

Omagiu academicianului prof. dr. ing. Emilian Bratu, fondatorul școlii de Inginerie chimică din România*

Gheorghe Maria

Membru corespondent al Academiei Române

1. Introducere

Academia Română, prin Secția de științe chimice a organizat în ziua de 17 octombrie 2024, în Aula Magna, un ciclu de conferințe omagiale cu tema „**Omagiu academicianului Emilian BRATU — 120 de ani de la naștere** — Fondatorul școlii de Inginerie Chimică din România”. Manifestarea a fost deschisă de acad. Marius Andruh, vicepreședintele Academiei Române, președintele Secției de științe chimice din Academia Română. Personalitatea științifică și cariera didactică a profesorului dr. inginer Emilian Bratu au fost evocate de acad. Marius ANDRUH, prof. dr. ing. Gheorghe MARIA, membru corespondent al Academiei Române, președintele Comisiei de inginerie chimică și biochimică a Academiei Române, și alți profesori de inginerie chimică de la departamentele de profil din țară (Cluj, Iași). Anunțul integral al manifestării dedicate academicianului Emilian BRATU este disponibil pe site-ul Academiei Române, la adresa: <https://acad.ro/evenimente/>

Cuvântarea mea punctează contribuția uriașă adusă de prof. Emilian Bratu la înființarea și dezvoltarea învățământului și științei Inginerie Chimică (ICh) în România, premisă esențială pentru dezvoltarea industriei chimice în România, la jumătatea secolului 20. Lucrarea este completată și cu câteva aspecte biografice.

Astăzi vom vorbi despre ingineria chimică și o vom face omagiind un mare savant român, profesorul Emilian Bratu, fondatorul învățământului și cercetării de inginerie chimică din România. Conferințele ce vor fi prezentate



Fig. 1. Acad. Emilian Bratu
(8 aug 1904 – 30 martie 1991)

astăzi vor fi susținute de către specialiști de marcă ce activează în știința de **ICh**, atât în latura de cercetare fundamentală, cât și în cea aplicativă. Aceste conferințe au fost atent selectate, pentru a marca traiectoria ascendentă a **ICh** din țara noastră, de la stadiul incipient din anii 1947–48, când prof. Emilian Bratu a pus bazele învățământului și cercetării în acest nou domeniu, la Catedra de specialitate de la Politehnica din București, și până la cercetarea modernă și de top la care s-a ajuns astăzi la Departamentele de inginerie chimică din țară (București, Cluj, Iași, Timișoara). Astfel, veți putea cunoaște introducerea de elemente de „inteligentă artificială”, precum și paradigme noi, alături de software de calcul de **ICh** de mare complexitate, utilizat de către toate universitățile

* Alocuțiune prezentată la Simpozionul „Omagiu academicianului dr. ing. Emilian Bratu, fondatorul școlii de Inginerie chimică din România – 120 de ani de la naștere” (17 octombrie 2024, Aula Academiei Române)

tehnice de top din lume (MIT, Imperial college Londra, UMIST-Manchester etc.).

Prezentarea mea, una introductivă, jalonează cadrul în care și-a desfășurat activitatea profesorul nostru Emilian Bratu.

Acad. Emilian Bratu (1904–1991), personalitate de referință a învățământului și cercetării științifice românești, a devenit membru corespondent al Academiei Române în anul 1963 și apoi membru titular în anul 1974. Între anii 1977–1990 a fost președintele Secției de științe chimice a Academiei Române (**Fig. 1**). În fapt, „drumul” Ingineriei Chimice (**ICH**) de la empirism la Ingineria Proceselor Chimice și biochimice (**ICHB**) – știință multi-disciplinară în lumea post-modernă – a fost trasat în România de către profesorul Emilian Bratu care, cu artă, clarviziune și dragoste a construit Școala de Inginerie chimică din România, fiind primul formator de specialiști în domeniul ingineriei chimice – ingineri și doctori ingineri.

Anul acesta sărbătorim 120 de ani de la nașterea academicianului prof. dr. ing. Emilian Bratu, fondatorul școlii românești de inginerie chimică (**ICH**). La această aniversare experimentăm sentimente multiple. Pe de o parte, prezentarea mea încearcă să aducă un pios omagiu activității de pionierat a magistrului, enumerând câteva dintre numeroasele sale contribuții teoretice și practice la dezvoltarea științei **ICH** și, în particular, manualele și cărțile sale, devenite „cărți de căpătâi” pentru multe generații de ingineri chimiști din România.

Însă în același timp, este o datorie de onoare pentru mine să scriu aceste rânduri, eu fiind format în Catedra de **ICH** înființată în anul 1948 de către profesorul Emilian Bratu, loc în care am beneficiat de îndrumarea foștilor săi doctoranzi, deveniți între timp, la rândul lor, profesori și dezvoltatori de noi ramuri ale **ICH**. Toți aceștia și magistrul Emilian Bratu (pe care l-am cunoscut personal în primii săi ani de pensie 1974–1979) au fost exemplele pe care le-am urmat în întreaga mea carieră științifică și didactică.

În România, **ICH** a avut șansa uriașă să beneficieze de apariția unui inginer chimist de excepție, respectiv acad. prof. dr. ing. Emilian Bratu, care, cu experiența acumulată în domeniul **ICH** în Germania și Austria în perioada interbelică, a reușit nu numai să fondeze o catedră de **ICH** în

România, dar să o și dezvolte și să o răspândească la celelalte centre universitare importante din țară. Acest lucru l-a realizat cu o energie și o putere de muncă incredibile, într-un timp relativ scurt, acționând pe mai multe planuri, astfel:

(1). A înființat și a dezvoltat „Catedra de Inginerie Chimică” (în anul 1948 prin Decizia Ministerului Învățământului Public) la Institutul Politehnic din București, fiind prima catedra de acest fel din țară și printre primele din Europa.

(2).- Are meritul de a fi scris și publicat primul curs de **ICH** („Procedee și Aparate în Industria chimică”, 1948, reeditat în 1954–1957, apoi în 1960–1961, în 1969–1970, și în 1984). Tot domnia-sa a coordonat și „Manualul inginerului chimist”, vol. 3-4 (1953–1955).

Pe acest model s-au constituit catedre similare de Inginerie Chimică în principalele centre universitare din țară, preluând cursul prof. Em. Bratu.

(3).- A condus la doctorat și a format primii doctori ingineri în **ICH** din țară care, la rândul lor, au devenit profesori și cercetători în diferite direcții de dezvoltare a **ICH** la centrele universitare puternice din țară, dar și la institutele de cercetare chimică și de proiectare din țară. Printre primii doctoranzi ai prof. Emilian Bratu sunt de amintit: prof. Raul Mihail (fondatorul școlii de „Reactoare chimice și biochimice” din România); prof. Eli Ruckenstein (ulterior la State University of New York at Buffalo, USA; laureat al „National Medal of Science”, USA, 1998); prof. Octavian Smigelschi (UPB, fondatorul domeniului de „Calcul numeric și optimizări în **ICH**”, 1970); prof. Zeno Gropșian (UP Timișoara); prof. Radu Tudose (UP Iași), și alții. Toți au devenit cercetători și profesori în diverse direcții ale **ICH**. Ei au promovat aplicarea tuturor celor patru paradigme ale **ICH**.

O apreciere a întregii activități a acad. Emilian Bratu este făcută și de acad. Radu Voinea, președintele Academiei Române în anul 1984, la sărbătoarea de 80 de ani a savantului (**Fig. 3a-b**): „Academicianul Emilian Bratu întruchipează ingineria chimică, iar expresiile Emilian Bratu și Ingineria chimică au devenit în țară noastră, într-un anumit sens, sinonime.”

