

Valeriu V. JINESCU

CREATORII CIVILIZAȚIEI



Editura AGIR



CREATORII CIVILIZAȚIEI

Lucrare publicată cu sprijinul

AUTORITĂȚII NAȚIONALE PENTRU CERCETARE ȘTIINȚIFICĂ

Prof. dr. ing. Valeriu V. JINESCU

CREATORII CIVILIZAȚIEI



**Editura AGIR
București, 2008**

ASOCIAȚIA GENERALĂ A ÎNGINERILOR DIN ROMÂNIA

Copyright © Editura AGIR, 2008

Toate drepturile asupra acestei ediții
sunt rezervate Editurii AGIR și autorului

Editura AGIR este recunoscută de CNC SIS

Editura AGIR

Calea Victoriei, nr.118, sector 1,
010093 București, România
tel.: 4021-316 89 92, 4021-316 89 93 (redacție),
4021-319 49 45 (difuzare); fax: 4021-312 55 31,
e-mail: editura@agir.ro; www.agir.ro

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

JINESCU, VALERIU,

**Creatorii civilizației / V. Jinescu - București : Editura
A.G.I.R., 2008**

ISBN 978-973-720-204-8

62

Ingrijire editorială: Dr. ing. **Ioan GANEA**
ing. **Valentin IONESCU**

Coperta: ing. **Ion MARIN**

Bun de tipar: 2.06.2008; Coli de tipar: 8,75
ISBN 978-973-720-204-8

Imprimat în România

CUPRINS

1. Inginerii, oamenii de știință și oamenii de artă	1
1.1. Între emoție și rațiune	1
1.2. Războiul, inginerii și savanții	3
1.3. A sosit momentul unei altfel de abordări a istoriei	7
1.4. Artă, știință și ingineria.....	11
Bibliografie	15
2. De la contemplare și descoperire la acțiune, creație și schimbare.....	16
2.1. Introducere	16
2.2. Revoluțiile industriale și valorile schimbărilor	16
2.3. Contribuția inginerilor la evoluția civilizației, începând cu al doilea val al schimbării	25
Bibliografie	45
3. Creatorii civilizației	47
3.1. Introducere	47
3.2. Inginerii și profesia lor, ingineria.....	48
3.3. Lumea contemporană, rod al ingineriei și științei	50
3.4. Evoluția nivelului de civilizație	65
3.5. De la meșteșug la științele ingineresti	69
3.6. Interacțiunea dintre știință și inginerie	71
3.7. De la idee la realizare practică în inginerie	77
3.8. Cooperarea știință – inginerie	77
3.9. Inginerii și inventatorii creatori de întreprinderi industriale	80
3.10. Istoria și civilizația.....	81
3.11. Inginerii și inventatorii creatori de tehnică, de civilizație și de istorie.....	83
Bibliografie	96
4. Elogiu ingineriei	88
4.1. Introducere	88
4.2. Inginerii.....	89
4.3. Unele realizări de seamă ale inginerilor de-a lungul veacurilor.....	92
4.4. Raportul dintre știința „pură” și inginerie	94
4.5. Tehnica – domeniu al culturii contemporane.....	96
4.6. Ingeria și inginerii la români.....	97
4.7. Soarta societății contemporane fără ingineri. Puterea latentă a inginerilor	103
4.8. Câteva concluzii.....	104
Bibliografie	105

5. Echipamente pentru procese industriale	107
5.1. Introducere	107
5.2. Echipamente și industrii de proces.....	107
5.3. Ingineria echipamentelor pentru procese industriale în societatea contemporană	110
5.4. Domeniile de utilizare ale unor echipamente pentru procese industriale	113
5.5. Tendințe în domeniul echipamentelor pentru procese industriale.....	115
5.6. Perspectivile industriilor de proces în România	118
Bibliografie	119
 6. De la utilajul tehnologic pentru industrii de proces la energonică	120
6.1. Introducere	120
6.2. Energonica	120
6.3. Cum am ajuns să scriu Energonica?	121
6.4. Principiile și legile Energonicii.....	122
6.5. Unele opinii despre Energonică	126
6.6. Concluzii.....	127
Bibliografie	128

1

INGINERII, OAMENII DE ȘTIINȚĂ ȘI OAMENII DE ARTĂ

1.1. Între emoție și rațiune

Scriitorul Nikos Kazantzakis își începe cartea *Raport către El Greco* astfel: „Îmi strâng uneltele: văzul, mirosul, pipăitul, gustul, auzul, rațiunea. S-a înserat, ziua de muncă s-a sfârșit, mă întorc acasă, mă așez în casa mea, pământul.”

Cu aceste „unelte” percepem realitatea înconjurătoare, iar prin impresiile și simțămintele pe care aceasta ni le produce ne creăm imaginea proprie a realității.

Imaginile și sunetele ne ating cu precădere latura sentimentală și, ca urmare, pot fi mai ușor învăluite în mister, li se pot estompa cu mai mare ușurință contururile, încât acestea să devină difuze și, prin aceasta, mai incitante la interpretări și viziuni proprii, subiective. Deși priveliștea sau sunetele percepute sunt aceleași, părerile și interpretarea acestora sunt adeseori diferite, de la o persoană la alta.

Natura înconjurătoare, precum și creațiile în artă (pictura, sculptura, literatura, arhitectura și muzica), pot produce o puternică impresie, memorabilă, asupra spiritului uman. În general, toate acestea se „imprimă sentimental” în mintea omului. Latura emoțională proprie fiecăruia dintre noi are un rol esențial în perceperea rezultatului creației în artă. O asemenea creație este rodul exprimării emoționale a unui sculptor, pictor, scriitor, compozitor, arhitect.

Deoarece atât creația cât și percepția ei, în cazurile amintite, se bazează pe latura emoțională, aprecierea creatorilor ține de emoția produsă asupra fiecărui individ, are deci conținut preponderent sentimental; rațiunea are aici un rol secundar.

Vederea unor sculpturi precum „Moise”, „David” sau „Pietă” de Michelangelo Buonarroti, sau „Pasărea măiastră” ori „Coloana infinită” a lui Constantin Brâncuși, sau picturi, ca de exemplu „Pluta Meduzei” a lui Eugène Delacroix sau „Rondul de noapte” de Rembrandt, sau audierea „Simfoniei a noua” a lui Ludwig van Beethoven sau a concertului pentru pian și orchestră de Piotr Ilici Ceaikovski, ca să nu pomenesc decât câteva din miile de creații artistice celebre, produc o impresie de neuitat, între altele și datorită unicității lor.

Creația inginerească are în prim-plan rațiunea și eventual, în plan secund, emoția. Aprecierea creației inginerești se bazează pe considerente raționale și în mai mică măsură pe considerente sentimentale, acestea din urmă fiind – în general – variabile de la o creație la alta.

Dar utilitatea produselor rațiunii este evidentă pentru bunăstarea omenirii, care – din acest punct de vedere – are, pe departe, rolul principal.

O centrală termoelectrică sau atomoelectrică produce energie electrică fără de care societatea modernă nu poate funcționa. În fața unei turbine cu abur, a unui generator de curent electric sau a unui schimbător de căldură, toate componente ale

unor astfel de centrale, nu ne emoționăm, ci încercăm să înțelegem ce reprezintă, cum sunt construite și cum funcționează. Apelăm la rațiune, și nu la sentimente. Dacă privim o rafinărie sau o platformă petrochimică ne vor impresiona coloanele înalte strălucind în soare, rezervoarele și rețelele de conducte. Toate acestea, privite într-o noapte cu lună plină, ne dau senzația unui tablou ireal, nepământean.

