de calitate și finalizarea cu succes a studiilor de către doctoranzi presupun finanțare adecvată din partea statului.

Acest **decalog stabilit prin consens la Seminarul Salzburg** urmează să fie recomandat miniștrilor responsabili pentru învățământul superior din cele 40 (în viitorul apropiat, 45) de state care au hotărât să avanseze împreună spre crearea Spațiului European de Învățământ Superior.

Încheiere

Pledoaria pentru reorganizarea studiilor doctorale din România este oricând susceptibilă de a fi completată și amplificată. Ea are ca unic scop provocarea unui *dialog cât mai amplu pentru a identifica cele mai potrivite politici și măsuri* în vederea dezvoltării structurate a societății cunoașterii în țara noastră și a unei rapide și profitabile integrări a adevăratelor competențe prezente și, mai ales, viitoare din universitățile românești în circuitul european de valori științifice.

N.B.

Extrase din acest text au fost prezentate în cadrul Conferinței organizate de CEPES/UNESCO pe 22 martie 2005.

Bibliografie selectivă

1. * * *Documents of the Bologna Seminar on "Doctoral Programmes for the European Knowledge Society"*, Salzburg, 3-5 February 2005.
2. * * *EUA Doctoral Programmes Project. Network 1: Structure and Organization of Doctoral Programmes*. Final Report, Frankfurt, 2004.
3. Fielden, John și Karen Abercromby (2001): *Accountability and International Co-operation in the Renewal of Higher Education*. Follow-up Study to the World Conference on Higher Education. UNESCO, Paris.
4. Gibbons, Michael (1998): *Higher Education Relevance in the 21st Century*. Human Development Network. The World Bank, Washington, DC.
5. Korka, Mihai (2004): *Învățământul superior economic românesc și spiritul Bologna*. Publicat în ziarul „Economistul”, numerele 1747 și 1748 din luna noiembrie.
6. * * *România și Agenda Lisabona – aderarea la Uniunea Europeană și competitivitatea economică*. Studiu coordonat de profesorul Daniel Dăianu și elaborat de o echipă comună a Grupului de Economie Aplicată (GEA) și a Centrului Român de Politici Economice (CEROPE), București, noiembrie 2004.
7. Sadlak, Jan – Editor (2004): *Doctoral Studies and Qualifications in Europe and the United States: Status and Prospects*. UNESCO – CEPES, București.

Care este prețul științei ?

Ioan ABRUDAN

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

e-mail: abrudan.ioan@k.ro

În anul 2002 mă aflam în Statele Unite la o conferință internațională. Printr-un concurs de împrejurări am fost invitat în casa unor intelectuali români plecați, încă dinainte de 1989, în SUA. La sfârșitul întâlnirii, am vrut să-mi exprim într-un fel gratitudinea pentru ospitalitatea gazdelor și le-am dăruit o carte scrisă de mine care să le aducă aminte de această întâlnire. Una dintre fetele familiei era căsătorită cu un american pur (născut, crescut în SUA). Americanul acesta a luat cartea mea, a răsfoit-o, probabil fără să înțeleagă prea multe pentru că era scrisă în românește, și apoi mi-a spus: "Cred că ai luat o mulțime de bani pentru această carte!" Atunci m-am întrebat, poate pentru prima dată: "Care este prețul științei?" Mai ales că nu luasem nici un ban pentru această carte, mai mult, a trebuit să găsesc niște sponsori pentru ca să poată apărea cartea.

"Care este prețul științei?" se întreabă și editorialista Cordelia Sealy în numărul din ianuarie 2005 al revistei britanice *Materials Today*. Ea observă că, în Statele Unite, bugetul pentru știință pe anul 2005 a prevăzut, în cel mai bun caz, creșteri modeste și, în cel mai rău caz, reduceri pentru diferitele institute de știință. Astfel, Fundației Naționale pentru Știință i-a fost alocat un buget mai redus cu 107 milioane USD față de anul 2004, una dintre cele mai severe reduceri din ultimii 20 de ani. Printre victimele acestei reduceri au fost programele educaționale pentru știință cu o reducere de 10% a bugetului.

De partea cealaltă a Atlanticului, Marea Britanie pare a se găsi într-o situație ambiguă în acest domeniu, spune ziarista britanică. Pe

de o parte, guvernul afirmă că susține dezvoltarea științei și promovează strategii pe termen lung privind investițiile în știință și în industria pentru tehnologii înalte. Se vorbește de o reformulare a politicilor privind cercetarea în "Programul Cadru 7" și de planuri privind "orașele științei" începând cu Manchester, Newcastle și York. Pe de altă parte, unele universități își închid departamente sau programe de instruire în anumite specializări. Este dat exemplul Universității din Exeter (sud-vestul Angliei) care a renunțat la chimie în favoarea fizicii și sportului chiar dacă, prin acest gest, și-a atras ostilitatea laureatului Premiului Nobel pentru chimie (1996) profesorul Harold Kroto, care, în semn de protest, a returnat universității titlul onorific primit de la această universitate. Parcă pentru a adevăra dictonul lui Pascal: "ceea ce de o parte a Pirineilor este adevăr de cealaltă parte este minciună", Universitatea din Newcastle (nord-estul Angliei) a renunțat la fizică în favoarea nanotehnologiilor și științei materialelor. Cred că avem aici și o lecție despre flexibilitate și adaptare la piață și despre cum se pot închide anumite sectoare de activitate atunci când nu mai este piață pentru ele.