Ampluarea disciplinei de Ingineriei chimice și biochimice de proces (**ICHB**) pune profesia de „inginer chimist” într-o poziție unică. Aparținând

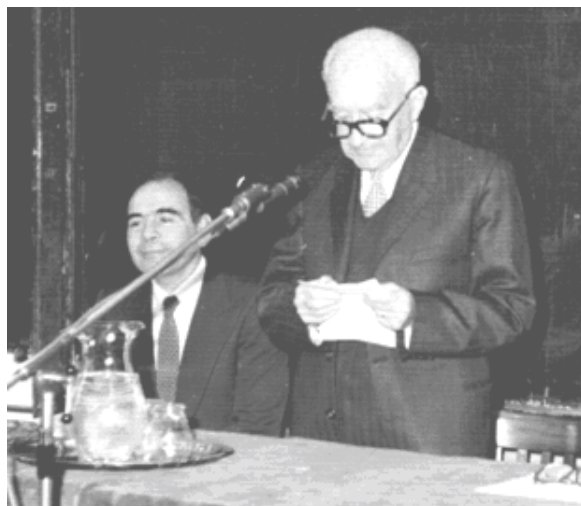


Fig. 3a. 1984. Academicianul Dr. Ing. Emilian BRATU omagiat la vârsta de 80 de ani, la Catedra de inginerie chimică de la Univ. Politehnica din București, adresând un cuvânt de mulțumire, alături de prof. dr. ing. Octavian Smigelschi (șeful Catedrei).



Fig. 3b. 1984. Acad. Dr. Ing. Emilian BRATU omagiat la 80 de ani, împreună cu câțiva colegi din Catedra de inginerie chimică de la Univ. Politehnica din București. Rând jos: O. Muntean, Marcela Muntean, prof. Em. A. Bratu, prof. Teoreanu, G. Jinescu, M. Mihai, A. Woinaroschy. Rând sus: G. Soare, V. Bologa, P. Vasilescu, V. Cotarță, V. Lavric, R. Dima.

comunității tehnice, inginerul chimist va continua să colaboreze cu multe alte discipline tehnice și cu științele naturii (chimia, fizica, biologia) și cu cele fundamentale (matematica). Istoricul acestor colaborări au arătat că acestea au condus către aplicații diverse cu un impact socio-economic foarte ridicat. Acestea variază de la apă și energie până la cercetarea medicală și contribuții privind siguranța operării instalațiilor industriale.

2. Ingineria chimică ca știință – începuturi și dezvoltare în secolele 19-20

În urma progreselor uriașe realizate în chimia experimentală și teoretică, precum și în producția de substanțe chimice generate de revoluția industrială din secolul 18 [15,16], **ingineria chimică (ICh)** ca știință, a apărut și a început să se dezvolte independent, abia în secolul 19, când George E. Davis (University of Manchester) a inventat termenul de „inginerie chimică” (dezvoltat și exemplificat în cartea sa *Handbook of Chemical Engineering*, 1901). Înțelegerea importanței uriașe a noii științe s-a făcut însă în timpul și după Primul Război Mondial, când au apărut primele fabrici chimice de mare tonaj, iar știința a luat un avânt considerabil. Aceasta a condus la înființarea în anul 1922 a Societății Inginerilor Chimiști din Anglia [14]. Din acest moment, au început să apară studii teoretice cantitative sistematice privind procesele

fizico-chimice care au loc în utilajele și instalațiile chimice industriale, vizând proiectarea, operarea și controlul lor optimal.

Unul dintre „părinții” fundamentelor teoretice ale Ingineriei Proceselor Chimice (**IPCh**) este considerat Dirk W. Van Krevelen (1914–2001), profesor la Universitatea Tehnică din Delft (1952–1980) și director de cercetare la companiile AKZO Olanda (1959–1976). A contribuit decisiv la recunoașterea noului sub-domeniu, respectiv „Ingineria Reacțiilor Chimice și Reactoare Chimice” [21].

Aici trebuie subliniat că Ingineria Chimică și Biochimică (**ICh**) este net diferită de alte tipuri de științe ingineresti (mecanică, electronică, metalurgică, aeronautică etc.), deoarece este o inginerie de proces. În „ingineria de proces” și în industriile de proces, scopul este acela de a produce transformarea materiilor prime la nivel molecular (prin reacții chimice, reacții enzimatic, fermentație microbiană), iar în unele procese, doar prin transformarea lor fizică (distilare, mărunțire) [21].

Aceasta presupune că **ICh** se ocupă de studiul reacțiilor chimice (cinetică, termodinamică) din perspectiva practică a gestionării acestora în echipamente specifice denumite reactoare incluse în instalații chimice complexe. Aceste instalații includ o multitudine de utilaje specifice

interconectate (coloane de distilare, coloane de absorbție, schimbătoare de căldură, filtre, centrifugi, pompe, compresoare, uscătoare, cristalizatoare, evaporatoare, condensatoare etc.) menite să faciliteze funcționarea optimă a reactorului chimic, iar apoi să asigure separarea și purificarea produselor utile rezultate. În plus, tehnicile și algoritmii de calcul ai **Ich** urmăresc optimizarea instalației industriale din punct de vedere economic și funcționarea acesteia în condiții de deplină siguranță.

Din acest motiv, **Ich** este indisolubil legată de chimia experimentală, și de alte discipline chimice conexe (chimie fizică, chimie analitică, electrochimie etc.) și de științele fundamentale (matematică și calculul numeric).

După cum analiza subsemnatul într-o carte recentă [5], primele evaluări numerice de **Ich** (pe baza modelelor matematice) ale proceselor de transfer de masă, căldură și moment sunt plasate în secolul 19 și în prima jumătate a secolului 20. La începuturi, calculele de proiectare ale utilajelor din schemele tehnologice ale instalațiilor chimice au avut un grad ridicat de empirism. Relațiile au fost simple expresii algebrice, și, pentru a rezolva problemele de ridicare la scară (de la instalația de laborator la cea industrială), s-au folosit „simplexuri geometrice” și „ecuații criteriale”, bazate pe „mărimi” ingineresti adimensionale, așa-numitele „criterii ingineresti” (ex. Reynolds, Nusselt, Prandtl, Sherwood, Schmidt etc. [6,22]), care evaluează prin comparație intensitatea diferitelor mecanisme de transport ale proprietăților (masă, căldură, impuls mecanic) și ale vitezei de reacție. În literatura de specialitate există mai multe prezentări ale evoluției **Ich** de la empirism, la concepte, principii și metode moderne de lucru, trecând prin cele patru „paradigme” ce vor fi prezentate sumar mai jos [5,10-12].

Odată cu progresele imense făcute în tehnica de calcul și în domeniul algoritmilor numerici de soluționare a problemelor matematice dificile, precum și utilizarea unei aparaturi de analize (bio)chimice din ce în ce mai performante care permite măsurători experimentale din ce în ce mai precise și la o scară din ce în ce mai mică (nano-), **IchB** și partea sa aplicativă de **TChB** (tehnologia chimică și biochimică) au luat o nouă turnură în dezvoltarea lor. Astfel, s-a trecut la bilanțuri de

proprietate diferențiale la o scară infinitezimală (nano-, micro-) (denumite „modele matematice”) care, prin integrare în spații bine definite și cu condiții la limită și inițiale corect specificate, permit obținerea cu mare precizie a dinamicii proceselor (bio)chimice la scară macroscopică în reactoare industriale specifice industriei de sinteză (bio)chimică. Aceste modele matematice diferențiale de înaltă precizie soluționate în timp real cu ajutorul calculatoarelor performante au permis o serie de dezvoltări esențiale ale **IchB** și **TChB**, precum [24,25]:

(i). Optimizarea reactoarelor/instalației (bio)chimice;

(ii). Controlul optimal și în siguranță al instalației industriale;

(iii). Analiza de risc a reactoarelor chimice în care se conduc reacții periculoase (rapide, exoterme). Aceasta include:

(iii-a). Evaluarea pe baza modelelor matematice a reactorului/procesului și a limitelor de operare în siguranță pentru parametrii de operare (de control) [23,24];

(iii-b). Simularea pe baza modelelor matematice a scenariilor de accidente chimice (incendii, explozii, eliberări de noxe) care s-ar putea produce în instalația chimică analizată [24], precum și a efectelor și consecințelor acestora asupra mediului, inclusiv efectele de Domino [23,24].