Ziua, platforma petrochimică este o realitate bine conturată, iar privitorul o analizează apelând la rațiune. În schimb, în noaptea cu lună plină, strălucirea este atenuată, contururile sunt difuze. Flacăra de la turnul de faclă, care ziua atrage mai puțin atenția, noaptea domină peisajul și-i sporește misterul. Rațiunea și emoția își dispută întâietatea.

Picturile, sculpturile, poeziile, operele literare, muzica sunt – de cele mai multe ori – creația unei singure persoane. Celebritatea și admirația se adresează doar acelei persoane!

Invenția, cel mai adesea, este creația unei minți ingenioase, dar transpunerea în realitate fizică a ideilor cuprinse într-o invenție se face, de cele mai multe ori, în colectiv. Creațiile tehnice sunt adesea creații colective.

Mihail Manoilescu, profesor la Școala Politehnică din București, afirma că: „*Opera inginerului este totdeauna o operă de jertfă individuală și de triumf colectiv*” [1].

Celebritatea arareori i-a însoțit pe ingineri, principalii creatori ai civilizației, și în orice caz în mult mai mică măsură decât pe creatorii de artă. Este nedrept, deoarece trăim mai bine datorită inginerilor.

Creșterea productivității muncii, utilizarea unor dispozitive, scule și unelte performante, a roboților – toate creații ale inginerilor – au permis, în numai o sută de ani, reducerea duratei de lucru de la 70 de ore/săptămână cât era în anul 1900, la 40 de ore/săptămână, cât este în prezent, precum și acordarea de concedii a căror durată a crescut în timp.

Dacă la aceasta se adaugă numeroasele mijloace de transport (trenul, avionul, automobilul, vaporul modern etc.), create de ingineri, înțelegem de ce, în prezent, tot mai mulți oameni își pot satisface bucuria spiritului prin vizionarea marilor creații artistice. Inginerii, prin creațiile lor, au deschis drumul spre creațiile din artă tot mai multor semeni ai lor, contribuind astfel la sporirea celebrității creatorilor de artă.

Civilizația contemporană este o civilizație a tehnicii, obiectul activității ingineresti. Adresându-se studenților seriei 1931/1932, inginerul Gheorghe Nicolau (vicepreședinte al Asociației Generale a Inginerilor din România), arăta, între altele, că [1]: „*lumea modernă este guvernată de tehnică...*”, „*...acolo unde se ridică o școală tehnică dispăre ignoranța, cum dispăre umbra când se înalță soarele*”. Importanța tehnicii pentru civilizația umană a fost sugestiv reliefată de ing. Gh. Nicolau în următoarea frază: „*...civilizația umană se poate contura sub forma unei imense statui, plasată pe un pedestal fără margini, care este tehnica*”.

Trăim, în prezent, cu peste 20 de ani mai mult și trăim mult mai confortabil decât în oricare altă perioadă a istoriei omenirii și aceasta datorită creării în masă a mijloacelor de investigare și a industrializării de către ingineri a vitaminelor, a antibioticelor și a numeroaselor medicamente descoperite și produse, inițial, la scară de laborator, datorită creșterii continue a producției agricole, determinată de progresul tehnologic și de acumularea de cunoștințe în diverse domenii etc.

1.2. Războiul, inginerii și savanții

În zorii civilizației, oamenii reușeau să producă doar atât cât le era necesar pentru viața de zi cu zi. Bărbații vânau sau apărau comunitatea de animalele sălbatice și de pericolele inerente acelor vremuri. Femeile se ocupau de creșterea copiilor, cu prepararea hranei și de ceea ce însemna viață internă a comunității. Nu aveau timp pentru alte preocupări.

După un timp, unele grupuri au atacat și supus alte grupuri de oameni. Rezultatul muncii acestora era utilizat pentru mărirea bunăstării cuceritorilor, cărora le rămânea timp din ce în ce mai mult pentru alte activități; unii încep să gândească, alții să deseneze, alții inventează unelte. Așa au apărut – în termenii de azi – primii pictori, primii inventatori și primii filosofi.

Evoluția societății în ansamblu a fost lentă, dar ea a fost posibilă îndeosebi prin eliberarea unor oameni de activitățile obișnuite și ocuparea timpului acestora cu o nouă îndeletnicire, războiul de cucerire, cu tot ceea ce presupune acesta, și anume: constituirea castei militarilor, a meșteșugarilor care produceau armament, a crescătorilor de animale de povară sau de luptă ș.a.

Apar primele rudimente de tehnică, stimulate de nevoia de a învinge și de a nu fi învins. Cei învinși deveneau sclavii învingătorilor și aproape decădeau din calitatea lor de oameni!

Din aceste motive, pentru comunitate, cei mai importanți erau cei ce le asigurau o viață în libertate, cât mai îmbelșugată. Pe scurt, militarii și faptele lor erau prevalente și așa au rămas până în secolul XX.

Acesta este motivul pentru care istoria omenirii este, în primul rând, istoria războaielor și a faptelor de arme ale învingătorilor. Învinșii – în general – nu au contat pentru istorie, căci ea – istoria – este „construită” de învingători, simbolizată prin conducătorii lor (regi, împărați, comandanți). Dar acești învingători erau oamenii buni pentru o parte a populației și răi și criminali, pentru populația învinsă. Dacă consemnarea evenimentelor ar fi fost dictată de învinși, am fi avut o cu totul altă istorie, cu martiri, în loc de eroi, cu criminali, în loc de învingători primiți în triumf.

Din contemplarea naturii, din observarea oamenilor, a comportării lor, a interacțiunii interumane, treptat s-a născut filosofia; se formează personalitățile marcante ale fiecărei epoci. Filosofia cuprindea toate preocupările intelectuale ale acelor vremuri; se constituie treptat ceea ce astăzi numim *cultură*. Prin studierea filosofiei se formează intelectualii și conducătorii.

În paralel, pentru a-și ușura munca, oamenii inventează, produc unelte, mecanisme etc. Cei ce inventau, în general, nu făceau parte din clasa dominantă; ei erau cei care munceau fizic, iar această muncă era considerată de rang inferior. În consecință, și invențiile, ca și munca inginerilor, erau considerate ca activități inferioare, fiindcă erau legate de aplicații practice precum construcția de drumuri, poduri, canale, ziduri de apărare și altele.

Spre deosebire de aceștia, cei care filosofau și contemplau doar natura, fără a avea preocupări practice, erau considerați de rang intelectual superior. Din cauza acestei atitudini discriminatorii dintre oamenii acțiunii și cei ai contemplației, evoluția civilizației a întârziat. Multe minți care – în lipsa acestei discriminări – s-ar

fi preocupat de descoperiri și de invenții s-au pierdut în contemplare, spre a-și păstra apartenența la grupul cu activități elevate, superioare.

Este demn de remarcat că *prima scânteie a științei* s-a datorat filosofilor antici ai Greciei de acum peste 2500 de ani, care au avut ideea că oamenii obișnuiți pot spera să înțeleagă cum funcționează natura. Grecii au dezvoltat o mitologie complexă, populată de zei, zeițe, nimfe, muze, moire etc. care, spre deosebire de alte culturi, nu erau atotputernici și atotștiutori, ci erau supuși greșelilor. De aceea, gânditorii greci au fost mai puțin înclinați să se folosească de explicații supranaturale și au căutat explicații naturale.

