



**Rezumatul Tezei de Abilitare,**

**CONTRIBUȚII PRIVIND TRIADA: MATERIALOGIE, METROLOGIE  
FUNDAMENTALĂ ȘI ECO-MATERIALOGIE**

**Autor: Prof.dr.ing.fiz. Ion Pencea**

Teza a fost elaborată conform recomandărilor specificate în Regulamentul privind abilitarea și acordarea calității de Conducător de Doctorat la Universitatea Politehnica din București (UPB). Teza prezintă în mod succint și trasabil principalele rezultate obținute de către autor în cercetarea științifică din domeniul Știința și Ingineria Materialelor (Materialogie [1]) cât și în procesul didactic desfășurat în cadrul facultății ”Știința și Ingineria Materialelor” (SIM) din cadrul UPB după conferirea titlului de Doctor, 1997. Caracterul interdisciplinar al tezei a rezultat atât din necesități practice de rezolvare a unor teme de cercetare care necesitau cunoștințe și abilitati transdisciplinare cât și din faptul că Materialogia este eminentamente o știință interdisciplinară[1]. Caracterul interdisciplinar al materialogiei este redat schematic în Fig. 1 a.

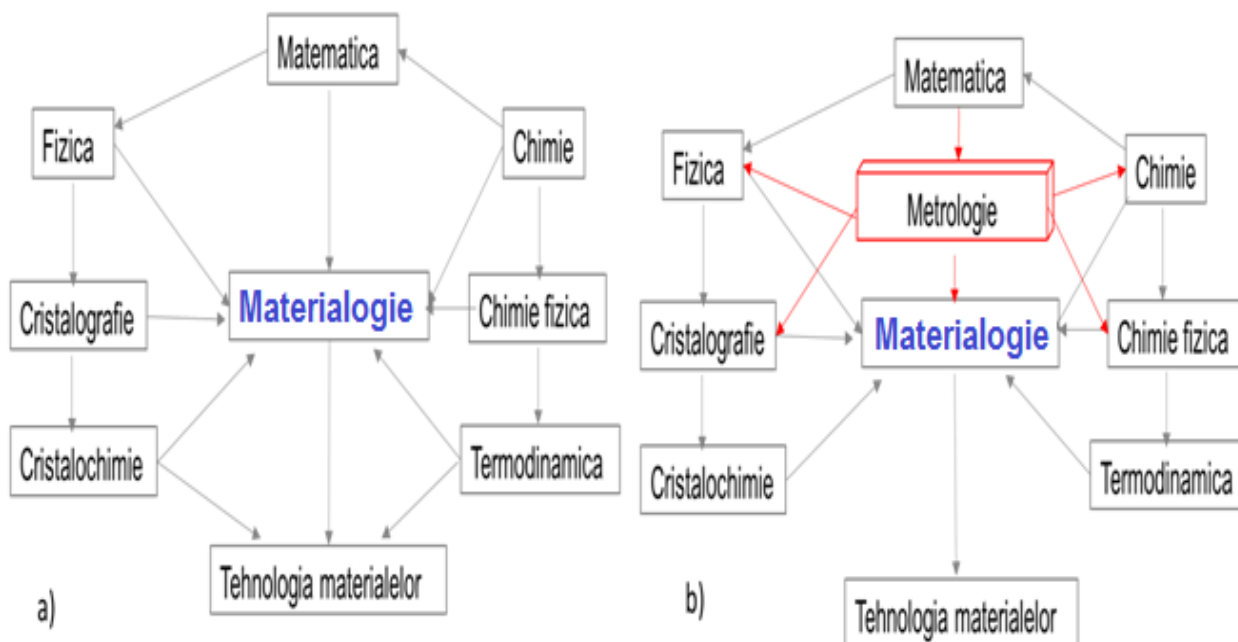


Fig. 1. Structura interdisciplinară a materialogiei: a) conform referinței [1]; b) propusă de autor

După cum se poate observa din Fig. 1.a, în lucrarea citată [1] se omite **metrologia** ca parte contributivă la materialogie, respectiv nu se realizează că tot ceea ce este cuantificat în materialogiei