Există numeroase figuri proeminente ale științei **IPCh**; printre aceștia sunt de amintit: prof. Dirk Willem Van Krevelen (TU Delft, Olanda); prof. Rutherford Aris (Univ. of Minnesota, USA); prof. Gerhard Damköhler (Univ. Göttingen, Germania); prof. Olaf Hougen (Univ. Wisconsin, USA); prof. Kenneth Watson (Univ. California at San Diego, USA)[1].

Paradigmele Ingineriei chimice

Pe măsură ce studiul teoretic al proceselor fizico-chimice avansa și se elaborau noi legi, teorii și algoritmi de calcul proprii **Ich**, au apărut sistematizări ale teoriei și conceptelor **Ich**, sub forma unor paradigme.

Paradigma [9,10].

Definiția pentru paradigmă dată de „The American Heritage Dictionary of English Language” este următoarea: „Paradigma este un

set de presupuneri, concepte, valori și practici care constituie un mod de a vizualiza realitatea pentru comunitatea care le împărtășește, mai ales într-o disciplină academică“.

Principalele paradigme ale **Ich**, în ordine istorică sunt următoarele:

P1). Prima paradigmă – operații unitare (1923–1960) – a apărut ca o necesitate a sistematizării proceselor fizico-chimice implicate ca urmare a „exploziei” aplicațiilor industriale chimice de la sfârșitul secolului al-XIX-lea.

P2). A doua paradigmă – fenomenele de transport (1960–2000) – a apărut la sfârșitul anilor '50 ca o consecință a necesității unei cunoașteri profunde, științifice, a fenomenelor care să explice ce se întâmplă în interiorul operațiilor unitare.

P3). A treia paradigmă – inginerie de proces ca inovație, proiectare și producere de produse de înaltă tehnologie (după 2000). – a apărut în a doua parte a secolului XX și începutul secolului XXI când, importanța proprietăților și calității produselor chimice a devenit esențială datorită concurenței de pe piața de desfacere a lor. În consecință, au fost necesare abordări fundamentale suplimentare și chiar noi [26,27].

P4).- A patra paradigmă - ingineria chimică durabilă. În zilele noastre, industria chimică este un consumator uriaș de materii prime, materiale și energie, și cu un impact ecologic puternic. Prin urmare, industria chimică nu a putut rămâne în afara cerințelor de sustenabilitate. În consecință au fost formulate bazele și principiile dezvoltării unei inginerii chimice durabile.

Pe scurt, conceptele moderne privind „dezvoltarea durabilă” a **Ich** se referă la [9,10-12]:

- (i). sustenabilitatea procesului;
- (ii). siguranța în exploatare;
- (iii). proiectarea / operarea / controlul optim;
- (iv). în condiții de siguranță maximă;
- (v). cu un consum minim de energie;
- (vi). cu un impact negativ minim asupra mediului;
- (vii). cu o rentabilitate economică ridicată;
- (viii). folosind o proiectare a instalațiilor industriale chimice printr-o abordare ierarhică și,
- (ix). asigurând un impact social optim.

Câteva dintre „paradigmele moderne” ale ingineriei chimice (**Ich**) utilizate în mod curent pentru a realiza dezvoltarea durabilă a **Ich** se referă la [10-12]:

a). optimizarea multi-criterială și multi-nivel a instalațiilor industriale chimice;

b). aplicarea modelării matematice și a calculului numeric avansat pentru proiectarea, simularea, optimizarea și controlul proceselor/ instalațiilor industriale chimice;

c). fundamentarea tehnicilor (a-b) pe principiile/conceptele/abordările și algoritmi de analiză ai **Ich** clasice (P1-P4, operații unitare; fenomene de transport; ingineria orientată spre produsul finit chimic vs. ingineria orientată spre dezvoltarea/optimizarea procesului [9].

Cu alte cuvinte, un proces chimic/biochimic/biologic este definit ca fiind sustenabil atunci când sunt considerate simultan toate cele trei componente ale sale: economie, mediu, societate, incluzând interacțiunile pozitive și/sau negative dintre ele. Prin urmare, un nou proces tehnologic propus a fi industrializat trebuie să fie:

- i). eficient din punct de vedere economic (rentabil);
- ii). cu un impact negativ minim asupra mediului (prin minimizarea sintezei de produse secundare toxice/poluanti);
- iii). cu un impact pozitiv asupra dezvoltării societății.

Apariția învățământului de inginerie chimică în România, și contribuția decisivă a prof. Emilian Bratu

Industria chimică în România a început să se dezvolte în secolul 19, prin valorificarea resurselor naturale: petrol, sare, gaze naturale, cărbune, lemn/stuff, silicați naturali, biomasă, și în colaborare cu ingineriile de bază și științele fundamentale (**Fig. 5-6**).

Astfel, în anul 1896 s-a dat în funcțiune la Ocna Mureș Uzina de produse sodice SOLVAY, finanțată de către societatea belgiană „Solvay et Co” și de societatea ceho-austriacă „Vereins für Chemische und Metallurgische Produktion” din Karlsbad (Karlovy Vary). Cele două societăți au scontat pe zăcămintul de sare Ocna Mureș, pe calcarul de cea mai bună calitate din apropiere, pe posibilitatea aprovizionării cu apă industrială și pe posibilitatea de transport pe cale ferată a produselor finite. Uzina a funcționat inițial cu două secții (sodă calcinată și sodă cristalizată). La acestea s-a adăugat în anul 1909 o secție de sodă caustică. În secolul 20 industria de produse anorganice s-a

Resurse de materii prime	Industria creată
• Sare	• de clorosodice;
• Țiței	• de extracție și de rafinare; • petrochimică;
• Gaze naturale (din zăcămintele)	• chimică, de amoniac, îngrășăminte chimice etc.;
• Cărbune	• carbochimică;
• Silicați naturali (minerale, roci...)	• a materialelor de construcție;
• Materii prime de uz alimentar	• alimentară;
• Lemn, stuff ș.a.	• de celuloză, hârtie etc.;
• Biomasă, floră spontană ș.a.	• biochimică; • de medicamente naturiste.

Fig. 5. Resursele de materii prime și industriile de proces create de IPCh [1].

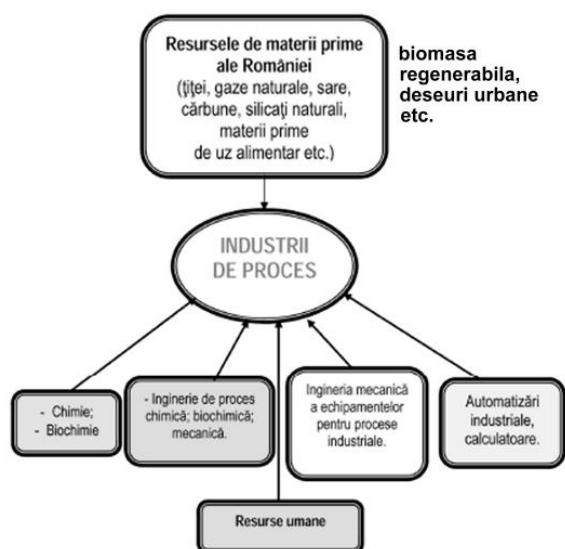


Fig. 6. Legătura IPCh cu ingineriile de bază, științele fundamentale și resursele de materii prime ale României [1]

dezvoltat impetuos, respectiv fabrici de amoniac și produse derivate, îngrășăminte chimice, aluminiu etc. [17,19].