Tales din Milet (624 – 546 î.e.n.) a fost primul filosof care a părăsit explicațiile supranaturale în încercarea de a înțelege natura. Grecii, de la Tales până la Aristotel (Anaximandru, Anaximene, Pitagora, Heraclit, Anaxagora, Leucip, Democrit, Epicur, Socrate, Platon), *au fost filosofi, și nu oameni de știință*. Ei au emis idei despre structura și natura universului, care au fost combinate spre a forma sisteme de raționamente speculative, departe de a fi ceea ce se înțelege printr-o teorie științifică bazată pe experimente și pe testare obiectivă. Cu toate acestea, *știința modernă se trage direct din știința greacă*; aceasta i-a determinat în general, dezvoltarea, metodele și limbajul. De exemplu, matematicile, în special geometria, reprezintă domeniul în care metodele de deducție și demonstrație ale grecilor antici sunt folosite și astăzi.

Treptat, au apărut primii oameni de știință, cei preocupați de-a explica fenomenele naturii, cei care au descoperit legile și principiile care guvernează natura. Inginerii au preluat aceste descoperiri și le-au aplicat în demersurile lor, contribuind la creșterea bunăstării oamenilor, la eliberarea unui tot mai mare număr de oameni de muncă fizică, destinându-i muncii intelectuale, creației.

Cândva, *creșterea bunăstării membrilor unei comunități era asigurată prin victoriile și jafurile soldaților*, prin defavorizarea membrilor comunităților umane învinse. Ulterior, mai aproape de zilele noastre, prin descoperirile savanților, prin creațiile inginerilor și inventatorilor, crește bunăstarea întregii omeniri, nu numai a comunității căreia îi aparțineau. *Cu toții, oamenii beneficiază de rezultatele descoperirilor și ale creației ingineresti*. Situația de azi a început să fie pregătită cu milenii în urmă, odată cu descoperirea și enunțarea primelor legi ale naturii și publicarea de către Euclid a cărții *Elementele*, vastă sinteză a geometriei clasice grecești, care a avut și încă mai are un rol fundamental în domeniul ingineriei.

Importanța științei desprinsă din realitate și cu aplicație în realitatea fizică este subliniată într-o recentă carte a lui Michael H. Hart [2], din care este redat pasajul următor: „... *deși schimbările politice au importanța lor, putem afirma fără teama de a greși că majoritatea oamenilor de pe pământ trăiau, după cinci sute de ani de la moartea lui Alexandru cel Mare (356 – 323 î.e.n.), la fel cum trăiseră strămoșii lor în urmă cu cinci secole. În mod similar, în anul 1500, activitățile zilnice ale celor mai mulți dintre oameni nu se deosebeau de acelea desfășurate de semenii lor în anul 1500 î.e.n. În schimb, în ultimele cinci secole, o dată cu dezvoltarea științei moderne, viața de zi cu zi a majorității oamenilor s-a transformat complet. Ne îmbrăcăm diferit, ne-am schimbat alimentația, lucrăm în alte locuri de muncă și ne petrecem timpul liber cu totul altfel decât o făceau oamenii în anul 1500.*

Descoperirile științifice nu au revoluționat numai tehnologia și economia, ci au atras după sine transformări radicale în materie de politică, gândire religioasă, artă și filosofie. Puține aspecte ale activității umane au rămas nemodificate de revoluția științifică”. Prima revoluție științifică a fost inițiată în 1543, odată cu publicarea cărților lui Nicolaus Copernic și Andreas Vesalius, continuată prin lucrările lui Galileo Galilei, Johannes Kepler și desăvârșită de Isaac Newton, considerat cel mai mare și mai influent om de știință din toate timpurile.

Privită din această perspectivă, *istoria trebuie rescrisă*. Pe primul plan se află cei a căror activitate s-a răsfrânt pozitiv asupra întregii societăți (și nu numai asupra învingătorilor), adică savanții, inginerii de excepție și inventatorii. Lor le datorăm civilizația de astăzi și de ei depinde, ca niciodată, societatea de mâine.

Cultura umanistă a fost dintotdeauna adjuvantul care a ajutat la formarea și dezvoltarea intelectuală a oamenilor. Dar ea nu a fost determinantă pentru evoluția civilizației. Prin cultură a fost influențat intelectul conducătorilor, oamenii au devenit eventual mai buni, și-au îndreptat acțiunile către scopuri considerate nobile. Cultura însușită a înălțat omul pe treptele spiritualității. Creația filosofică și literară, muzicală, sculpturile, picturile etc. sunt cele care l-au înălțat pe om și l-au făcut să se deosebească din ce în ce mai mult de animale și l-au îndepărtat de condiția acestora.

Regii și împărații, de cele mai multe ori, s-au remarcat prin crimele și războaiele pe care le-au declanșat sau patronat, deci prin distrugere, pe când savanții, inginerii, arhitecții, pictorii, compozitorii sau scriitorii de geniu au creat și au contribuit la evoluția civilizației și a culturii umanității.

Totalitarismul politic și militar al unor conducători a dus la moartea a milioane de oameni [3]:

- *mongolii* lui Gengis-han, cunoscut ca un mare cuceritor (începutul secolului al XIII-lea), au ucis 12% din totalul populației lumii la acea dată (cca. 360 milioane), aproximativ 50 de milioane de persoane (genocid);

- *naziștii* lui Hitler și *comuniștii* lui Stalin, în secolul XX, împreună, au ucis aproximativ 4% dintr-o populație care era de 2,5 miliarde persoane, adică 100 milioane persoane;

- *în China*, după anul 1950, ca urmare a declanșării unui program de industrializare forțată, au fost uciși peste 30 de milioane de chinezi (democid);

- *în URSS*, comuniști ruși au ucis, între anii 1920 și 1930, peste 20 de milioane de concetățeni (democid) în acțiunea de eliminare a proprietarilor și structurilor locale de conducere.

Religia a fost forța motrice a unora dintre cele mai distrugătoare războaie din Europa și din Asia:

- *în Europa*, de exemplu, Războiul de 30 de ani (1618 – 1648), determinat de antagonisme între catolici și protestanți, a devastat cea mai mare parte a Europei Centrale;

- *în Asia*, în rebeliunea Tai-Ping de la mijlocul secolului XIX, inspirată de motive religioase, au murit peste 20 milioane de chinezi.

În cursul războaielor religioase care au avut loc în secolul XX au murit peste 100 de milioane de oameni.

Naționalismul și manifestarea sa brutală a creat și el multe victime. De exemplu, în 1915, în Imperiul Otoman au fost masacrați peste 1 500 000 de oameni;

– în *Pakistan*, în 1971, la separarea acestuia de India, pakistanezii din partea de vest au ucis circa 2 milioane de naționaliști bengalezi din partea de est a Pakistanului (democid).

Un conducător politic sau militar, în general, a influențat destinul unei generații, pe când *creațiile geniilor universale s-au răsfrânt pozitiv asupra tuturor generațiilor care le-au urmat*.

Se pune întrebarea: negăm importanța celor ce au creat, treptat, condițiile apariției gânditorilor și creatorilor de tot felul ? Nu, categoric nu! Dar, din perspectiva prezentului, de la un moment dat, mai importanți devin inginerii și savanții, iar casta militarilor, deși importantă, trece pe planul secund. Reușitele lor depind, astăzi, din ce în ce mai mult de descoperirile oamenilor de știință și de creațiile și invențiile inginerilor.