Scriitorul german Günter Grass (laureat al Premiului Nobel) arăta că în multe țări europene electoratul refuză "capitalismul exploatator" fără, însă, "a renege economia de piață". Piața, oricum, rămâne. Rămâne ca un exercițiu de înviorare care nu permite atrofierea aptitudinilor și tocirea simțurilor. Nimeni, dintre cei care activează în cadrul unei economii de piață, nu se poate sustrage legilor acesteia decât printr-o mentalitate de

suicid. Într-o astfel de economie, tot ceea ce se produce trebuie să-și găsească un consumator, iar gășirea unui consumator este legată de posibilitatea ca acel lucru să fie util, să acopere o necesitate.

Se spune de mai multe ori că educația și știința nu sunt comerciale. În acest sens scriitorul spaniol Juan Goytisolo afirma: "Ceea ce definește un intelectual este căutarea unui a ști dezinteresat, fără rentabilitate imediată". Sigur că, acest cuvânt, "comercial", pare, în acest context, ceva peiorativ, degradant. Dacă, însă, cuvântul presupune ceva legat de bani, atunci trebuie știut că tot ceea ce consumă bani trebuie să genereze rezultate pentru acoperirea respectivelor cheltuieli, altfel procesul nu poate continua, nu se încheie ciclul. Este o lege care se demultiplică din "legea conservării energiei și materiei", din imposibilitatea existenței unui „perpetuum mobil” etc. Sunt discutabile doar modalitățile și momentul în care se reîntorc către "producător" efectele procesului. Chiar și scriitorul spaniol, citat anterior, nu nega, în final, necesitatea rentabilității ei, doar, o amplasa într-un alt orizont de timp.

Poate, că spre această procedură îndeamnă și dictonul biblic: „dăruind vei dobândi”. Trebuie să recunoaștem aici o „relație economică” care presupune mai întâi niște costuri și apoi obținerea unor rezultate. Fără a vulgariza ideea, eu cred că astfel se legitimează rentabilitatea. Oricum, motivul legării unor rezultate de anumite costuri, sau, invers, necesitatea ca anumite costuri să producă rezultate, a generat o întreagă literatură, din care, la noi, ar face parte, de exemplu „Legenda meșterului Manole”.

Și mai este ceva. De o bună perioadă de timp, care în unele părți ale lumii poate însemna chiar jumătate de secol, iar, la noi, înseamnă 15 ani, în binomul "producție-vânzare" accentele s-au redistribuit în sensul că se produce ceea ce se poate vinde și nu se vinde ceea ce s-a produs. Cu unele mici rețușuri (a se sesiza atributul "mici") același lucru se poate întâmpla și în știință și educație.

Faptul că, la noi, învățământul este, în bună parte, gratuit nu înseamnă că el nu costă și că cineva nu plătește pentru asta. Plătim noi toți. Dar efectele, dar rezultatele, cine le primește? Din nefericire, "obiectele" activității de instruire, în general, nu plătesc sau plătesc puțin și atunci se întâmplă ceea ce semnala magnatul german al confecțiilor, Klaus Steilman: "omul acordă o atenție mai mare lucrului pe care-l cumpără decât celui pe care-l primește gratuit".

Ajungem la subiectul cu tinerii absolvenți care pleacă în alte țări și se manifestă profesional acolo. Se pot da două tipuri de interpretări. Prima pozitivă: dacă "căpșunarii" aduc miliarde de euro în țară atunci, acești tineri aduc cu siguranță mai mult. Al doilea tip de interpretare este ceva mai complicat și ceva mai delicat.

Dar mai întâi, un exemplu. În fiecare an, un juriu internațional se întrunește și stabilește cele mai "rele" zece corporații ale anului. Între exemplele "rele", Wal-Mart, adică cel mai mare colos american al vânzărilor cu amănuntul realizând un profit echivalent cu 2% din PIB-ul SUA. Dar nu pentru acest lucru este considerată Wal-Mart "rea". Deși, în ultimii 2 ani, revista "Fortune" a desemnat Wal-Mart drept "cea mai admirată companie din SUA", totuși ea este acuzată că-și externalizează spre societate o parte din costuri. Astfel, un membru al Camerei Reprezentanților din California, arată că un singur hipermagazin Wal-Mart cu 200 de angajați poate costa bugetul federal 420.750 USD/an datorită unor facilități acordate angajaților de firmă dar suportate de bugetul federal. Acesta este aspectul negativ.

Mi se pare că exemplul poate funcționa și ca răspuns la problema absolvenților care pleacă în străinătate. În acest caz, cum se spunea cândva, profitul se individualizează iar costurile se socializează. Adică cineva suportă costurile, și altcineva primește profitul. Ne putem permite?

Revenim la articolul Cordeliei Sealy privind manifestările contradictorii ale statelor lumii în politica pentru știință. Proaspătul director executiv al Agenției Europene de Apărare (EDA), Nick Witney,

numit în funcție în iulie 2004, arăta vizavi de bugetul acestei instituții: „...nu știu de ce trebuie să ne îngrijoreze faptul că americanii cheltuiesc pentru apărare de două ori mai mult decât noi. Lucrurile se schimbă, însă, când vine vorba de sumele alocate cercetării și tehnologiei în domeniu. Aici e vorba de o competiție reală. Aici vorbim despre bazele unei mari părți a viitoarei fundații economice și industriale pentru Europa. În acest caz avem de ce să fim îngrijorați că americanii cheltuiesc de cinci ori mai mult decât noi...”. Ar fi de reținut două probleme. Prima, că SUA chiar dacă a bugetat mai slab, în 2005, organizațiile care se ocupă de știință s-ar putea ca un surplus de fonduri să se găsească disimulat în finanțarea altor activități. Al doilea fapt care l-am putea sesiza în constatările directorului executiv al EDA, este că decalajul între SUA și Europa pe zona științei privind apărarea este de 5:1 și, în sfârșit, se reiterează un lucru pe care-l știam mai demult, că, poate singurul avantaj al industriei militare, este că reprezintă, de multe ori, baza pentru aplicații civile. Cu alte cuvinte, ceea ce azi este aplicație militară, mâine și poimâine va fi aplicație civilă. Poate conta, deci, acest 5:1, ca și un raport de viziune strategică în domeniul științei a celor două entități statale. Dar, o viziune strategică asupra științei, înseamnă și finanțarea programelor educaționale pentru știință. Ori, în SUA, acestea au cunoscut reduceri de 10%. Are dreptate, deci, autoarea articolului când afirmă că mesajul transmis de aceste politici este mixt. Aș spune, mai precis, ca mesajul este contradictoriu.