Industria petrolieră și de produse petrochimice a luat un avânt considerabil după anii 1850 [18,16]. Anul 1857 a rămas un an de referință în istoria petrolului în România și în lume, având semnificația trecerii de la simple găsiri la industria petrolieră în continuă dezvoltare și în prezent. Pentru România anul 1857 are o triplă importanță conferită de recunoașterea a trei priorități la scară mondială [16]:

1. Construirea și punerea în funcțiune a primei rafinării industriale de mare capacitate din lume

pentru obținerea petrolului lampant prin distilarea primară a petrolului, folosit pentru iluminat, pe baza cercetărilor și tehnologiilor autohtone și cu capital integral românesc. Aceasta a funcționat la Lucăcești (Bacău), fiind realizată de N. Choss în anul 1840 și dezvoltată de M. Heimssohn în 1844.

2. Proprietarii primei „găsării” au fost frații Marin și Teodor Mehedințeanu. Instalația a intrat în funcțiune cu o capacitate de 2700 t/an la Râfov, lângă Ploiești, după o tehnologie originală prin care se realiza un petrol lampant de calitate, obținut prin rafinare cu soluție de NaOH, respectiv H₂SO₄.

Spre comparație, în SUA, momentul de start al unei industrii petroliere este marcat abia în 1859, când, ca urmare a lucrărilor de foraj realizate în Titusville, Pennsylvania intra în funcțiune prima distilărie de petrol la Pittsburg. Tot în anul 1859 și Rusia a înregistrat funcționarea primei sale distilării.

România a devenit astfel, prima țară din lume cu o producție de petrol la nivel național de 275 t (1817 barili), oficial înregistrată în statisticile internaționale. Astfel, revista *Science of Petroleum* scria „Prima producție de petrol înregistrată a fost în anul 1857, când România a avut o producție de 275 t, iar în 1858 de 495 t”. În 1859 S.U.A. au avut o producție de doar 274 t. [16,18]

3. A treia prioritate recunoscută pe plan mondial este iluminarea primului oraș din lume și anume Bucureștiul cu petrol lampant (Palatul Șuțu). Urmează Ploieștiul, apoi Viena și altele.

Și din punct de vedere etimologic, românii au contribuit esențial de pe vremea daco-romanilor la precizarea și folosirea termenilor specifici domeniului. Astfel denumirea de „păcură” derivă de la „păcurari”, nume purtat de păstorii ardeleni derivat din latinescul „pecorarius” (cioban). După C.C. Giurescu, denumirea de păcură provine de la latinescul „picula” – „picătură”, formă sub care petrolul iese la suprafață. De asemenea cuvântul „țiței” provine din latinescul „titia”- „zer de lapte”. Existența și folosirea păcurei pe teritoriul actual al țării noastre se cunoștea din Antichitate.

Cercetătorii români și-au adus contribuții însemnate la descifrarea compoziției petrolului: Lazăr Edeleanu, Negoită Dănăilă, Costin D. Nenițescu și multi alții, dar mai ales la separarea componentelor lui și la valorificarea prin chimizare în produse de larg consum. Astfel:

- în anul 1897 numărul rafinăriilor a fost de 87, intrând în funcțiune la Câmpina, rafinăria „Steaua Română”, la Teleajen rafinăria „Româno – Americană”, (1904), iar la Ploiești (1904) rafinăriile „Vega”, „Astra Română” și „Concordia”;

- în anul 1904 s-a înregistrat funcționarea primei școli de maiștri sonatori din Europa la Câmpina;

- între anii 1906–1924, producția anuală de petrol pentru uz intern și export a oscilat în funcție de conjuncturile politice interne și internaționale, între 1 și 2 milioane tone.

- în perioada anilor 1935–1940 în România existau 5 rafinării mari de petrol cu 42 instalații de distilare atmosferică cu o capacitate de 240.050 barili/zi și 7 instalații de cracare termică cu o capacitate de 35.850 barili/zi. În anul 1936 s-a înregistrat cea mai mare producție de petrol din România din perioada interbelică de 8.704.000 t. La vremea respectivă, România ocupa locul 5 în lume, în ierarhia producătorilor de petrol după S.U.A., U.R.S.S., Indiile Olandeze și Canada, cu mult înaintea Franței, Germaniei, Angliei și Japoniei. După anul 1945, până la naționalizarea din 11 iunie 1948, s-a trecut la reconstrucția rafinăriilor distruse de bombardamente, aceasta deoarece capacitatea de rafinare a scăzut în anul 1944 cu 53% față de anul 1943, și anume: „Astra Română”, „Standard”, „Vega”, „Româno -Americană”, Ploiești, „Steaua Română”, Câmpina și „Creditul Minier”, Brazi.

Înainte de apariția prof. Emilian Bratu la Politehnica din București, în țară au fost semnalate doar câteva încercări timide de a introduce tehnici de *inginerie chimică*. Astfel, impulsionată de avântul industriei produselor cloro-sodice și petrochimice și de progresele înregistrate la nivel mondial, ingineria chimică, în forma ei experimentală, și-a făcut prezența în România încă din secolul 19.

Astfel, dezvoltarea extracției petrolului și a rafinării țiteiului în România nu a rămas fără realizări notabile în domeniul ingineriei chimice. Multe dintre ele se datorează lui Lazăr Edeleanu care, în 1906, ocupa funcția de șef al Laboratorului de Chimie la Institutul Geologic și director al rafinării Vega-Ploiești. În anul 1907 a organizat al 2-lea Congres Mondial al Petrolului desfășurat la București. În același an, a publicat împreună cu Ion Tănăsescu o monografie despre proprietățile petrolul românesc. În anul 1908, a înregistrat invenția care îi poartă numele: „Procedee Edelean de rafinare a produselor petroliere cu dioxid de sulf”, aplicat în 1910 la rafinăria Vega-Ploiești, și care este folosit și astăzi în multe rafinării din întreaga lume. De-a lungul vieții, a obținut 212 brevete de invenție în România, SUA, Germania, Franța, Austria, Suedia, Olanda, ceea ce i-a adus o recunoaștere internațională.

Dezvoltarea exponențială a industriei chimice în România, în timpul și după Al Doilea Război Mondial, a necesitat eforturi uriașe de cercetare și proiectare și o nevoie extrem de mare de specialiști cu calificare superioară. În această conjunctură internă și în condițiile progreselor uriașe făcute de știința **Ich** în lume, a fost șansa României, ca în anii 1940–50, să apară un savant de talia prof. Emilian Bratu, format la școala de inginerie germană, care, cu sprijinul prof. Costin Nenițescu, să înființeze și să consolideze la Institutul Politehnic din București, **Catedra de „Procedee și Aparate în industria chimică”**, devenită ulterior **„Catedra de Inginerie Chimică”**, fiind prima Catedră de acest fel din țară și printre primele din Europa [1,29].