**Universitatea POLITEHNICA din București**  
Facultatea “ȘTIINȚA ȘI INGINERIA MATERIALELOR”  
Departamentul „Știința Materialelor Metalice și Metalurgie Fizică”  
București, Splaiul Independenței 313, sector 6, cod postal 060040,  
tel. 021-4029624 fax 021-3181017

este realizat prin măsurare. Pe de altă parte, triada **materialogie – metrologie fundamentală-ecologie** este indivizibilă, respectiv este intricată atât în dezvoltarea de materiale avansate pentru aplicații speciale cât și pentru economia circulară care implică atât caracterizarea deșeurilor în vederea stabilirii potențialului de exploatare (metrologie), stabilirea soluției tehnologice (materialogie) cât și analiza impactului de mediu (ecologie, metrologie). În acest sens, teza este organizată în 2 părți, Partea I conține 4 capitole în care sunt prezentate principalele contribuții ale candidatului iar în Partea a II-a este prezentat proiectul de carieră aferent tezei, respectiv Partea I:

### **Capitolul 1. Aspecte privind intricarea indisolubilă a triadei materialogie-metrologie fundamentală și eco-materialogie.**

În acest capitol sunt tratate aspectele interdisciplinare ale domeniului Știința și Ingineria Materialelor (Materialogie), respectiv triada materialogie-metrologie fundamentală-eco-metalurgie. Metrologia fundamentală, care se constituie din metrologia industrială și acele părți din metrologia științifică și metrologia legală care concurează la obținerea de rezultate ale măsurărilor cu exactitate crescută, este unul dintre subiectele tratate în lucrare în legătură cu aplicabilitatea acestora în Știința Materialelor i.e. Materialogie. Printre altele, în acest capitol se subliniază faptul că în învățământul superior tehnic nu se acordă suficientă atenție metrologiei fundamentale, implicit asigurării calității rezultatelor experimentale. Având în vedere importanța științifică și practică (industrie, comerț, medicină etc.) a metrologiei, se propune introducerea metrologiei fundamentale ca disciplină fundamentală în ciclul I de licență.

### **Capitolul 2. Metrologie fundamentală pentru materialogie.**

În acest capitol sunt prezentate argumente științifice și normative pentru a fi introdusă ca disciplină de studiu fundamentală în anul 2 de studii la UPB. Contribuțiile în domeniu constau în înființarea și conducerea-in calitate de Șef de Laborator- a 3 laboratoare (Diffractometrie cu Radiații X, Laboratorului de Analize Chimice Ecologice și Metalurgice, Laborator de Încercări Spectrochimice de Emisie Optică și Fluorescență de Radiații X- LISEOFRX ([www.liseofrx.ro](http://www.liseofrx.ro)) acreditat RENAR în 2008. Am format 4 echipe de lucru atât pentru funcționarea Laboratoarelor ca suport pentru activități didactice cât și pentru realizarea sarcinilor contractuale în care au fost implicate laboratoarele respective. Am publicat 5 cărți, peste 10 articole cotate ISI și peste 10 publicații la conferințe, cu conținut metrologic important. Am dezvoltat metodele multiconvoluțională și ”top-down” pentru estimarea incertitudinii de măsurare care au fost aplicate pentru încercările spectrochimice și nu numai. Din 2008 sunt Evaluator Tehnic RENAT și în decursul timpului am evaluat- în această calitate- laboratoare de referință din România aparținând de ANPM, DSP, DSVSA, IFIN-HH, ICSI-Rm Valcea, INCDTIM-Cluj Napoca etc. Astfel, am cunoscut ”la fața locului” stadiul actual al metrologiei din laboratoarele din România, atât punctele forte (echipamente, proceduri etc.) cât și punctele slabe, în special estimarea fără suport științific adecvat a incertitudinii de măsurare. De asemenea, validarea sau verificarea implementării metodelor în laborator reprezintă ”puncte slabe” pentru multe laboratoare.