Și pentru că am ajuns la Europa, una dintre controversile actuale din lumea mondială a științei se referă la amplasarea Reactorului Termonuclear Experimental, o investiție internațională de 10 miliarde de dolari. Pentru acest obiectiv s-au stabilit două amplasamente posibile. Unul în Franța iar celălalt în Japonia. Europa ar dori amplasamentul din Franța, iar Japonia, SUA, și Coreea de Sud pe cel din Japonia. Contradicțiile au ajuns până la stadiul că, dacă nu va fi amplasat în Franța, Europa amenință că-și va construi propriul reactor.

Rămâne totuși o întrebare, de unde se va asigura resursa umană pentru cercetare, care să populeze orașele științei din Anglia sau să realizeze reactorul mai sus pomenit? Se știe că, cel puțin în Marea Britanie, apetitul tinerilor pentru o carieră științifică este foarte redus, iar cei care totuși o fac, găsesc greu o direcție spre care să se îndrepte. Poate că forța de muncă pentru „orașele științifice” vom fi noi cei din estul Europei sau dintr-un est și mai depărtat. De altfel, Robert Kennedy, președintele Centrului European pentru Studii de Securitate, „George C. Marshall” chiar afirma la o conferință internațională din 2002 că România poate aduce o contribuție majoră la asigurarea stabilității spațiului euro-atlantic prin „capitalul uman” de care dispune.

În aprilie 2003, ambasadorul american de atunci, Michael Guest, spunea vizavi de corupția din România: „Dacă tinerii din această țară nu pot conta pe faptul că își pot găsi o slujbă pe merit, atunci este timpul ca ei să-și urmeze carierele în altă parte.” Se poate pune întrebarea „care este acea parte?”. Dar, oricare ar fi ea, nu ne găsim cumva într-o strategie de tip Wal-Mart?

Studii de specialitate, realizate încă în anul 2000, au ajuns la concluzia că pentru a stabili forța de muncă până în anul 2050 în raport cu rata sa de creștere anuală, Uniunea Europeană ar trebui să primească anual 1.6 milioane de străini. Să fie acesta prețul (scopul) aderării noastre la UE? Pe de altă parte, Institutul Internațional pentru Managementul Dezvoltării cu sediul la Lausanne (Elveția) ne amplasa pe un onorant loc 20 în lume (la categoria țări cu populație peste 20 de milioane) la criteriul „calitatea educațională tehnică și științifică a resurselor umane pentru satisfacerea cerințelor afacerilor”.

În cartea sa (a cincea) cu titlul „Memorie și identitate: Conversații între milenii” Papa Ioan Paul al II – lea face o serie de afirmații care, la capitolul calitatea resursei umane, s-ar putea corela cu subiectul nostru. Această carte a fost lansată la 23 februarie 2005 la Vatican și, fiind ultima carte (un veritabil „cântec de lebedă”) a

renumitului papă dispărut în regretul a milioane de oameni, are un fel de valoare de „concluzie finală”. Acesta spunea, referitor la Europa de Est, că a atins „o maturitate spirituală în care anumite valori importante sunt mai puțin devalorizate decât în Vest” sau, ceva mai departe: „Principala amenințare în fața căreia se găsește Europa de Est, este aceea de a cădea, fără criticism, sub influența culturii negative, atât de răspândite în Occident.” Să recunoaștem că lucrurile în loc

să se lămurească parcă devin tot mai confuze. Atunci ce relevanță are „procesul Bologna” sau spațiul european comun al științei și cercetării? Cine și la ce sau la cine trebuie să se alinieze? Un lucru este clar, se pune, și acum, problema unor costuri pe care cineva trebuie să le suporte. Deci întrebarea „Care este prețul științei?” încă nu are un răspuns concludent.

ȘTIINȚA ȘI INGINERIA MATERIALELOR ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL TEHNIC UNIVERSITAR

Prof.univ. dr.ing. Ioan VIDA-SIMITI

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, România

Modificarea condițiilor economico-sociale din țara noastră după 1989, a condus la scăderea vertiginoasă a opțiunilor pentru specialitățile tehnice ingineresti pe considerentul preconcept al lipsei de perspectivă a dezvoltării industriei.

Este de neconceput însă, în condițiile economice de piață, dezvoltarea societății românești, fără relansarea industriei pe principiile noi ale concurenței, având ca scop competitivitatea produselor realizate.

Conceperea și realizarea mașinilor, utilajelor, aparatelor performante și fiabile, impune, în primul rând și utilizarea materialelor performante. Aceste materiale sunt create și utilizate la locul potrivit de specialistul numit **“inginer de materiale”**, o specialitate, o profesie nouă, în școala superioară și industria românească inspirată din sistemele de învățământ tehnic ale țărilor occidentale.