Partea de cercetare ingineriască pentru dezvoltarea industriei chimice românești a utilizat achiziția de licențe, dar și lucrări proprii desfășurate în cadrul centrelor de cercetare ale marilor combinate industriale chimice și în marile institute

de cercetare/proiectare (ICECHIM, IPROCHIM, IPTRAN, IPROSIN, ICITPR, IITPIC). Inginerii chimiști implicați în aceste activități de proiectare/construcție/punere în funcțiune au finalizat cu succes multe proiecte industriale complexe. Ei au fost instruiți la principalele școli de inginerie chimică din România, înființate după modelul celei de la Institutul Politehnic București (ulterior **UPB**) fondată și dezvoltată de prof. Emilian Bratu.

În acest sens, contribuția prof. Bratu la dezvoltarea științei și practicii **Ich** în România a fost copleșitoare. Prof. Bratu a fost fondatorul Școlii de Inginerie Chimică din România, cel care a înființat și a dezvoltat la București „Catedra de Inginerie Chimică” (1948). Prof. Bratu are și meritul de a fi scris și publicat primul Curs de Inginerie Chimică („Procedee și Aparate în Industria chimică”, 1948), reeditat de mai multe ori. Pe acest model s-au constituit Catedre similare de Inginerie Chimică în principalele centre universitare din țară, preluând cursul de **Ich** al prof. Emilian Bratu [1,2].

4. Acad. Emilian Bratu (1904–1991) – scurtă biografie

Emilian Bratu s-a născut la București în anul 1904, într-o familie de intelectuali. După absolvirea cursurilor preuniversitare s-a înscris la Școala Națională de Poduri și Șosele 1922–1927 (mai târziu Universitatea Politehnică București, **UPB**), unde a avut profesori celebri ca, Traian Lalescu (la matematică). Cum la Politehnică din București nu se preda niciun Curs de chimie fizică, pentru a urma studii aprofundate, tânărul inginer Emilian Bratu a plecat în străinătate, mai întâi la Universitatea Tehnică din Viena (1928), unde a urmat Cursurile de chimie fizică și electrochimie industrială sub îndrumarea profesorilor Emil Abel și Otto Redlich, efectuând studii privind pilele galvanice în vederea evaluării funcțiilor termodinamice. În anul 1929, a studiat piroliza metanului la Universitatea din Karlsruhe, Germania, iar în anul 1930 a efectuat studii de electrochimie la Școala Tehnică Superioară Charlottenburg din Berlin. Între anii 1928–1941, Emilian Bratu și-a început cariera universitară în România ca asistent la Politehnică bucureșteană, la disciplina Tehnologie Chimică și Electrochimie, condusă de profesorul Paul Stăhelin, realizând lucrări de cercetare privind

tratarea apelor reziduale și optimizarea rețelelor de apă potabilă sau reziduală din București, Azuga și Iași [2,29].

Între anii 1932–1935, în timpul vacanțelor sau al unor concedii de studii, Emilian Bratu și-a pregătit teza de doctorat la Școala Tehnică Superioară din Viena, sub supravegherea prof. Emil Abel și Otto Redlich, cu un subiect de mare actualitate în epocă: „Prepararea izotopului greu al hidrogenului (deuteriu) și determinarea constantei de disociere a apei grele”, teză susținută cu mare succes în anul 1936. Este de remarcat faptul că, la acea dată, el trebuia să își construiască singur aparatura cu care să obțină deuteriul, din care apoi să prepare mici cantități de apă grea (D₂O), căreia să-i determine cu precizie proprietățile. Rezultatele publicate în „Zeitschrift für Physikalische Chemie” în 1934–35, sunt citate și astăzi. Teza sa de doctorat are un deosebit răsunet în străinătate, fiind menționată în cunoscuta *Enciclopedie Landolt-Börnstein* [1,2].

Datorită excepționalelor sale calități didactice și de cercetător la **UPB**, în scurt timp Emilian Bratu a devenit conferențiar, apoi profesor titular (1948–1974) și decan al Facultății de Chimie Industrială (1955–1957; 1962–1971), și a condus peste 30 de doctorate în **Ich** [1]. Cursul său de „Aparate și instalații utilizate în industria chimică”, bazat pe cercetările sale originale și pe o bogată bibliografie, se caracterizează prin rigurozitate științifică și sistematizare (**Tabel 1** și **Fig. 2**).

Tabel.1

Primele manuale de inginerie chimică din România, scrise și publicate de prof. Emilian Bratu.

1. Bratu, E. Operații și utilaje în industria chimică Vol. 1-4, litografie, Ministerul Învățământului și Culturii, 1954-1957
Vol. 1-2 (ed. 1), Ed. Tehnică, București, 1960-1961.
Vol. 1-2 (ed. 2), Ed. Tehnică, București, 1969-1970.
Vol. 1-2 (ed. 3), Ed. Tehnică, București, 1984.
2. Bratu, E., Manualul inginerului chimist, vol. 3-4, Ed. Tehnică, București, 1953-1955
3. Bratu, E., Coroziune în Industria Chimică, Institutul de Documentare Tehnică, București, 1951

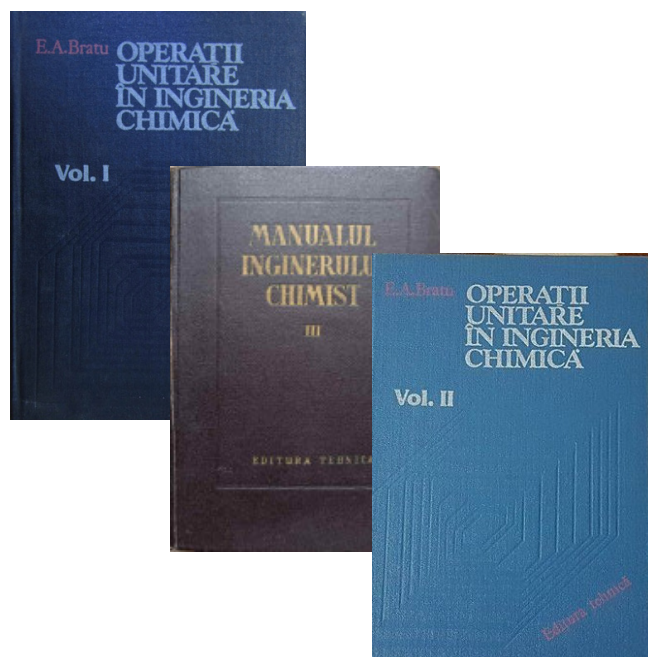


Fig. 2. Câteva din manualele prof. Emilian Bratu, esențiale în ingineria chimică.

Manualul său din 1954–1957, a fost reeditat în 1960–1961, în 1969–1970 și apoi în 1984. Ediția 1960–1961 a fost distinsă cu Premiul Academiei Române. Prin explicarea unor procese fizico-chimice fundamentale, **ICH**, descrisă la nivel teoretic și practic în manualele sale, reușește să indice metodele de calcul pentru a ridica la scară industrială sinteza a mii de procese tehnologice chimice.

Cursul său rămâne și astăzi o carte de referință pentru pregătirea universitară în acest domeniu, prin conceptele/principiile de bază expuse și prin includerea de informații despre utilaje și instalații industriale specifice.