Pe lângă acțiunile ucigașe ale unor conducători civili, militari sau religioși, periodic reducerea populației s-a datorat bolilor, îndeosebi bolilor incurabile și epidemiilor. De exemplu:

- ciuma (moartea neagră) care a bântuit în Europa între 1346 și 1351, a ucis circa 25 de milioane de oameni (o treime din populația Europei). În următorii 80 de ani, ciuma a revenit cel puțin o dată la opt ani, omorând câte trei pătrimi din populația Europei;

- o tulpină letală și rezistentă a virusului gripei a apărut în 1919. Din cauza refugiului populației de după Primul Război Mondial, gripa a făcut rapid înconjurul pământului, lăsând în urma ei 20 de milioane de morți.

La începutul secolului XX, infecțiile minore sau o răceală mai gravă putea provoca cu ușurință moartea. Speranța medie de viață era de 47 de ani.

Descoperirea unor medicamente, inclusiv introducerea antibioticelor* pe scară largă înaintea celui de-al Doilea Război Mondial, a redus drastic numărul celor uciși de boli. Și toate acestea s-au datorat savanților care au descoperit medicamentele și inginerilor care au contribuit la industrializarea acestora, astfel încât să devină accesibile oricui.

Vaccinurile realizate în secolul XX (pentru combaterea tifosului exantematic, în 1909; pentru combaterea pojarului, în 1954; antipoliomielitic, în 1955; pentru combaterea meningitei, în 1987...), precum și eradicarea unor boli au creat premisele măririi duratei de viață și micșorării numărului celor ce mureau de pe urma acestor boli. De exemplu, variola, o boală gravă care a amenințat viața oamenilor mii de ani, a fost eradicată în 1979.

Odată cu dezvoltarea rapidă a tehnicii, în secolul XIX, au intrat în prim-planul istoriei inginerii. Progresul tehnologic accelerat și creșterea acumulării de cunoștințe științifice în diverse domenii au permis creșterea producției de alimente

* Penicilina, un antibiotic universal, a fost descoperită în 1929 (considerată cea mai importantă descoperire medicală din istoria omenirii). Abia după mai mult de un deceniu a fost realizată tehnologia de fabricare în masă a penicilinei. Pneumonia, cangrena, septicemia, ciuma și multe alte boli cauzate de bacterii au fost înfrânte cu ajutorul penicilinei.

și îmbunătățirea condițiilor de viață, comparativ cu secolele precedente. Ca urmare, s-a produs o adevărată explozie demografică.

La populația lumii, care în anul 1800 era de aproape un miliard, pe parcursul secolului XIX s-a mai adăugat un miliard. În secolul XX, între anii 1900 și 1975, populația lumii s-a dublat din nou, ajungând la circa patru miliarde de oameni, iar în ultimul sfert al veacului XX, populația lumii a crescut, depășind, în anul 2000, șase miliarde (fig. 1.1).

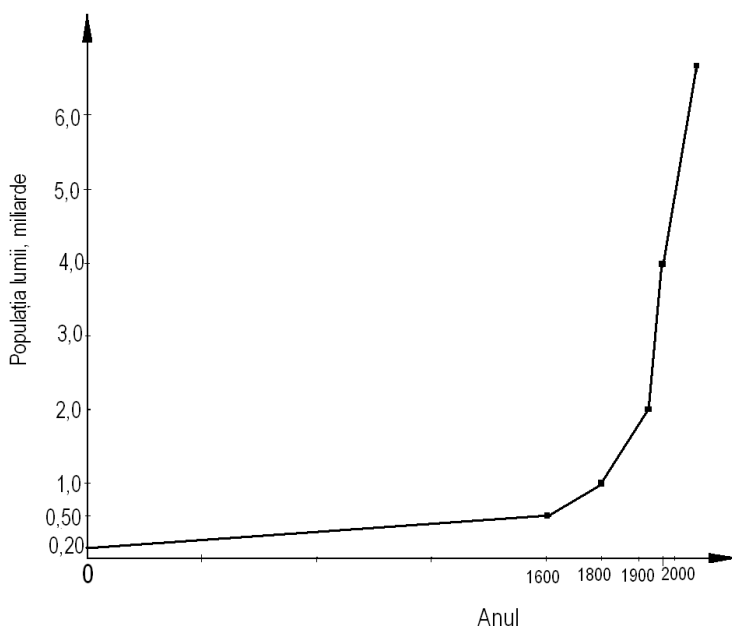


Fig. 1.1. Evoluția demografică aproximativă a populației Terrei, în ultimii 2000 de ani

Creșterea populației este în strânsă legătură cu creșterea numărului descoperirilor, a invențiilor și a produselor industrializate pe parcursul secolului XX, ceea ce a îmbunătățit condițiile de viață și a mărit speranța de viață.

Odată cu inițierea primei revoluții tehnico-științifice din istoria omenirii, după anul 1960, s-au îmbunătățit atât de mult condițiile de viață, încât populația lumii a crescut cu peste 80 de milioane anual.

Descoperirile oamenilor de știință, creația inginerescă și cooperarea, ca nicio dată până acum, între ingineri și oamenii de știință, crearea științelor ingineresti și îmbinarea descoperirii cu creația în inginerie au dus la aceste rezultate neașteptate.

1.3. A sosit momentul unei altfel de abordări a istoriei

Domeniile mari pe care omenirea le-a creat de-a lungul mileniilor și care au fost pline de evenimente sunt: agricultura și creșterea vitelor și a cailor, războaiele de cucerire și asasinările pentru preluarea puterii, creația tehnică, politica, teologia, filosofia, cultura, știința, finanțele și economia (mai recent).

Evoluția, inițial, a unor comunități limitate a fost posibilă prin războaie, cu utilizarea tehnicii timpului, prin manipulare politică și/sau religioasă. Ulterior, și mai ales în prezent, evoluția omenirii este determinată de realizările în plan tehnic, cu utilizarea descoperirilor științifice și a resurselor financiare, asezonate cu manipularea politică și declanșarea de războaie locale.

Până în ultimul sfert al secolului XX, războaiele au fost fie de cucerire (pentru resurse materiale și umane), fie de eliberare. Începând cu ultimul sfert al secolului XX, războaiele importante s-au purtat pentru dobândirea de resurse energetice.

Istoria consemnează, cu multe amănunte, astfel de evenimente și face uneori comentarii ample în legătură cu principalii actori ai acestor evenimente.

Dacă cercetăm istoria lumii, constatăm că totul se raportează la conducătorii diverselor comunități, la războaiele, crimele sau fărdelegile comise de aceștia sau în timpul domniei acestora.

Sunt sistematizate și prezentate în continuare expresiile tipice pentru istoria omenirii, pe care le găsim în aproape toate capitolele acesteia:

- regele X ocupă tronul...;
- moare regele / împăratul X și-i urmează la tron ...Y;
- după evenimentul ... are loc împărțirea imperiului;
- războiul / campania împotriva ...; este zdrobit / înfrânt ... la ... și devine împărat / rege ...;
- asasinarea / detronarea lui ...; noul conducător se urcă pe tron...;..
- cucerește / pierde / recucerește provinciile / țara ...;
- începutul / sfârșitul dinastiei ...;
- se divizează / restabilește unitatea dintre ... și ...;
- capitala se mută / revine la ...;
- se adoptă reformele ... / se acordă privilegii ...;
- regele / statul ... trece la creștinism / mahomedanism / iudaism ...;
- regele / conducătorul ... face apel la ... pentru lupta împotriva ...etc.

Aceste exprimări curente corespund, în mare parte, istoriei de dinaintea epocii contemporane, mai precis perioadei de până la sfârșitul Primului Război Mondial (1918).