În toate timpurile s-au elaborat noi materiale, iar cele vechi s-au perfecționat. Producerea și utilizarea lor au parcurs un drum ce a început cu piatra, a trecut peste bronz la fier, pentru ca astăzi să continue cu cele mai sofisticate materiale metalice, plastice, ceramice sau compozite, dezvoltarea acestora fiind condiția de existență a progresului. Științei materialelor, pe plan mondial, i se alocă printre cele mai mari fonduri de cercetare, ea antrenează un număr impresionant de ingineri și cercetători și asigură cea mai mare rată de revenire a sumelor investite.

De altfel Programele-Cadru de Cercetare și Dezvoltarea Tehnologică al Uniunii Europene includ la fiecare ediție

studiile și cercetările în domeniul materialelor printre domeniile prioritare.

De ce se rup lucrurile? De ce au materialele rezistență? De ce unele solide sunt mai rezistente decât altele? De ce este oțelul tenace și de ce este sticla fragilă? De ce se despică lemnul? La ce ne referim cu adevărat când spunem “rezistență”, “duritate” și “fragilitate”? De ce este elastic cauciucul? Sunt materialele atât de rezistente pe cât ar trebui să le pretindem să fie? Cât de mult putem dezvolta tipurile de materiale existente – care să fie mai rezistente? Dacă răspunsul este afirmativ, prin ce modalități am putea realiza astfel de materiale și cum ar arăta ele? De ce unele materiale rezistă în funcționare la frig adânc? De ce alte materiale pot fi utilizate la temperaturi foarte ridicate? Dacă am putea într-adevăr produce materiale mai bune, din puncte vedere calitativ, întrebarea corespunzătoare este cum și unde le-am putea folosi?

Către sfârșitul vieții, Faraday și-a pus astfel de întrebări, însă nu a reușit să găsească răspunsuri și într-adevăr noi înșine nu am reușit să le găsim decât cu puțin timp în urmă. Totuși, în privința problemelor pe care le ridica, Faraday era cu mult înaintea cunoștințelor contemporanilor săi, iar mulți ani după aceea materiale cu proprietățile lor au rămas subiecte puțin abordate de știință.

Iată numai câteva simple întrebări la care pot răspunde numai specialiștii din domeniul științei și ingineriei materialelor.

Importanța ingineriei materialelor constă în faptul că ceea ce am putea obține până în prezent, din punct de vedere tehnic, a fost limitat de slaba rezistență a materialelor

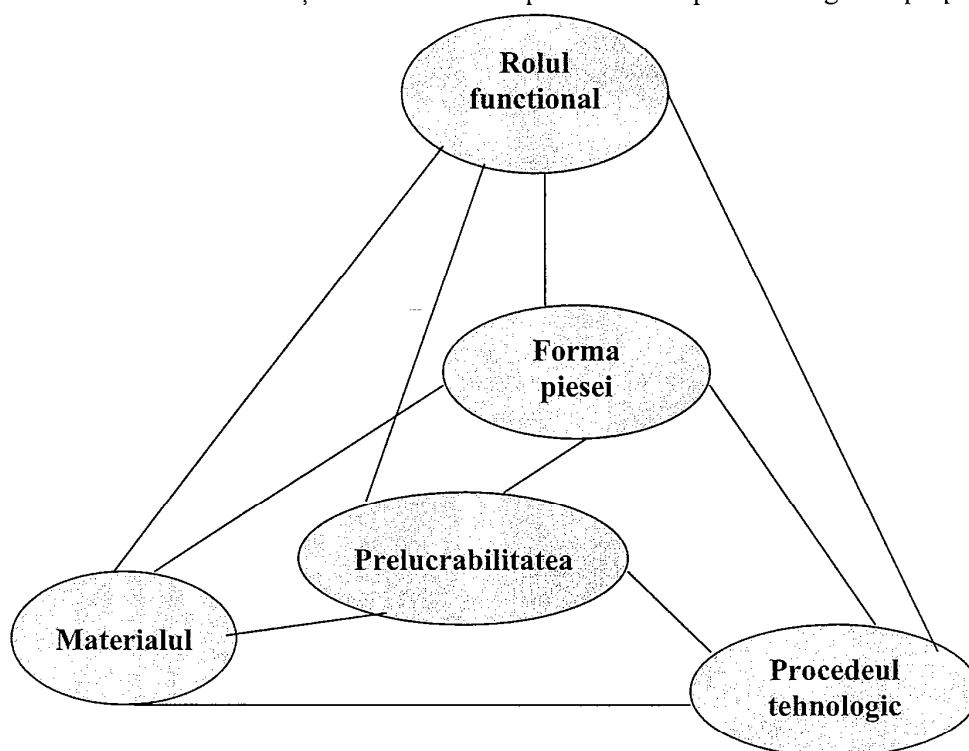
de construcții. În loc să ne limităm la a accepta această situație, putem încerca să înțelegem de ce materialele se comportă într-un anumit fel și mai ales putem observa mai clar felul în care ele pot fi modificate și îmbunătățite. În consecință, se poate încerca realizarea unor materiale mai bune, așa cum nu au mai existat până acum, acest lucru deschizând noi orizonturi celor din ingineria industrială.

Specialistul în știința și ingineria materialelor este astfel implicat direct în producerea, prelucrarea și utilizarea rațională a materialelor metalice, ceramice, plastice sau compozite de mare performanță, a materialelor pentru tehnici de vârf: construcția de mașini, tehnica nucleară, tehnica aviațică, electronică și electrotehnică, tehnologia informației. Absolventul în știința și ingineria materialelor trebuie să devină astfel un specialist dotat cu un domeniu larg de cunoștințe interdisciplinare, capabil de a fi performant în orice sector de activitate inginerească, competent în selecția, proiectarea, elaborarea și prelucrarea materialelor, fiind accesibil în cele mai complexe laboratoare sau unități industriale.