### **Capitolul 3. Materiale avansate pentru aplicații speciale.**

În acest capitol sunt prezentate realizările din domeniile: *materiale carbonice; acoperirile multifuncționale pentru aplicații speciale; biomateriale; materiale metalice utilizate la conectarea cîcuitelor electronice; materiale pentru securizarea documentelor și produselor*. Cele mai semnificative realizări constau în realizarea și caracterizarea de: materiale carbonice active pentru



**Universitatea POLITEHNICA din București**  
Facultatea “ȘTIINȚA ȘI INGINERIA MATERIALELOR”  
Departamentul „Știința Materialelor Metalice și Metalurgie Fizică”  
București, Splaiul Independenței 313, sector 6, cod postal 060040,  
tel. 021-4029624 fax 021-3181017

depoluarea fluidelor; email refractar microcompozit cu efect ”self-healing”, acoperirilor TiC, TiAl, TiAl pentru scule aschietoare de ultima generatie cu matrice din WC-Co-TiC-TaC-NbC, aliaj dentar complex 58Ag24Pd11Cu2Au2Zn1.5In1.5Sn, markeri spectrali Stokes și anti-Stockes.

#### **Capitolul 4. Eco-Materialogie.**

Incepând din 1998 am activat în domeniul reducerii poluării și am promovat proiectul “ *Metode de analiză și program de pregătire în ingineria protecției mediului în sectoarele metalurgice*”, tip D nr. 14/1999 CNC SIS-Banca Mondială, 1999-2002, prin care s-a creat ”Laboratorului de Analize Chimice, Ecologice și Metalurgice” la SIM-UPB. Practic am anticipat Politica UE referitoare la Economia Circulară. Subsecvent, am fost în mod oficial Director/Responsabil a două proiecte cu tematici din domeniul protecției mediului și valorificarea deșeurilor metalurgice. Pe cale de consecință am condus trei colective de cercetare aferente proiectelor respective.

Contributii majore in domeniu: solutie de decontaminare efluenți industriali cu carbon activ; tehnologie aluminotermica de valorificare a deșeurilor; combaterea poluarii radioactiv, tehnologie tomografică electrorezistivă pentru investigarea poluarii subsolurilor.

#### **Partea a II-a. Proiect de dezvoltare a carierei universitare a candidatului.**

Proiectarea carierei universitare a candidatului s-a realizat în corelație cu politica și strategia UPB. Cariera se va centra pe formarea unor doctori autentici în domeniul de doctorat ”Ingineria Materialelor”. Astfel, în această parte a tezei sunt prezentate în mod trasabil temele principale ale triadei Materialogie- Metrologie Fundamentală - Eco- Materialogie, la care se adauga și alte teme de cercetare care pot face subiectele unor teze precum: dezvoltare de metode noi sau îmbunătățite de măsurare, inclusiv software aferent; materiale de referință pentru analize spectrometrice și etaloane certificate; tehnologie aluminotermică pentru valorificarea haldelor isorice de deșeuri; materiale carbonice pentru aplicații eco-metalurgice și industriale; metrologia radiațiilor ionizante de nivel scăzut; materiale refractare cu efect de bariera termică; tomografie electro-rezistivă pentru eco-metalurgie; metode și tehnici de evaluare a conținuturilor utile de elemente și faze din halde de deșeuri industriale.

Cea mai importanta realizare vizată este publicarea a cât mai multe articole in reviste cu FI>3 și, pe cât posibil, în zona roșie pentru a mări șansele de a accede la finanțarea unor proiecte de cercetare atât la competiții naționale cât și la competitii finanțate din fonduri structurale.

Trasabilitatea afirmațiilor anterioare este dată de bibliografia tezei și de dovezi incluse în teză.

#### **Bibliografie**

1. A. Aloman, Știința Materialelor-Îndrumar pentru Lucrări de Cercetare, de Masterat și Doctorat, Ed. Matrix Rom, Buc., 1997



Summary of the Habilitation Thesis,

## CONTRIBUTIONS CONCERNING TO THE TRIAD: MATERIALOLOGY, FUNDAMENTAL METROLOGY AND ECO- MATERIALOLOGY

**Author: Prof. PhD. Eng. Phys. Ion Pencea**

The thesis was elaborated according to the recommendations of the Regulation regarding the granting of the quality of Doctoral Supervisor at the Polytechnic Universities of Bucharest (UPB) and of OMECS 3121/27.01.2015 order. The thesis presents in a succinct and traceable way the main results obtained by the author in the scientific research field of Materials Science and Engineering (Materialology [1]) as well as in the didactic process carried out within the faculty "Science and Materials Engineering" (SIM) of UPB after conferring the title of Doctor, in 1997. The interdisciplinary character of the thesis resulted both from practical needs for solving research topics that required knowledge and transdisciplinary skills and from the fact that Materialogy is eminently an interdisciplinary science [1]. The interdisciplinary of the materialogy is schematically shown in Fig. 1 a,b.