Istoria omenirii – așa cum este prezentată adeseori – reprezintă, de fapt, o înșiruire cronologică a unor astfel de evenimente, cu „personalitățile” reprezentative din acest punct de vedere și cu comentarii colaterale mai mult sau mai puțin ample. Se obișnuiește să se spună că, de exemplu, filosoful X a trăit în țara Y, pe timpul împăratului sau regelui Z. De ce așa, și nu invers ?

În vremuri de demult, un număr relativ mic de oameni din populația unei comunități (trib, provincie, țară, imperiu) erau educați și aveau cunoștințele și, în consecință, viziunea necesară unui conducător. Pentru ca pătura de conducători să trăiască bine, într-o epocă în care productivitatea muncii (în general, în agricultură) era relativ mică, era nevoie de mulți sclavi, de oameni care să producă fără pretenții și totul prin muncă fizică. Nivelul de trai al comunității era strâns legat de conducătorul acesteia, care – aproape întotdeauna – era conducătorul militar, iar uneori și conducătorul religios al comunității. Ca urmare, istoria unei comunități și a umanității în ansamblu, prin prisma nivelului ei de trai, era strâns legată de conducător.

Despre acest conducător se discuta, deoarece evenimentele importante erau legate de deciziile și de acțiunile sale; toate acestea erau consemnate cu precădere și transmise din generație în generație. Rareori, până în secolul XX, reușitele unui conducător au fost determinate de realizările tehnice sau științifice ale momentului, iar dacă a fost așa, faptul a trecut neobservat, fiind un caz izolat, un fel de excepție, de „accident” în evoluția unui proces istoric.

Istoria consemnează faptul că utilizarea oglinzilor de către greci pentru incendiarea corăbiilor romane, la sugestia lui Arhimede, a întârziat cucerirea Siracuzei, în anul 212 î.e.n., Și inventarea pompei elicoidale, tot de către Arhimede, pentru evacuarea apei dintr-o navă de război „uriașă” la vremea aceea (225 î.e.n.), utilizată în cel de-al doilea război Punic, pe vremea regelui Hieron al II-lea, au reprezentat episoade importante, dar care nu au determinat schimbări semnificative ale evoluției evenimentelor pe termen mediu și lung.

Pentru prima dată, în Primul Război Mondial (1914 – 1918), tehnica de luptă (tancuri blindate, avioane, mitraliere performante) a dovedit importanța creației ingineresti în desfășurarea unui război, deși faptul în sine n-a fost comentat și nu s-a atras atenția asupra sa.

Însă, prima dată când s-a constatat că, în afara unei decizii politice a unui conducător, mai este nevoie și de tehnică cu efect zdrobitor asupra conștiinței oponenților, a fost în anul 1945, când s-a pus capăt celui de-al Doilea Război Mondial, în care fusese antrenată cea mai mare parte a lumii civilizate a planetei. Savanții și inginerii care au creat bomba atomică au avut practic rolul determinant în asigurarea păcii pentru un lung interval de timp, în zona considerată civilizată a lumii contemporane. Ca o consecință, au fost create complexe militaro-industriale, de fiecare dintre marile puteri de după al Doilea Război Mondial (Statele Unite ale Americii și Uniunea Sovietică).

Pe scena istoriei, în prim-plan, au intrat *inginerii*, inventatorii, cei prin ale căror realizări tehnice s-a putut asigura un nivel de trai superior, decent, nesperat în alte epoci, pentru majoritatea populației. Aceasta a fost posibil pe termen lung în țările al căror nivel de industrializare, realizat în cea mai mare parte prin forțe proprii, depășea o valoare considerată critică.

Prin acțiunile lor, războaie, comploturi etc., conducătorii – reperatele noastre anterioare – distrugeau vieți și rodul muncii multor oameni. La ce ne folosește să cunoaștem perioada în care a domnit cutare sau cutare rege, ce războaie a dus și când a fost înfrânt ? *Ne încărcăm memoria cu datele unei false culturi*. În general, nimeni nu a învățat din evenimentele istorice; fiecare conducător și-a jucat propriul rol, și-a urmat propriul destin; fiecare epocă se caracterizează prin conjuncturi și evenimente diferite, încât atitudinile în fața acestora, în mod necesar, au fost diferite.

Cunoscutul savant Albert Einstein atrăgea atenția asupra următorului fapt: „*Cărțile noastre de școală glorifică războiul și-i ascund ororile*”. Această idee poate fi continuată, adăugând că, în loc de a glorifica pe cei care distrug bunurile societății, viața și liniștea comunităților umane, ar fi mai firesc să-i prezentăm și să-i cinstim cum se cuvine pe creatorii civilizației și pe creatorii culturii.

Inginerii, împreună cu inventatorii și oamenii de știință, reprezintă reperatele societății moderne. Prin munca lor, oamenii de știință descoperă secretele ascunse

ale naturii, pe care inginerii – cu inteligență și imaginație – le utilizează spre a produce bunuri materiale în favoarea societății, a oamenilor, a civilizației. În societatea modernă, rolul conducătorilor s-a diminuat, în schimb a crescut rolul – nerecunoscut încă oficial – al creatorilor de bunuri materiale, de civilizație, de produse și mijloace pentru asigurarea sănătății și a unei mai mari speranțe de viață.

Oare își dau seama inginerii de puterea lor în societatea modernă?

Ce a rămas, pe termen lung, de la atâția regi și împărați câți s-au perindat în istoria lumii ?! Cine își mai amintește de regii care au trăit pe vremea când Ludwig van Beethoven a dat omenirii marile sale creații muzicale, sau pe vremea în care Giuseppe Verdi a creat operele sale nemuritoare, sau în timpul în care Isaac Newton sau James Clark Maxwell au descoperit și formulat legile care le poartă numele, sau pe când Gutenberg a creat tiparul, sau James Watt a creat prima mașină motoare din istoria milenară a omenirii.

În curând vom spune că un anumit rege a domnit pe vremea când savantul X a descoperit sau formulat adevărul Z, sau pe vremea când inginerul sau inventatorul Y a creat sau inventat mașina, dispozitivul sau aparatul care a schimbat reperele civilizației.

Începe să fie din ce în ce mai evident faptul că după secolul al XVIII-lea, adică după crearea primei mașini motoare, mașina cu abur (1781), este necesară o altfel de abordare a istoriei, o inversare a modului de raportare a evenimentelor; raportarea la creatorii de valori, și nu la personaje ajunse referință istorică prin intrigi de palat, grupuri de interese sau, pur și simplu, prin apartenența prin naștere la familia conducătoare.

O parte a societății umane a evoluat de-a lungul mileniilor pe seama celeilalte părți a societății, exploatată sau cucerită și exploatată în favoarea celei dintâi.

Odată cu prima revoluție industrială care s-a petrecut în Anglia, panta evoluției societății și, cu aceasta, panta creșterii bunăstării, a civilizației, a crescut continuu. Secolul XX a fost secolul afirmării evidente a importanței științelor ingineresti în evoluția civilizației și asigurarea stabilității globale.

Simplul fapt că astăzi se recurge la armate de profesioniști, capabili să înțeleagă și să utilizeze un armament din ce în ce mai sofisticat, în locul armatelor care cuprindeau aproape întreaga comunitate validă, este o dovadă a schimbărilor profunde determinate de savanți și de ingineri.

Astăzi, un conducător, oricât de ingenios ar fi, fără avioane, nave maritime în construcție metalică, submarine, tancuri blindate și transportoare, armament ultra-modern, rachete teleghidate, sisteme de transmitere a informațiilor și de conducere operativă, radare, combustibili și uleiuri necesare funcționării motoarelor termice, curent electric, explozibili etc. etc. nu are nicio șansă de a câștiga un război. Și atunci, cui aparțin victoriile, în realitate ? Ele sunt determinate, cu excepția unor greșeli majore ale conducătorilor militari, de înzestrarea tehnică a armatei și de pregătirea factorului uman care utilizează tehnica militară.