Activitățile de consulting, expertizare și analize în domeniul materialelor deosebit de solicitate sunt bine plătite și crează specialistului în materiale premisele organizării cabinetelor private.

Orice firmă mică mijlocie sau mare, producătoare de piese, subansamble, aparate, utilaje sau mașini are nevoie de specialiști în știința și ingineria materialelor. Orice producător și comerciant are, de asemenea, nevoie de astfel de specialiști. Economia de piață concurențială implică competiție, calitate, diversificare, costuri cât mai mici, într-un cuvânt progres, iar aceasta solicită din ce în ce mai mulți specialiști în știința și ingineria materialelor, care să lucreze în activitatea de concepție, în laboratoare de control, de cercetare și de consultanță.

În conceperea și realizarea unui produs, problema materialelor trebuie obligatoriu corelată cu procesele de prelucrare și exploatare. De aceea, un bun inginer trebuie să aibă o pregătire complexă. Știința și ingineria materialelor trebuie să fie capabilă să realizeze materiale ale căror proprietăți să asigure performanțele și fiabilitatea produsului. Spectrul larg de proprietăți și



Interdependența între factorii care determină rolul funcțional al unui produs.

diversitatea materialelor a condus la o apropiere interdisciplinară între inginerie și știința materialelor. Locul pe care ingineria materialelor îl ocupă în sistemul tehnic de realizare a unui produs este redat de elementele componente ale interdependenței prezentate în graficul din figura de mai sus. Factorii din grafic relevă interdependența dintre material și proprietățile sale pe de o parte și procedeul de prelucrare, forma piesei și prelucrabilitate pe de altă parte, în scopul asigurării rolului funcțional impus piesei sau produsului industrial.

În condițiile economiei de piață, inteligența și competența profesională sunt atuuri capabile să propulseze inginerul pe cele mai înalte trepte ale societății. Cu atât mai mult competența în selecția, proiectarea și elaborarea materialelor deschide porțile pentru desfășurarea activității în cele mai complexe laboratoare sau firme industriale din țară, din Europa și din întreaga lume. Nu mai puțin solicitate vor fi și oficiile de expertizare și analize în domeniul materialelor care vor fi înființate de viitorii specialiști.

Unde va lucra viitorul specialist în materiale?

- În sectoarele de concepție și proiectare tehnologică vizând selecția materialelor;
- În instituțiile și laboratoarele de cercetări în domeniul conceperii, proiectării și elaborării materialelor speciale destinate tehnicii de vârf;
- În unități economice cu profil de materiale și de procesare a materialelor;
- În laboratoarele de încercări ale materialelor și produselor;
- În oficiile de marketing, în calitate de consilier tehnic privind importul și exportul materialelor;
- În învățământul tehnic superior pentru formarea de noi specialiști în domeniul materialelor.
- În oficiile private de consulting și expertizare.

Facultățile de Știința și Ingineria Materialelor, oferă posibilitatea de formare a specialiștilor în domeniul ingineriei

materialelor, dispunând de laboratoare cu aparatură și tehnică de calcul modernă, de cadre profesionale cu înaltă ținută științifică și nu în ultimul rând de tradițiile Școlilor de Materiale recunoscute în țară și străinătate, unele racordate încă de la înființare la cercetările mondiale în domeniul materialelor. După absolvirea facultății este deschisă posibilitatea perfecționării în continuare prin ciclul de masterat și doctorat.

Din păcate însă, Știința și ingineria materialelor, încă nu și-a găsit locul în societate. Fiecare recunoaște și acceptă importanța materialelor în toate sectoarele industriei, deci și în domenii apropiate nouă, ca sănătatea și calitatea vieții. Cu toate acestea, știința și ingineria materialelor nu este privită ca un domeniu sau o disciplină, neglijându-se importanța sa. Este ușor să verificăm acest lucru: întrebați membrii familiei voastre sau chiar mai ciudat, manageri ori specialiști din mediul industrial, dacă știu ce este știința și ingineria materialelor și veți constata că veți primi răspunsuri ciudate, de la “nu știu” la “este cumva un domeniu al ingineriei ce calculează structurile?”. Întrebați aceleași persoane despre compozite sau polimeri și veți fi și mai surprinși de răspuns. Publicul și din păcate nici managerii industriali nu sunt corect informați asupra ingineriei și științei materialelor. Aceștia sunt obișnuiți cu științele clasice – fizica, chimia, biologia, geografia, matematica și tehnologiile moderne – calculatoare, aeronautică, comunicații, automatică, construcția de mașini etc. Azi, însă viața lor depinde mai mult de știința materialelor decât de alte discipline.

Proiectanții buni sunt acei specialiști care au cunoștințe vaste în domeniul științei și ingineriei materialelor. Prima consecință negativă a acestui fapt este numărul insuficient al studenților bine dotați intelectual, orientați spre știința și ingineria materialelor. Aceasta determină o lipsă acută de ingineri și cercetători specialiști în ingineria materialelor care să satisfacă cerințele mediului industrial. Nu trebuie uitat că între multiplele probleme pe care un tânăr

inginer le va avea de rezolvat în industrie sunt cele referitoare la greșeli de proiectare și alegerea incorectă a materialelor.

Nu există până acum dubii, atât în trecut cât și în prezent, privind importanța cunoștințelor de expert în materiale, știut fiind că **astăzi ca și acum o mie de ani, cei care au stăpânit materialele, au dominat și lumea.** În trecut aceasta conducea la superioritatea armelor, iar azi conduce la superioritatea în echipamente, aparatură, produse performante, tehnologia informației și a comunicării.