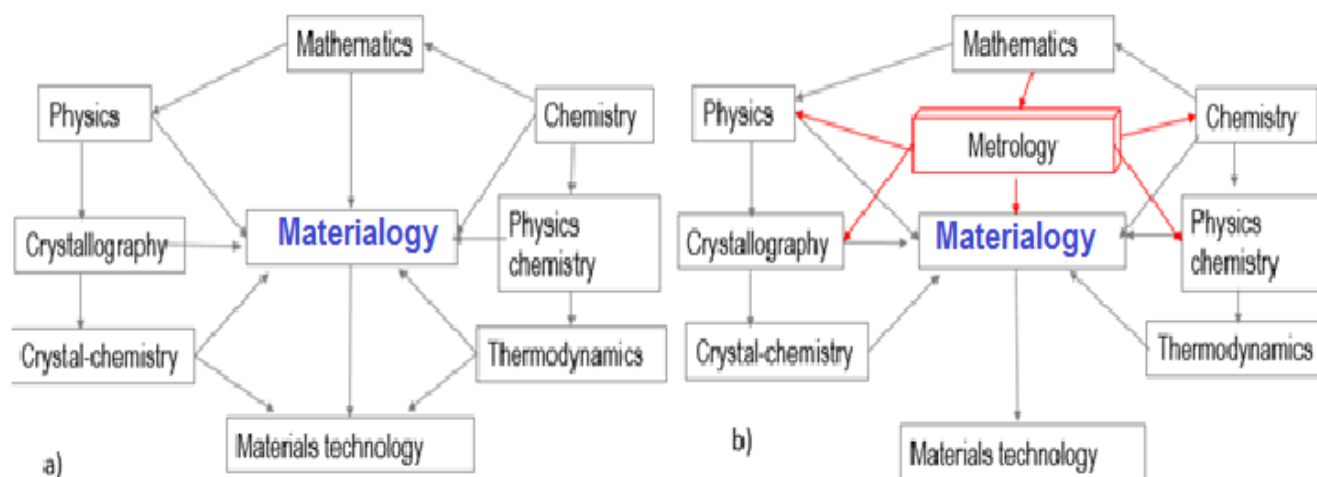


Fig. 1. The interdisciplinary structure of the materialogy: a) according to the reference [1]; b) proposed by the author.

As can be seen from Fig. 1.a, [1] the metrology is omitted as a contributing part to the materialogy, respectively it is not realized that everything that is quantified in the materialogy is achieved by measurement, such as chemical composition, hardness, etc. On the other hand, the materialogy - fundamental metrology-ecology triad is indivisible, respectively it is intricate both in the



**Universitatea POLITEHNICA din București**  
Facultatea “ȘTIINȚA ȘI INGINERIA MATERIALELOR”  
Departamentul „Știința Materialelor Metalice și Metalurgie Fizică”  
București, Splaiul Independenței 313, sector 6, cod postal 060040,  
tel. 021-4029624 fax 021-3181017

development of advanced materials for special applications and for the circular economy. The waste recovery involves both the characterization of the waste in order to establish the exploitation potential (metrology), to establish the technological solution (materialogy) as well as environmental impact analysis (ecology). In this sense, the thesis is organized in two parts, of which the first one contains 4 chapters describing the main contributions of the candidate for habilitation are presented, respectively:

**Chapter 1. Aspects regarding the indissoluble intrication of the materialogy-fundamental metrology and eco-materialogy triad.** In this chapter, the interdisciplinary aspects of the Materialogy are dealt with. Emphasises is given to the fundamental metrology for Materials Science which is considered the science of science, but it does not receive the necessary attention in the polytechnical higher education.

**Chapter 2. Fundamental metrology for materialogy.** This chapter argues for introducing **fundamental metrology** as a basically discipline in curricula of UPB. The contributions of the author in the **metrology** field consist of the establishment and the management of 3 laboratories (X-ray Diffractometry Laboratory, Laboratory of Ecological and Metallurgical Analyses, Testing Laboratory by Optical Emission and X-ray Fluorescence Spectrometry, [www.LISEOFRX.ro](http://www.LISEOFRX.ro)). LISEOFRX was accredited in 2008 by RENAR, Romanian authority for laboratory accreditation.