Sateți artificiali, navele și navele spațiale, explorarea spațiului cosmic cu astronauți la bordul stațiilor orbitale nu ar fi fost posibile fără inventivitatea, creația și munca a mii de ingineri. Mijloacele de investigare moderne din medicină și biologie sunt toate rodul concepției ingineresti, bazată pe descoperirile științifice.

În acest context este util să amintim cuvintele profesorului Mihail Manoilescu [1]: „*arta inginerului este ceva mai mult decât toate științele care o servesc. Știința dă numai mijlocul de a verifica creațiunile spiritului.*”

Un medic, fiind întrebat: „care este viitorul în domeniul medical”, a răspuns că acesta depinde de progresele din domeniul ingineriei.

Astăzi ne putem imagina cu greu cum va fi viața peste o sută de ani. În schimb, realizările ultimilor o sută de ani, adică ale secolului XX, ne dau dreptul să spunem că acesta a fost *secolul ingineriei*. El a fost precedat de numeroase realizări, începând cu secolul al XVIII-lea, îndeosebi după prima revoluție industrială. Dar toate acestea au fost creațiile inginerilor și inventatorilor, multe secole independente de știință, și abia în ultimii circa 150 de ani, bazate pe descoperirile oamenilor de știință.

În concluziile cărții „100 de personalități din toate timpurile care au influențat evoluția omenirii”, de Michael H. Hart [2], se scrie: „*Cărțile de istorie rezervă un număr mare de pagini dezbaterei evenimentelor politice. După părerea mea, cuceririle științifice au influențat cu mult mai mult lumea contemporană. De aceea, nu dintr-o simplă întâmplare politicienii și liderii militari sunt predominați numeric de către oamenii de știință și inventatori*”.

În legătură cu cele considerate de Michael Hart, trebuie observat că ingineria este de mult considerată știință, iar mulți dintre inventatori au fost ingineri.

Din analiza evoluției bunăstării omenirii se constată că principala forță motrice a progresului în societatea modernă o reprezintă *progresul tehnologiilor*. Pentru îndeplinirea acestui deziderat sunt necesare resurse umane și materiale, alocate eficient. Prin progres tehnologic, în acest context, se înțelege îmbunătățirea continuă a tehnologiilor existente și realizarea de străpungeri tehnologice bazate pe idei și creație tehnică. La originea progresului tehnologic se află creațiile inginerilor bazate pe știință. Importanța inginerilor pentru societate, atât în prezent cât și în viitor, este evidentă, căci ei au fost, sunt și vor fi prezenți prin realizările lor, pe drumul ascendent al civilizației omenirii.

1.4. Arta, știința și ingineria

Pentru un literat sau un artist, în general pentru un om al artei, câmpul creației este nesfârșit. Este un continuum tridimensional; se extinde infinit în suprafață, ca și în profunzime. Oriunde își fixează artistul vârful creionului, penelului etc., poate crea ceva nou și neobișnuit. Dacă locul respectiv a mai fost „punctat” anterior, noul om de artă se poate deplasa în profunzime, oricât de mult. Creația lui depinde de epocă, de modă, de nivelul civilizației și, în mare măsură, de el însuși: de impactul naturii asupra psihicului său, de răspunsul propriu la acțiunea mediului natural sau a societății. În creația artistică, elementele subiective au cea mai mare pondere. Din aceste motive, creația artistică autentică este irepetabilă, deoarece indivizii care o practică sunt irepetabili.

Interpretarea creației artistice și aprecierea ei sunt profund subiective; depind de cultura și de viziunea fiecărui privitor.

Pentru un om de știință, câmpul creației autentice este limitat; el este punctual. O lege sau un principiu al naturii reprezintă adevăruri fundamentale,

independente de epocă, modă sau subiect. Pentru a le descoperi, omul de știință trebuie să-și „așeze” vârful creionului într-un anumit punct din spațiul creației și numai în acel punct. În multe alte puncte – în suprafață sau în profunzime – pot ajunge mulți, dar strict în „punctul” care conține legea, principiul, fenomenul, într-un cuvânt descoperirea, nu ajunge decât omul de știință adevărat. O lege a naturii sau un principiu conține adevăruri naturale unice; ele depind de subiect numai prin formularea enunțului, și nu prin ceea ce exprimă de fapt.

Iată deosebiri profunde dintre omul de știință și artist. Creația primului reprezintă exactitate și adevăr unic, pe când creația celui alt reprezintă o variantă posibilă dintr-o dispersie infinită, iar succesul ei este subiectiv.

Legea gravitației, de exemplu, este unică. Înainte ca Isaac Newton s-o descopere, ea era „ascunsă” în imensitatea spațiului.

„Pietă” a lui Michelangelo este una dintre, poate, sutele de sculpturi pe această temă. Ideea lui Michelangelo de a-l prezenta pe Iisus la vârsta răstignirii în brațele mamei sale cu chip de tânără fecioară a impresionat, mai mult chiar, a șocat privitorul și i-au asigurat creatorului eternitatea. O altă sculptură cu aceeași temă care – poate – va fi realizată peste secole, dacă va întruni elogiile privitorilor, ar putea face ca „Pietă” a lui Michelangelo să fie uitată, așa cum s-a întâmplat cu multe alte sculpturi realizate anterior.

Dar legea gravitației rămâne aceeași peste veacuri, independent de generațiile care vor mai veni. Este adevărat că legea gravitației, dacă nu era descoperită de Newton, ar fi fost descoperită ulterior de un alt om de știință și aceasta deoarece ea este unică. „Pietă” sau „Moise”, sculptate de Michelangelo, nu puteau fi realizate de nimeni altul, tocmai ca urmare a diversității ființelor umane și unicității geniului lui Michelangelo.

Creația științifică este izvorâtă din unicitatea obiectului creației, pe când creația artistică provine din diversitatea creatorilor și nemărginirea spațiului creației.

Inginerul conferă utilitate și siguranță construcției, pe când arhitectul îi adaugă frumusețe. Până în 1795, absolvenții școlilor de *belle arte* din Franța erau și ingineri și arhitecți. În 1795, Napoleon Bonaparte a separat arhitectura de inginerie, prin crearea a două școli distincte: *Școala de inginerie* și *Școala de arhitectură*.

Creatorii în inginerie și în artă se aseamănă prin aceea că aduc pe lume noul util și, respectiv, noul frumos. Creațiile lor se măsoară însă cu unități de măsură diferite. După cum nu putem compara masa cu timpul, tot așa nu este comparabilă creația științifică sau inginerească cu creația artistică. Una se referă la util și obiectiv, iar cealaltă, la frumos și subiectiv.

Inginerii, pe baza descoperirilor oamenilor de știință, cu utilizarea – în prezent – a științelor ingineresti, creează materiale, tehnologii, mașini, aparate, unelte, instalații, poduri, baraje, clădiri etc., într-un cuvânt, bunuri materiale utile societății, care contribuie la creșterea gradului de civilizație al omenirii. În ultimele decenii, pe lângă utilitate, creațiilor lor tehnice li se conferă și frumusețe, printr-un design potrivit, în concordanță cu scopul și destinația produsului respectiv. În esență, mașina, aparatul, dispozitivul etc., rod al creației ingineresti, trebuie să-și îndeplinească în siguranță deplină rolul funcțional pentru care au fost concepute, pe o durată determinată. Aici nu este loc de interpretări subiective; funcționează, sau nu! În mod obișnuit admirăm aspectul unui produs tehnic numai dacă își îndepli-

nește rolul pentru care a fost conceput. În caz contrar, aspectul nu are nicio importanță.