Majoritatea dezvoltărilor tehnologice au putut fi puse în operă, grație inovațiilor din domeniul materialelor care le compun sau a procedeelelor lor de elaborare ori procesare. În prezent, stăpânirea cunoștințelor despre materiale reprezintă un atuu decisiv pentru inovare.

Cu ani în urmă, factorii politici de decizie din Japonia au stabilit că sunt prioritare trei domenii pentru dezvoltarea în viitor a țării: stocarea, prelucrarea și transferul de informații, biotehnologiile și tehnologiile de obținere a materialelor noi și avansate pentru toate industriile. Ca rezultat al acestei decizii, cele mai însemnate resurse umane din cercetare - dezvoltare și resurse financiare au fost dirijate spre aceste domenii. În S. U. A. și Europa, acest lucru s-a realizat mult mai târziu, ceea ce explică decalajul dintre dezvoltarea noastră și cea a Japoniei, mai ales în domeniul noilor materiale.

Legătura între știința și tehnologia materialelor și istoria dezvoltării omenirii se evidențiază în diferitele epoci, chiar prin denumirea lor: epoca de piatră, epoca bronzului, epoca fierului și al tipurilor de așezări, din cele mai vechi timpuri și până astăzi, fiind determinată de disponibilitatea materialelor și abilitatea oamenilor de a le folosi în avantajul lor. Această abilitate a depins de priceperea de a folosi focul al cărui efect este utilizat astăzi pentru modificarea proprietăților materialelor în cursul fabricării lor. Aceasta a fost cheia care a deschis ușa spre artă și tehnologie și ne-a permis nouă să devenim agricultori, vânători, războinici,

constructori, specialiști în tehnici de comunicare, I.T, etc.

Pot fi menționate principalele competențe profesionale pe care trebuie să le dobândească viitorii ingineri specialiști în domeniul materialelor:

- Selectarea, proiectarea, elaborarea și caracterizarea materialelor;
- Alegerea variantelor tehnologice optime în conformitate cu condițiile de productivitate, cost, protecția mediului (tehnologiile curate);
- Proiectarea proceselor tehnologice de prelucrare a diverselor categorii de materiale de uz industrial: metalice, polimerice, ceramice, compozite;
- Proiectarea, exploatarea și întreținerea utilajelor și echipamentelor de procesare a materialelor;
- Conducerea și controlul proceselor tehnologice de elaborare și fabricare a diverselor categorii de materiale de uz industrial;
- Întocmirea studiilor de fezabilitate și expertizări în domeniul materialelor și al procesării acestora.

Domeniul științei și ingineriei materialelor trebuie să-și găsească propria identitate, separată de ingineria mecanică, ingineria industrială sau chiar de cea metalurgică. Noile curricule universitare (planuri de învățământ, programe analitice, module de discipline) care se proiectează în prezent o dată cu implementarea proiectului Bologna trebuie să răspundă cel puțin la două deziderate: primul, să asigure obținerea unor competențe profesionale flexibile și al doilea să crească atractivitatea domeniului, respectiv încrederea viitorilor candidați în potențialul de angajare după finalizarea studiilor, cu posibilități de continuare a perfecționării profesionale prin masterat și școli doctorale.

Câteva argumente – concluzii pentru alegerea științei materialelor ca specializare inginerească:

- **Selecția celor mai bune materiale pentru diverse aplicații**

Alegerea optimă a materialelor din punct de vedere tehnic, economic, ecologic

indispensabilă la realizarea tuturor produselor industriale reprezintă una dintre competențele acestei specialități.

Materialele joacă un rol esențial în asigurarea performanțelor tehnice ale tuturor produselor industriale:

- de la ceasuri la valvele cardiace;
- de la senzori antifoc la stiloul cu bilă;
- de la trenuri la turbinele cu gaz;
- de la barajele hidroelectrice la comutatoarele de înaltă tensiune;
- de la articole de sport la lentilele de contact;
- de la circuitele integrate la ... și exemplele pot continua.

În acest scop, inginerul în știința și ingineria materialelor studiază toate clasele de materiale: metalice, polimerice, ceramice, compozite, materiale de construcții, etc.

Inginerul de materiale cunoaște specificitatea, performanțele și tehnologicitatea lor și știe să le integreze economic în dezvoltarea industrială a produselor.

- **Asigurarea calității și a ciclului de viață al materialelor și produselor.**

Inginerul în știința și ingineria materialelor stăpânește tehnicile de analiză chimică și caracterizări fizice, mecanice și structurale ale materialelor. El este capabil să utilizeze sistemele de măsură complexe. El poate să contribuie la eficacitatea calității, la securitatea și durata de viață a produselor prin alegerea materialului adecvat. Ciclul de viață al materialelor și produselor de reciclare pentru o bună protecție a mediului reprezintă o componentă a formării sale ingineresti. El poate fi antrenat în evaluarea și sinteza informațiilor de diverse proveniențe știind să interpreteze date și norme de exigență pentru o bună conformitate și durabilitate a produselor.

- **Procesarea materialelor și fabricația produselor**

Cunoașterea multiplelor metode și procedee tehnologice de elaborare constituie un obiectiv important al formării inginerului de materiale. Studiile asupra procedeelelor sunt

diverse, dintre care enumerăm: elaborarea materialelor, formarea (punerea în formă: turnarea, deformarea plastică, presarea pulberilor), tratamentele termice, acoperirea suprafețelor, sinterizarea, fabricația compozitelor, tehnicile de asamblare, procedeele de reciclare. Formația inginerescă largă îi permite să intervină asupra procesului de fabricație pentru a contribui la optimizarea relației cost de producție – performanță.