I have formed 4 working teams both for the operation of the facilities of that Laboratories to fulfil didactic tasks and for carrying out the contractual tasks in which the respective laboratories were involved. I have published 5 books, over 10 ISI articles and over 10 publications at conferences, with important metrological content. Also, I have developed the multiconvolutional and "top-down" methods for estimating the measurement uncertainty for spectro-chemical tests and beyond.

Since 2008 I am a RENAR Technical Evaluator and during the time I have evaluated - in this quality - many reference Romanian laboratories pertaining of ANPM, DSP, DSVSA, IFIN-HH, ICSI-Rm Vâlcea, INCDTIM-Cluj Napoca etc. Thus, I know "on the spot" the current state of metrology in Romania laboratories, both their strength points (equipments, procedures etc.) and the weaknesses, in particular the estimation of the measurement uncertainty, without adequate scientific support. Also, validation and verification of the implementation of methods in the laboratory according to the SR EN ISO/CEI 17025:2018 requirements are weak points for many laboratories.

**Chapter 3. Advanced materials for special applications.** This chapter presents the author's achievements in the following fields: *carbon materials; multifunctional coatings for special applications; biomaterials; metallic materials used for connecting electronic chips; materials for securing documents and products.* The most significant achievements consist in the obtaining and characterization of: active carbon materials for the decontamination of the wasted waters; microcomposite refractory enamel with self-healing effect, TiC, TiAl, TiAl coatings for advanced



**Universitatea POLITEHNICA din București**  
Facultatea “ȘTIINȚA ȘI INGINERIA MATERIALELOR”  
Departamentul „Știința Materialelor Metalice și Metalurgie Fizică”  
București, Splaiul Independenței 313, sector 6, cod postal 060040,  
tel. 021-4029624 fax 021-3181017

cutting tools with WC-Co-TiC-TaC-NbC substrate, 58Ag24Pd11Cu2Au2Zn1.5In1.5Sn dental alloy, Stokes and anti-Stokes spectral markers.

Chapter 4. **Eco-Materialogy**. Since 1998 I was been active in the field of pollution prevention and decreasing. In this regard, I promoted the project "Methods of analysis and training program in environmental protection engineering in the metallurgical sectors", type D no. 14/1999 CNCSIS-World Bank, 1999-2002, through which the "Laboratory of Ecological and Metallurgical Chemical Analysis" was created at SIM-UPB. Basically, it was anticipated the EU Policy on the Circular Economy.

Subsequently, I was engaged in two projects with topics in the field of environmental protection and recovery of metallurgical waste, that I leaded as Director / Theme Responsible . As a consequence, I conducted three research groups related to the respective projects.

Major contributions in this field are:

- Technology for manufacturing of cheaper active carbon for waste water recovery;
- Aluminothermic technology for metallurgical waste recovery;
- Addressing the pollution with radioactive substances ("dirty bomb") and purposing sound metrological method for low level radiation measurement;
- Addressing the elctro-resistive tomography as a very promissing techniques for the underground pollution measurement which may be caused by the leached waters through industrial waste dumps.

Second Part: **Project for the development of the candidate's university career**. The design of the candidate's university career was carried out in correlation with the UPB policy and strategy as well as with the aspects related to the purpose of the thesis. The future career will be focused on the formation of authentic doctors in the field of doctoral studies "Materials Engineering". The PhD candidates can choose other research topics like: development of new or improved methods of measurement, including related software; certified reference materials; double recuperative aluminothermic technology for the recovery of the waste dumps; carbon materials for eco-metallurgical and industrial applications; ionizing radiation metrology for eco-metallurgical applications; refractory materials with thermal barrier effect; electro-resistive tomography for eco-metallurgy; methods and techniques for evaluating the useful contents of elements and compounds into industrial waste dumps.

The traceability of these achievements that I mentioned in this summary and in the thesis is ensured by the bibliography related to the thesis and by included proofs.

The most important aim I envisage consists in publication of as many as articles in journals with  $IF > 3$  and as much as possible in the "red zone" in order to increase the chances of accessing the financing of research projects both at national and UE competitions.

[1] A. Aloman, Materials Science-Guidance for Research, Master and Doctoral Works, Ed. Matrix Rom, Buc., 1997