Prin cercetările și cursurile sale universitare, prof. Emilian Bratu se situează printre precursorii de nivel mondial ce definesc conceptele **ICH** (în special primele două paradigme) și este considerat drept fondator al școlii românești de **ICH** / chimie industrială. Pentru merite științifice excepționale, prof. Em. Bratu a fost ales în anul 1963 membru corespondent și în anul 1974 membru titular al Academiei Române. Între anii 1977–1990 președinte Secției de științe chimice din prestigioasa instituție. Contribuțiile sale științifice fundamentale în domeniul chimiei industriale pot fi urmărite în timp, între anii 1928–1974. Acestea

au rămas repere pentru progresul științei **ICH** din România. Edițiile succesive ale cursului său urmează implementarea progresivă în învățământul și cercetarea de **ICH** a celor patru paradigme ale acestui domeniu. Recunoașterea dobândită, exclusiv ca urmare a activității sale științifice, s-a manifestat de-a lungul timpului prin diferite și importante atribuții deținute în cadrul ICECHIM și al Ministerului Chimiei. Pentru activitatea sa științifică și didactică cu totul excepțională, profesorului Bratu i s-au conferit la acea vreme mai multe distincții, precum: Premiul de Stat, Ordinul Muncii, Ordinul Meritul Științific. În anul 1969 i s-a conferit titlul de **profesor universitar emerit** al Republicii Socialiste România [1,2].

Opera științifică a prof. Emilian. Bratu este axată pe problematicile majore ale **ICH** din acea vreme. De exemplu, în premieră, separarea toluenului din benzină prin distilare azeotropă cu metil-etil-cetonă, lucrare pentru care i s-a acordat Premiului de Stat. Lucrările sale din domeniul fizico-chimiei apei grele își conservă actualitatea, constanta de disociere figurând în culegerile internaționale de date. Din același domeniu fac parte și lucrările privind coeficienții de activitate ai gazelor, elaborarea unor ecuații generale pentru presiunea vaporilor saturați și a echilibrului în sisteme lichid-vapori. Între 1928–1941 a efectuat cercetări privind:

- (1).– epurarea apelor industriale pentru alimentarea rezervoarelor de la Uzina Grozăvești;
 - (2).– procedee de epurare a apei cu var, sau cu fosfați în vederea îndepărtării durtății ferului și manganului, brevetate în România și Germania.
- În perioada anilor 1942–1948 s-a preocupat și de:
- (3).– punerea în funcțiune a instalației de rafinare a petrolului de la Rafinăria Brazi;
 - (4).– studii de termodinamică chimică;
 - (5).– studii privind distilarea anizotropă; absorbția, fluidizarea.

Emilian Bratu și-a legat numele de studii erudite consacrate elucidării mecanismelor unor

operații unitare și a metodelor de calcul a unor mărimi utile în activitatea de proiectare a utilajelor industriale. Dintre numeroasele sale realizări se pot aminti:

- a). – Determinarea refluxului optim al coloanelor de rectificare;
- b). – Dimensionarea schimbătoarelor de căldură spiralate;
- c). – Tehnici pentru măsurarea structurii stratului fluidizat;
- d). – Studiul transferului de căldură și de masă la evaporarea picăturilor în mediul gazos, și multe altele [1,2,30].

Realizări didactice.

Din vasta bibliografie semnată de prof. Emilian Bratu [2], cităm câteva titluri ale unor lucrări didactice și de cercetare aplicativă: *Disocierea electrolitică a apei grele* (1935); *Ghidul de laborator pentru lucrările de tehnologie chimică* (1942); *Benzenul și toluenul* (1948).

A rămas memorabilă definiția dată *ingineriei chimice* în discursul său de recepție de la Academia Română din anul 1974:

„Ingineria chimică este știința care studiază, prin metode generale, specifice, operațiile, reacțiile și sistemele industriei chimice, cu scopul final de a realiza procedee, aparate și instalații industriale cu funcționare în condiții optime. Ingineria chimică este totodată profesiunea inginerescă a cărei sarcină este să servească industria chimică în cercetare, proiectare, exploatare și în învățământ.”

Prof. Emilian Bratu era preocupat de *antrenarea studenților în activitatea de cercetare științifică*. Citea mult și își pune mereu probleme legate de creativitate, calitățile cercetătorilor, metodologia cercetării, de metode pentru accelerarea cercetării, de redactarea rapoartelor științifice (este de mult considerat un model perfect de scriere tehnică și științifică, modul în care domnul profesor și-a redactat opera), de raportul dintre cercetarea teoretică și cercetarea experimentală și de alte multe subiecte în

legătură cu cercetarea. Domnia-sa considera că: *„de fapt cercetarea fundamentală este o primă fază a cercetării aplicative”*. În acest sens, la fel de memorabile sunt și aprecierile sale privind tehnologia chimică și învățământul de inginerie chimică. Astfel [3]:

O altă chestiune care preocupă învățământul este încotro este mai bine să se îndrepte: spre teorie (adică spre știință), sau spre practică (adică spre tehnică/inginerie)?

S-ar putea răspunde prin cuvintele lui Boltzman: „Nimic nu este mai practic, decât o teorie bună”.

Sau se poate răspunde prin asemănarea cu răspunsul la întrebarea: „ce este mai folositor? Soarele sau Luna? cu răspunsul unui glumeț: „Luna, bineînțeles, pentru că ea luminează noaptea când este întuneric”.

Teoria „luminează” domeniul, pentru ca practica „să vadă” încotro se îndreaptă, pentru a realiza ceea ce urmărește.

Cercetarea fundamentală (teoretică, științifică) și cercetarea aplicativă (practică, tehnică) nu sunt independente. Totdeauna ele apar împreună, se completează reciproc, se stimulează una pe alta, într-o simbioză sinergetică.

Există însă cercetători cu înclinații naturale sau cultivate către partea teoretică, sau cea practică, în care dau randamentul mai mare. Ei trebuie să fie încurajați și să fie folosiți așa cum sunt. Din colaborarea lor va rezulta randamentul maxim.

Această întrebare – deocamdată, provizorie – pentru învățământ nu este: „teorie sau practică”, ci câtă teorie și câtă practică? Și aici nu în extreme trebuie căutat optimul.

„Întrebat care este diferența dintre cercetarea fundamentală și cercetarea aplicativă, Urey (descoperitorul deuteriului) a răspuns: „diferența este de 20 de ani”. Așa era prin anii '30; acum diferența este și mai mică și scade continuu. Ni se dă și un mijloc de a recunoaște cercetarea fundamentală: „dacă întrebi un cercetător – ce face? – și dacă nu îți explică clar, atunci el face cercetare fundamentală.”

Se recunoaște acum că ideile – atât cele principale, cât și cele secundare ale unei

cercetări, sau descoperiri, apar – nu se știe cum – în creierul cercetătorului, uneori amorate de senzații exterioare. Laboratorul numai le confirmă și le măsoară.

Întrebat cum a descoperit legile gravitației, Newton a răspuns: „Gândindu-mă mereu la ele”. Gândirea poate fi considerată forța de producție atât științifică, cât și materială.

Termin cu o frază a lui Linus Pauling: „Pentru a avea o idee bună, trebuie să ai multe idei.” Vă doresc ca ideile din lucrările dvs. să fie și multe și bune.”

Dezvoltarea școlii române de ICh la Politehnica din București (UPB).

Profesorul Emilian Bratu nu numai că a fondat (1945–1948) cu ajutorul prof. Costin Nențescu, Departamentul de **ICh** de la **UPB**, dar a contribuit decisiv la dezvoltarea și orientarea acestuia atât spre cercetarea fundamentală, cât și spre aplicații industriale deosebite.

Profesorul Emilian Bratu ne-a lasat o moștenire imensă, cu un potențial de utilizare în toate ramurile economiei – știința **ICh**. O moștenire înseamnă însă și o mare responsabilitate și implică mari obligații în menținerea și dezvoltarea acesteia.

Acum, când omenirea se confruntă cu noi provocări legate de: resursele naturale în scădere, de creșterea rapidă a populației, de probleme privind poluarea mediului și privind încălzirea globală, noi trebuie să explicăm că fără chimie, fără **inginerie chimică** și substanțe chimice de sinteză, nu există dezvoltare și bunăstare a societății. În același timp însă, trebuie să ne implicăm cu metodele și noile paradigme ale științei de **ICh** în „chimia verde” și în proiectarea ecologică, durabilă și sustenabilă a instalațiilor chimice [1,5,13].