- **Cercetarea și dezvoltarea**

Complexitatea crescândă a noilor produse și procese necesită cunoștințe aprofundate în diverse domenii: chimie, fizică, informatică. Aceste ramuri constituie nucleul dur în jurul căruia se articulează formarea inginerului în știința și ingineria materialelor. În cursul ciclului de studii prin proiectele pe care le realizează, viitorul inginer specialist în materiale învață să cerceteze în echipă dar în mod autonom. El studiază, cercetează, caracterizează, aplică, dezvoltă și modelează materialele și procedeele de procesare.

Pluridisciplinaritatea unică în formarea lui pregătește inginerul în materiale să identifice și să releveze multiplele provocări ale mediului industrial.

- **Gestiunea proiectelor**

Procesul de formare în specializarea știința și ingineria materialelor constituie o intersecție a mai multor discipline. Prin cunoștințele largi inginerul este obișnuit să lucreze în grup de specialiști fiind apt să colaboreze și să comunice cu persoane de diferite proveniențe și orizonturi de cunoaștere, având aptitudini de gestionare a proiectelor interdisciplinare.

În concluzie, **inginerul - specialist în materiale** - ar trebui să devină o profesie cu un ridicat grad de mobilitate și flexibilitate, cu posibilități sigure de schimbare și adaptare ușoară în diverse condiții profesionale, în funcție de solicitările pieței muncii. Nu ar trebui să existe inginer specialist în materiale, șomer.

România invitată la un mega-proiect științific european

Petre T. FRANGOPOL

Consiliul Național al Cercetării Științifice din Învățământul Superior
Blvd. Schitul Mărgineanu nr. 1, 050 025 București 1
e-mail: pfrangopol@pcnet.ro

Institutul de Fizică și Inginerie Nucleară - Horia Hulubei (IFIN-HH), de la Măgurele, fosta IFA (Institutul de fizică atomică), datorită prestigiului său științific recunoscut în întreaga lume, a fost invitat să devină membru al unui proiect de mare anvergură internațională inițiat de guvernul german. Proiectul *Facility for Antiproton and Ion Research – FAIR* vizează construcția în cadrul Laboratorului Național German de Cercetări Nucleare - GSI din Darmstadt, a unui centru internațional de cercetare în domeniul nuclear, asemănător cu ceea ce este în prezent “templul” fizicii particulelor elementare internaționale: Centrul European de Cercetări Nucleare (CERN) de la Geneva. Proiectul FAIR, care va constitui un centru de cercetări de acest gen, unic în întreaga lume prin tematica abordată, va concentra pe termen mediu cercetările de frontieră la nivelul internațional al cunoașterii din fizica nucleară, fizica atomică și aplicațiile generate de noile tehnologii utilizate. Centrul va avea în jur de 2000 de cercetători care vor acoperi un spectru larg de discipline. El constituie o excelentă oportunitate de participare a cercetării și industriei românești la realizarea acestui proiect, a cărui primă fază (2005-2015) constă atât în pregătirea experimentelor viitoare cât și în realizarea infrastructurii și a instalațiilor de lucru generatoare de tehnologii de ultimă oră. În această etapă, firmele românești ar putea avea o contribuție semnificativă. Această contribuție, benefică pentru mediul economic românesc, s-ar putea

materializa numai în condițiile în care România devine membră a acestui proiect.

În vederea evaluării acestei posibilități, la Hotelul Caro din București, a avut loc în zilele de 24-25 februarie 2005, în organizarea IFIN-HH, în colaborare cu Laboratorul Național German de Cercetare - GSI, un Simpozion intitulat *Perspectiva participării românești la proiectul internațional FAIR*. Din cei peste 80 de participanți din Germania și România, subliniem prezența Prof.dr.ing Anton Anton secretar de stat la MEdC, a președintelui Agenției Nucleare a României Dr.ing. Valica Gorea, a directorului proiectului Prof.Dr. Hans Gutbrod, a reprezentanților Ambasadei Germane la București și a cinci companii de construcții românești în domeniul nuclear.

A fost prezentat de către prof. Gutbrod proiectul FAIR. De asemenea au fost făcute cunoscute preocupările și posibilitățile de participare ale diverselor instituții din România la construcția și utilizarea viitorului centru internațional (IFIN-HH, Institutul Național pentru Laseri, Plasmă și Fizica Radiațiilor, Institutul Național pentru Criogenie și Cercetări Izotopice, Institutul pentru Științe Spațiale, Institutul de Cercetări pentru Inginerie Electrică, ROMATOM, Universitatea din București - Facultatea de Fizică, Universitatea Politehnică București și Spitalul Colțea din București).

A fost subliniat caracterul internațional al proiectului, 10 țări: Finlanda, Franța, India, Marea Britanie, Rusia, Spania, Suedia, Polonia, Ungaria și țara gazdă sunt până în

prezent membri activi în tot procesul complex de activitate. De menționat că din costurile de construcție, cercetare și exploatare, estimate la peste 1 miliard de euro, guvernul federal acoperă 75%, restul urmând a fi suportat de către țările partenere. Se estimează că fiecare țară membră să-și aducă o contribuție de minimum 10 milioane de euro pe întreaga perioadă de construcție, cca 10 ani. La începutul anului 2006 urmează să fie semnat contractul de constituire al Consorțiului internațional privind construirea și folosirea noilor laboratoare din cadrul Centrului internațional FAIR.