Oamenii de artă au creat pornind de la natură sau de la unele scrieri precum Biblia, mitologia etc. Sunetele existau înainte de-a fi fost clasificate și ordonate pe portativ. Genialitatea și unicitatea unor creatori de muzică au constat în îmbinarea sunetelor (notelor muzicale), a intensității și duratelor acestora, a ritmurilor etc. Genialitatea unor sculptori sau a unor pictori a rezultat din reprezentarea fizică, adesea surprinzătoare, a unor idei, a unor imagini preexistente sau a unora proprii. În cazul pictorilor, în afara reprezentării și îmbinării formelor un rol important îl au utilizarea și combinarea culorilor. Creațiile literare (proză, poezie, teatru...) se bazează pe erudiția și imaginația autorului, pe reprezentarea și combinarea interacțiunilor dintre oameni sau dintre aceștia și natură etc. Succesul lor stă adesea în modul de exprimare, în alegerea celor mai potrivite cuvinte, în acord cu epoca, atmosfera generală, cu sentimentele, gândurile sau atitudinile pe care urmează să le sugereze.

În artă s-au constituit, de-a lungul timpului, diverse curente de opinie și de moduri de reprezentare a naturii, a omului, a unor evenimente. În general, nu s-a adăugat cunoaștere, cu alte cuvinte artele – ele însele – nu au evoluat în profunzimea lor, baza ideatică proprie nu s-a schimbat esențialmente odată cu trecerea timpului, așa cum s-a petrecut în știință și în tehnică. S-a modificat, în schimb, modul de reprezentare a aceleiași imagini. Astfel, în pictură, ca și în sculptură, până în secolul al XIX-lea, reprezentarea persoanelor, a peisajelor etc. se făcea întocmai, cu toate amănuntele (metoda academistă).

Ulterior s-a ajuns, întâi la reprezentarea estompată a realității, fără contururi precise, la deformări expresive ale realității și culori vii (de exemplu, impresioniștii), după care a urmat reprezentarea deformată, uneori până la urâtirea frumosului natural (Picasso etc.), pentru ca apoi să se ajungă la simplificarea reprezentării până la a sugera esența elementului reprezentat (de exemplu, „Pasărea măiastră” a lui Constantin Brâncuși).

Oricare dintre aceste variante are o frumusețe aparte, care o caracterizează și-i conferă unicitate.

În schimb, în tehnică, inginerul concepe și realizează obiectul după criteriul utilității, cu forme și cu mișcări determinate, pe baza unor legi, principii sau teorii științifice precise, în general, fără alternative în ceea ce privește rolul său funcțional. Ceea ce admite variațiuni pe o temă dată, sunt, eventual, forma și estetica obiectului creat.

Înainte de epocă contemporană au fost realizate invenții tehnice care au avut o influență esențială asupra societății și, ulterior, asupra științei, însă fără niciun aport al științei acelor timpuri. Iată trei exemple din Evul Mediu [4]:

– *inventarea ochelarilor* (în Italia, în jurul anului 1285) a fost posibilă în urma progreselor în fabricarea sticlei, a realizării ei de o transparență aproape perfectă. Tot în Italia, în 1590, a fost inventat telescopul, în care mai multe lentile erau „așezate una după alta”, fără a avea o bază teoretică pentru aceasta. Abia peste trei secole de la inventarea lentilei pentru ochelari (întâi lentila biconvexă, care mărește obiectul privit, și după două secole – lentila biconcavă) acestea au fost studiate de către fizicieni. Gândirea științifică era în urma invenției tehnice;

– *inventarea orologiului sau a ceasornicului* s-a făcut independent de gândirea științifică teoretică, dar a servit apoi cercetărilor științifice. Primele ceasornice au fost cele cu apă sau cu nisip (clepsidrele), în Egiptul Antic, apoi cadranul solar și, ulterior, ceasornicul mecanic cu greutate, inventat în Europa (1320). Fără posibilitatea măsurării scurgerii timpului nu ar fi fost posibile progresele ulterioare ale mecanicii și, în general, ale fizicii;

– *inventarea tiparului*, ultima și cea mai de preț invenție a Evului Mediu (de către Johann Gutenberg, la 1440). Până în anul 1500, tiparul se răspândește în toată Europa. Renașterea (mișcarea de recuperare a cunoștințelor din Antichitate) s-a răspândit grație tiparului. Tiparul a avut o importanță incomensurabilă, atât pentru progresul cercetărilor științifice cât și pentru viața culturală, între altele și deoarece a crescut enorm numărul celor care puteau beneficia de o carte, al celor care aveau acces la instrucție, la cultură. Datorită tiparului, după circa 100 de ani s-a produs *prima revoluție științifică* din istoria omenirii (1543). Tiparul reprezintă și el un exemplu elocvent al unei invenții tehnice realizate fără concursul prealabil al cercetărilor științifice fundamentale, dar care a contribuit considerabil la dezvoltarea tuturor ramurilor științei.

Ingineria a fost, inițial, o profesie cu caracter militar, după care a devenit precumpănitor o profesie civilă. Întotdeauna inginerul a avut o atitudine activă în legătură cu obiectul muncii sale, atât în etapa în care ingineria era meșteșug, cât și în prezent, când, după începutul secolului XX, a devenit știință ingierească.

Activitatea inginerului se desfășoară în legătură cu fabrica, industria. Evoluția tehnologică de după prima revoluție industrială a impus creșterea numărului celor știutori de carte. În cea mai mare parte a istoriei omenirii au existat foarte puțini oameni care cunoșteau alfabetul: rareori procentul lor depășea 5%. În secolul al XIX-lea, în jur de 50% din populația țărilor industrializate era alfabetizată, iar în prezent procentul se apropie de 100%. Și acest aspect al societății se datorește dezvoltării tehnicii din ultimele două secole.

Acum, după încheierea secolului XX, puțini își mai amintesc cât de diferit arăta lumea înainte de inventarea automobilului, regele transporturilor în secolului XX, de inventarea autobuzului și camionului, variante ale automobilului, care deservau pe toată lumea. Și toate acestea se datoresc în totalitate ingineriei.

Până în jurul anului 1940, oamenii de știință au avut, în general, o atitudine contemplativă. Odată cu crearea premiselor fabricării bombei atomice și industrializării rezultatelor unor descoperiri științifice, o parte a oamenilor de știință a adoptat o atitudine activă, alăturându-se echipelor de ingineri.

Capacitatea inginerilor și inventatorilor (majoritatea lor, ingineri) de a transforma marile descoperiri științifice în aplicații practice, utile oamenilor, poate fi considerată cea mai importantă revoluție a secolului XX.

Approape fiecare secol din istoria omenirii a avut câteva genii științifice, dar, din cauza lipsei unor cunoștințe ingierești elementare, puține dintre ideile acestora au fost transpuse în practică. Și mai puține dintre ele s-au transformat în produse de serie, astfel ca tot mai mulți oameni să poată beneficia de ele, deoarece nu exista nici posibilitatea tehnică, nu existau nici oameni capabili să fabrice piesele necesare, să le asambleze, dar să și conducă întregul proces de producție. Odată cu dez-

voltarea ingineriei, începând cu secolul al XIX-lea, toate acestea au devenit posibile.

Progresele din domeniul ingineriei au furnizat oamenilor de știință ai secolului XX „uneltele” de care aveau nevoie pentru a realiza următoarele lor descoperiri, ceea ce a condus la numeroase progrese științifice, nemaiîntâlnite în istoria omenirii.