Lumea noastră este un loc complex și în plină evoluție. În secolul 21, cerințele unei populații în creștere și în continuă îmbătrânire vor avea un impact semnificativ asupra societății. Având în vedere că populația globală va atinge 8,5 miliarde până în anul 2030 și 11,2 miliarde până la sfârșitul secolului, cererea de resurse, precum apă, energie, alimente și materii prime va fi mai mare decât orice am experimentat în trecut. Cum răspundem așteptărilor unei societăți modernizate, globale, minimizând în același timp impactul pe care îl avem asupra mediului? [1,5].

În concluzie, evoluția profesională a Departamentului de **ICh** de la **UPB** a fost coordonată și puternic marcată decenii la rând de personalitatea profesorului Emilian Bratu, care a știut să creeze în jurul său, prin doctoranzii și colaboratorii săi, o puternică echipă didactică și de cercetare. După pensionare, în anul 1974, Catedra a fost coordonată de principalii săi colaboratori: profesorii Octavian Smigelschi (1974–1985), Octavian Floarea (1985–1986) și Emil Danciu (1986–1996). Prin exigențele echilibrate, în spiritul tradiției stabilite de acad. Em. Bratu, acești profesori au menținut în Catedră climatul necesar activităților didactice și științifice de un înalt standard academic.

Poate cea mai importantă latură a activității didactice a prof. Emilian Bratu a fost aceea de a conduce la doctorat și a-i modela pe viitorii profesori de inginerie chimică de la Catedra de Inginerie chimică din UPB și de la principalele universități din țară. Ulterior, aceștia au devenit, la rândul lor creatori de noi direcții de dezvoltare a învățământului de **ICh** din centrele universitare din țară (Iași, Timișoara) și formatori de ingineri și noi doctori în acest domeniu. Aceste generații de ingineri formate după sistemul de învățământ implementat de Emilian Bratu, sunt de fapt cei care au construit și au dezvoltat industria chimică în România. Primii doctoranzi ai prof. Emilian Bratu sunt prezentați în **Tabelul 2**.

Urmașii prof. Emilian Bratu au introdus în activitatea didactică și de cercetare instrumente moderne de matematică, de calcul numeric și software de nivel mondial, necesare pentru rezolvarea problemelor din ce în ce mai dificile de **ICh** referitoare la proiectarea instalațiilor chimice și biochimice, funcționarea lor în condiții de siguranță și controlul lor optimal (profesorii Alexandru Woinaroschy și Gheorghe Maria). Alți profesori au introdus subiecte moderne de cercetare în domenii de graniță, precum: inginerie biochimică, bioreactoare, bioinginerie, bioinformatică (profesorii Ovidiu Muntean și Gheorghe Maria) sau de inteligență artificială (prof. Mircea Cristea) [1,31]. Software-ul de calcul de **ICh** utilizat astăzi în departamentele de profil din țară este cel utilizat la toate universitățile tehnice de top din lume (MIT, Imperial College Londra, UMIST, Manchester), respectiv Aspen,

Tabel 2. Lista primilor doctoranzi ai profesorului Bratu Emilian [4]. Notății: IPB = Institutul Politehnic din București; UPT = Universitatea Politehnică din Timisoara; UPI = Universitatea Politehnică din Iasi.

Nume și prenume (locul de activitate); Observații	Aria tematică a tezei	Anul și locul finalizării
Raul Mihail (IPB.); fondatorul școlii de „Reactoare chimice și biochimice” din România	Reactoare chimice eterogene	1961, IPB
Eli Ruckenstein (USA.)	Fenomene de transfer în utilajele din industria chimică	1963, IPB
Zeno Gropșian (UPT)	Transfer de căldură	1962, IPB
Ion Teoreanu (IPB)	Transferul de căldură în stratul fluidizat	1963, IPB
Octavian Floarea	Transfer de masă în coloane cu talere	1964, IMUICH Moscova.
Radu Z. Tudose (UPI)	Intensificarea transferului de masă în utilajele din industria chimică	1964, IPB
Octavian Smigelschi fondatorul domeniului de „Calcul numeric și optimizări în ingineria chimică, 1970”	Efecte Marangoni la fierbere	1966, IPB
Dan Suciu (USA)	Intensificarea transferului de masă prin efectul Marangoni	1965, IPB
Emil Danciu	Echilibre de fază la distilare	1967, IPB

Hysim, Prosim, Comsol, Matlab etc.. În plus, o bază experimentală modernă susține programul de cercetare al laboratoarelor de **ICH** [1,31].

Colaborarea cu profesorul Costin Nenițescu

Emilian Bratu și Costin Nenițescu au fost doi profesori de elită ai Facultății de Chimie Industrială a Institutului Politehnic București (actuala Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București). Cei doi savanți au fost buni prieteni, care s-au respectat profund pe parcursul întregii vieți. Ambii, de formație germană, au intuit de timpuriu necesitatea introducerii în România a disciplinei de **ICH** în învățământul politehnic superior, pornind de la perspectivele externe și interne favorabile ale dezvoltării unei industrii chimice românești, bazate pe rezervele de materii prime autohtone și pe baza teoretică-fundamentală asigurată de cei doi savanți și de colaboratorii, doctoranzii și generațiile de studenți ai lor. Au luptat împreună pentru afirmarea chimiei în Politehnică, lor datorându-li-se, în cea mai mare măsură, introducerea în 1938 a denumirii de „**Chimie industrială**” pentru facultatea din Politehnica. Astfel, în anii 1940–1950, prof. C. D.

Nenițescu a sprijinit strădania prof. Emilian Bratu pentru înființarea și consolidarea, la București, a „**Catedrei de Inginerie Chimică**”, fiind prima catedra de acest fel din țară și printre primele din Europa. Pe de altă parte, în perioada anilor 1940–1945, prof. Emilian Bratu a răspuns solicitării prof. C.D. Nenițescu de a ține câteva prelegeri privind progresele ingineriei chimice, în special în domeniul aplicării criteriilor de similitudine în domeniul reacțiilor chimice, în fața colectivului didactic și a colaboratorilor din cercetarea din domeniul Chimiei Organice, conferințe care s-au bucurat de un deosebit interes. [2]. Ca un exemplu al acestei colaborări fructuoase, ambii savanți au sprijinit publicația română în profil chimic „Revue Roumaine de Chimie”, fiind membri activi în colegiul editorial al revistei (**Fig. 4**).

5. Paradigmele ICh promovate de școala prof. Emilian Bratu în contextul românesc

Sub directă și atenta coordonare a prof. Emilian Bratu, a discipolilor săi și a următoarelor generații de profesori de **ICH**, au fost dobândite de învățământul românesc toate cele patru paradigme (P1-P4) ale științei **ICH**, (descrise în cap. 2), fiind



Fig. 4. Comitetul de redacție al *Revue Roumaine de Chimie* (1979); de la dreapta la stânga: acad. Emilian Bratu, acad. Petru Spacu, prof. Margareta Avram, prof. Dumitru Săndulescu, acad. Ilie G. Murgulescu, acad. Victor Em. Sahini, acad. Ecaterina Ciorănescu-Nenițescu, acad. Alexandru T. Balaban, Flavia Cuiban, secretar de redacție.

aplicate și dezvoltate în cadrul numeroaselor cercetări [4,9], respectiv: (P1) operații unitare; (P2) fenomene de transport; (P3) ingineria produselor chimice; (P4) inginerie chimică durabilă. Ultimele trei paradigme au inclus o modelare matematică avansată a proceselor chimice și biochimice și un calcul numeric foarte complex (folosind simulatoare de proces) în toate etapele dezvoltării unui proces chimic, biochimic sau biologic [4,5,9,10,32].