S-a evidențiat faptul că cercetările ce vor fi efectuate cu noul accelerador internațional FAIR ce urmează a fi construit la Darmstadt, vor avea ca scop principal cunoașterea mai în amănunt a structurii materiei și evoluția universului. Programul de cercetări acoperă un spectru larg de activități extins de la fizica atomică și nucleară la plasmă, cercetări de materiale noi până la biofizică și terapia cancerului. Rezultatele cele mai spectaculoase obținute de institutul german din Darmstadt în ultimii ani, sunt, probabil, cele ce au consfințit descoperirea a șase noi elemente din Tabelul periodic al lui Mendeleev care au numerele atomice cuprinse între 107 și 112. Numai cinci au căpătat până azi o denumire: Bohrium (107), Hassium (108), Meitnerium (109), Darmstadtium (110) și Roentgenium (111).

Terapia cancerului cu ioni grei este un domeniu spectaculos care are deja rezultate imediate. (Ionii, reamintim, sunt atomi încărcăți electric și, datorită acestei sarcini, ei pot fi accelerați cu ajutorul unor câmpuri magnetice și electrice). Astfel ionii de carbon accelerați sunt utilizați pentru iradierea tumorilor din interiorul capului unde acestea nu pot fi tratate cu metodele tradiționale folosite până în prezent. Avantajul decisiv al terapiei cu fascicule de ioni constă în faptul că ionii de carbon pot fi dirijați către ținta care este tumoarea din interiorul capului, într-un mod foarte precis și fără a aduce prejudicii ireparabile țesuturilor sănătoase din jur. Deja un centru medical care folosește o astfel de terapie este în construcție la Heidelberg unde

se vor utiliza rezultatele obținute la Darmstadt.

Simpozionul a reliefat necesitatea dezvoltării în continuare a unei științe naționale, a prezervării tinerilor și talentelor în cadrul țării lor unde trebuie să își găsească rostul și motivația materială pentru a-și construi o carieră profesională. FAIR va căuta să elimine fuga creierelor ca o condiție fundamentală a colaborării bazată pe merite și valoare și va împărți cunoștințele nou dobândite cu ajutorul instalațiilor și echipamentelor pe care astăzi, o singură națiune, nu își poate permite din punct de vedere financiar să le construiască și să le exploateze. S-a subliniat și faptul că oamenii de știință și instituțiile insistă în momentul de față asupra dimensiunii europene și internaționale a cercetării, a cărei dezvoltare este încurajatoare. Înainte de existența Uniunii Europene, cercetătorii și politicienii gândeau numai în termenii unor programe naționale compartimentalizate.

Nu este de neglijat colaborarea cu SUA. Astfel, Profesorul Richard Casten, de la Universitatea Yale, editorul revistei nr. 1 a fizicii, *Physical Review*, președinte al *Nuclear Science Advisory Committee* al Departamentului de Energie al SUA și al Casei Albe, este și Președintele Comitetului Internațional de aprobare a proiectelor de fizică nucleară, atomică și astrofizică ale viitorului Centru internațional de la Darmstadt.

Manifestarea științifică a fost moderată de Prof.Dr. N.V. Zamfir, Director general (din 2004) al IFIN-HH care a condus și discuțiile finale. Merită semnalat un fapt: Dr. Zamfir a fost colaboratorul apropiat al Profesorului Casten (1997-2004), cu care a publicat peste 100 de articole în *Physical Review* în timpul activității sale ca *Research Professor la Wright Nuclear Structure Laboratory* din cadrul Universității Yale-SUA.

Scurtă istorie a IFA

- **1956:** Institutul de Fizică Atomică a fost înființat în 1956, prin decizie

- guvernamentală, sub egida Academiei Române.
- **Primul director (1956-1969)** a fost marele fizician Horia Hulubei (1896-1972) cu doctoratul susținut la Paris (1933), conducătorul tezei Jean Perrin (Premiul Nobel, 1926), președintele comisiei de examinare a lucrării, Marie Curie (dublă laureată a Premiului Nobel: fizică-1903 și chimie-1911); rector al Universității din București (1941- 1944).
 - **1956:** primul calculator electronic (CIFA-1) din România a fost proiectat la IFA, unde s-au pus bazele electronicii din țara noastră.
 - **1957:** două premiere românești la Măgurele: reactorul nuclear și ciclotronul.
 - **1962:** primul laser (He-Ne) românesc devine operațional la IFA.
 - **1974-1976:** investiții majore: acceleratorul tandem construit de HVEC (SUA), Centrul de Producție Radiochimică construit de General Electric (GEC-Anglia), Centrul de Procesare a deșeurilor nucleare (GEC, Anglia).
 - **2000:** devine funcțională Instalația de Iradiere industrială cu Cobalt-60.
 - **2000:** IFA este ales Centru de Excelență al Uniunii Europene (din cele 4 centre românești).
 - **2002:** primul experiment CERN la Măgurele: aplicație GRID (proiectul ALICE).
 - **1998-2002:** articole științifice publicate: 968 în reviste internaționale; 298 în reviste din România; cărți apărute în edituri din Vest-9 și din România-6.
 - **Colaborări internaționale:** CERN-Geneva, GSI-Darmstadt, UE, IAEA-Viena, ICTP-Trieste, Dubna, NATO-Bruxelles, JRC-Ispra, Italia, Japonia etc.
 - **Colaborări universitare:** Europa-50, USA, Canada-11, Asia-3.
 - **Participări la mari experimente internaționale (14):** ATLAS, ALICE, DIRAC, GASP, GSI, DRACULA, SPIRAL, TONERRE etc.
 - **Conferințe științifice organizate de IFA din 1964 până astăzi:** internaționale-30; naționale-40.