Într-un mod simplist, se poate spune că până în anii 1960–1970, învățământul de **ICH** din România urmează în principal primele două paradigme (P-1, P-2), adică studiul separat al operațiilor unitare și al fenomenelor de transfer în cadrul proceselor fizico-chimice ce au loc în utilaje specifice, și în special în reactoarele chimice în care sunt conduse reacțiile industriale. Apoi, începând cu anul 1960, în cadrul seminarului științific săptămânal desfășurat la Catedra de **ICH** a UPB, sub conducerea prof. Emilian Bratu și a conf. univ. Ely Ruckenstein (ulterior, profesor la State University of New York at Buffalo, USA, laureat al „National Medal of Science”, USA, 1998) [3], s-a trecut la „re-interpretarea” fenomenelor de transfer, prin reprezentarea lor cu ajutorul modelelor matematice complexe, oferind astfel simularea lor numerică tot mai precisă, folosind

tehnici de calcul avansate (noi algoritmi numerici și calculatoare din ce în ce mai performante).

În România, promotorul paradigmei (P1) în **ICH**, cea a „operațiilor unitare” a fost acad. Emilian Bratu, prin Cursul său (1948) de *Operații unitare în industria chimică*, în patru volume, în trei ediții, împreună cu un *Ghid de laborator* litografiat în anul 1941.

A doua paradigmă P2 este puternic susținută de cunoștințe și teorie matematică avansată, completate cu algoritmi numerici complecși. În acest sens, profesorii Rutherford Aris și Neal Amundson de la Universitatea din Minnesota (SUA) și-au publicat (1966) în mai multe volume manualul de *Metode matematice în ICh* [7-8] și au dovedit că progresul în **ICH** (ca știință și practică) nu poate fi realizat fără utilizarea unor metode de calcul matematic și numeric foarte avansate.

Discipolii prof. Emilian Bratu au contribuit decisiv la lărgirea și aprofundarea învățământului de **ICH**. Astfel, din anul 1977 au fost înființate noi laboratoare și colective de cercetare, care acoperă principalele fenomene de transport, plus Reactoarele Chimice, Inginerie Biochimică, Informatica Aplicată în Inginerie Chimică (1995). Ei au promovat aplicarea tuturor celor patru paradigme (P1-P4) ale **ICH** și au adus curricula învățământului superior de **ICH** din România la nivelul celui din UE și SUA.

Vă mulțumesc pentru răbdare și atenție.

Bibliografie

- [1] Maria, G., *Despre școala de inginerie și tehnologie (bio)chimică de la Universitatea Politehnica din București*, Printech, București, **2022**.
- [2] Wikipedia, „Emilian Bratu”, **2023**.
- [3] Jinescu, G., SICHEM Conf., U.P.Buc., **2014**.
- [4] Dobre, T., „Scurt istoric Societatea de inginerie chimică din România”, **2014**. <https://sicer.ro/istoric/>
- [5] Maria, G., Gijiu, C.L., Dinculescu, D., Titica, M., Juncu, G., *O trecere în revistă a tehnologiilor neconvenționale pentru valorificarea resurselor naturale ieftine (gaz natural, cărbune inferior), a gazelor cu efect de seră (CO₂) și a biomasei regenerabile pentru producerea via metanol a unui număr mare de substanțe chimice cu valoare adăugată ridicată și combustibil prin utilizarea unor tehnologii bazate pe instrumente și concepte moderne de inginerie chimică și biochimică*, Printech Publ., Bucharest, **2020**.
- [6] Bird, B., Stewart, W., Lightfoot, E., *Transport Phenomena*, Wiley, New York, **1960**.

- [7] Amundson, N., *Mathematical Methods in Chemical Engineering 1. Matrices and their application*, Prentice-Hall, New Jersey, **1966**.
- [8] Aris, R., Amundson, N., *Mathematical Methods in Chemical Engineering 2. First-order partial differential equations with applications*, Prentice-Hall, New Jersey, **1966**.
- [9] Woinaroschy, A., *Buletinul AGIR*, Supliment 1, **2015**, pp. 9-17.
- [10] Woinaroschy, A., *Chinese Journal of Chemical Engineering*, **2016**, 24, 553–557.
- [11] Gani, R., *Chem. Eng. Res. Des.*, **2004**, 82, 1494–1504.
- [12] Gani, R., et al., *Chem. Eng. Res. Design*, **2020**, 155, A133–A145.
- [13] Bertau, M., Offermanns, H., Plass, L., Schmidt, F., Wernicke, J.M., *Methanol: The basic chemical and energy feedstock of the future: A singer's vision today*, Springer Science & Business Media, Berlin, **2014**.
- [14] Sherlock, J.P., Report of the IChemE technical vice president, IChemE, London, **2016**.
- [15] Wikipedia, „The history of chemistry”, **2024**.
- [16] Lupu, A., Cociasu, C.A., *Revista de Chimie(Bucharest)*, **2018**, 59, 113-114.
- [17] Pincovschi, E., *Buletinul S. Ch. R.*, **2018**, XXV (3), pp. 8-11.
- [18] Ivanus, G., *Buletinul S. Ch. R.*, **2018**, XXV (3), pp. 74
- [19] Filipescu, L., et al., *Buletinul S. Ch. R.*, **2018**, XXV (3), pp. 79.
- [20] Siminiceanu, I., „Bull. Romanian Chem. Eng. Society”, **2014**, 1 (2), pp.2-15.
- [21] Jinescu, V.V., *Creatorii civilizației*, Ed. AGIR, București, **2008**.
- [22] Wikipedia, „List of dimensionless quantities”, **2024**
- [23] Maria, G., *Evaluarea cantitativă a riscului proceselor chimice și modelarea consecințelor accidentelor*, Printech Publ., Bucharest, **2007**.
- [24] Gijiu, C.L., Dinculescu, D., Crisan, M., *Revista de Chimie(Bucharest)*, **2020**, 71, pp.1-18.
- [25] Banciu, M., *Speech at the tribute session 'Centenary Emilian A. Bratu'*, Romanian Academy, **1991**.
- [26] Cussler, e.l., Moggridge, g.d., *Chemical product design*, Cambridge Univ. Press, **2001** (1-st ed.), **2011** (2-nd ed.).
- [27] Peters, M., Timmerhaus, K., West, R., *Plant design and economics for chemical engineers*, 5th ed., McGraw-Hill, Boston, **2003**.
- [28] Ivanov, D., *Bulletin of Romanian Chemical Society*, **2023**, XXX (3), pp.4-7.
- [29] Olteanu, M., *Univers Ingineresc* (AGIR, București), nr. 15, **2004**.
- [30] Bildea, S., “Dept. Inginerie chimică și biochimică”, U.P.Buc., **2020**, <http://www.chemeng.upb.ro/index.php>
- [31] Editorial board, Prof. dr. ing. Gheorghe Maria at his 65-th anniversary – Excellency in Chemical and Biochemical Engineering, *Revue Roumaine de Chimie (Bucharest)*, **2020**, 65(10), 851-858. <http://web.icf.ro/rrch/>
- [32] Maria, G., *In memoriam academician Dr. Eng. Emilian Bratu (1904–1991) – The founder of the Chemical Engineering education in România. 120 years since his birth*, *Revue Roumaine de Chimie*, **2024**, 69(9), 445–468. DOI: 10.33224/rrech.2024.69.9.01