Se poate afirma, fără niciun dubiu, că civilizația contemporană este rezultatul invențiilor și creațiilor tehnice, bazate pe ingeniozitatea tehnică a multor ingineri, tehnicieni și inventatori geniali. Societatea modernă, aflată într-o continuă transformare, își datorește dinamica evoluției, nivelul ei de civilizație, uluitoarelor creații ingineresti care au pus în practică marile descoperiri ale științei.

Bibliografie

1. *** *Școala Politehnică „Regele Carol II”, București*. Anuar pentru anul școlar 1931-1932, Imprimeria Centrală, București, 1933.
2. **Hart, M. H.** *100 de personalități din toate timpurile care au influențat evoluția omenirii*. Editura Lider, București.
3. **Angelsdorf, Wilhelm von.** *Secolul XX, secol al minciunii dirijate*. Editura Sanuzdat.
4. **Drimba, O.** *Istoria culturii și civilizației*. Vol. 6, Editura Saeculum I.O. & Vestala, București, 1998.
5. **Helemans, A., Bunch, B.** *Istoria descoperirilor științifice*. Editura Orizonturi, Editura Lider, București, 1983.
6. *** *LAROUSSE, Cronologie universală*. Editura LIDER, București, 1997.

2

DE LA CONTEMPLARE ȘI DESCOPERIRE LA ACȚIUNE, CREAȚIE ȘI SCHIMBARE

2.1. Introducere

Oamenii de știință *au privit* cerul cu ochiul liber, apoi cu telescopul și au examinat evoluția Lunii, a planetelor și sateliților acestora. Inginerii și inventatorii *au creat* rachetele interplanetare și modulele lunare, stațiile extraterestre, navele spațiale, materialele și dispozitivele pentru activitatea în spațiul cosmic, submarinele și batiscafele pentru cercetarea adâncurilor mărilor și oceanelor, motoarele, diversele platforme industriale, centralele electrice și multe, multe altele.

Fiecare dintre aceste activități s-a dovedit utilă, doar că una este contemplativă și duce la descoperiri, pe când cealaltă este activă, creatoare și a adus omnia din epoca pietrei la civilizația contemporană.

În general, acestea sunt deosebiri esențiale dintre oamenii de știință și ingineri.

Oamenii de știință descoperă adevărurile ascunse ale naturii și adaugă noi capitole culturii științifice a umanității, pe când inginerii și inventatorii, cu imaginație și muncă asiduă, creează procedee, tehnologii și obiecte materiale care adaugă noi trepte pe scara civilizației, ceea ce determină schimbări în evoluția societății și în modul nostru de viață.

Un dicton spune *Erudire e creare*. Timp îndelungat în trecut, mulți învățați erau doar erudiți și numai unii dintre ei au pus în evidență – prin descoperiri – fapte noi. Întâi, inventatorii, în general neerudiți, au creat produse noi, inexistente în natură.

Ulterior, mai aproape de zilele noastre, inginerii – cu o erudiție științifică adecvată epocii în care au trăit – au creat numeroase produse tehnice. În ultimul secol aceasta s-a produs într-un ritm amețitor.

Munca și creația sunt atributele inseparabile ale ingineriei, care, transformându-se în rezultatele sperate, dau inginerului bucurii și satisfacții profesionale rar întâlnite.

Creatoarea de artă Margareta Sterian (pictoriță, poetă, romancieră) spunea: „*Nu cunosc har care să întrecă splendoarea creației și binecuvântarea muncii*”.

Ca și creatorii de artă, inginerii sunt creatori, dar de civilizație; creația lor se inițiază prin imaginație, se bazează pe știință și se desăvârșește prin muncă.

2.2. Revoluțiile industriale și valurile schimbărilor

Invenția, în sens larg, nu poate fi separată de activitatea adevăratului inginer, deoarece inginerul gândește, proiectează și realizează tehnologii noi, unelte, aparate, dispozitive, mecanisme, mașini etc. care nu au corespondent în natură; le *inventează*. Chiar și atunci când transpune de la scara de laborator la cea industrială un

procedeu, o tehnologie, o mașină sau un aparat, munca lui înseamnă creație, deseori asemănătoare invenției.

Creațiile tehnice din epoca paleolitică aparțin *inventatorilor primitivi*, ale căror realizări s-au bazat îndeosebi pe intuiție și pe destul de puține cunoștințe rezultate din observarea naturii, transmise pe cale orală din generație în generație.

Cu aproximativ 10 000 de ani în urmă (în mileniul VIII î.e.n.), oamenii au făcut primul mare pas tehnologic, prin domesticirea animalelor și cultivarea plantelor, ca urmare a sedentarizării populației și apariției primelor “sate agricole” (9000 î.e.n.) S-a produs ceea ce în prezent denumim (fig. 2.1) *revoluția neolitică* sau *revoluția agricolă* ($\Delta t_{cr,1} = 7000 - 8000$ î.e.n.). După această etapă din istoria omenirii au început evoluții importante în domeniile astronomiei, materialelor și tehnologiei [1].

Revoluția agricolă poate fi considerată ca punctul zero al evoluției omenirii pe calea civilizației; o vom denumi *revoluția industrială zero*.

*

* *

După unele surse istorice [2], înainte de civilizațiile greacă și egipteană, s-a revărsat asupra Europei o civilizație morală și materială mai veche, cea a pelasgilor, numiți și traci, geți, sciți, daci [3].

Imperiul Pelasg, întemeiat cu circa 32 000 de ani înainte, a avut centrul cultural și politic în Carpații Meridionali, pe platoul cuprins între arcul Carpaților și Munții Apuseni; Transilvania de azi. O parte din învățații din Atlantida, înaintea scufundării acesteia, au plecat și au ajuns pe meleagurile carpatice, unde au găsit o populație numeroasă. Populația din Carpați, crescută și educată în cultura atlantică, a dat naștere națiunii carpato-atlantice. Carpato-atlanții erau numiți de scriitorii greci din vechime, pelasgo-arimi și hiperborei [2].

Pelasgii sunt considerați autorii culturii neolitice din Europa, sudul Asiei și nordul Africii, ca urmare a migrării triburilor carpato-atlanților. Ei i-au învățat pe oameni să domesticească unele animalele (porci, capre, vite, cai), să formeze turme de oi, să-și facă haine din piei de oaie, să prelucreze lemnul, să fabrice cărămizi, să ridice case și cetăți; au întemeiat astronomia, au inventat scrisul și au întocmit calendarul solar anual [2]. Dacă se confirmă aceste scrieri, atunci impulsul inițial al dezvoltării civilizației nu se datorește revoluției agricole, ci învățaturii însoțite de la pelasgi.

*

* *

În figura 2.1 sunt înscrise unele dintre cele mai importante realizări ale omenirii, din paleolitic până în prezent.

Se constată că unele invenții sau realizări tehnice importante au trecut dintr-o zonă geografică în alta, uneori cu foarte mare întârziere.

În secolul I î.e.n., în China a fost inventat lanțul pentru transmisii, care va ajunge în Europa după aproape 1450 de ani (în 1430 e.n.). În jurul anului 100 î.e.n., chinezii au inventat manivela, pentru a pune roțile în mișcare; după aproape o mie de ani, manivela este cunoscută și în Europa (830 e.n.). Același lucru s-a întâmplat și cu hârtia pe bază de fibre vegetale fabricată în China, în anul 105 e.n., iar în Europa, treisprezece secole mai târziu etc.

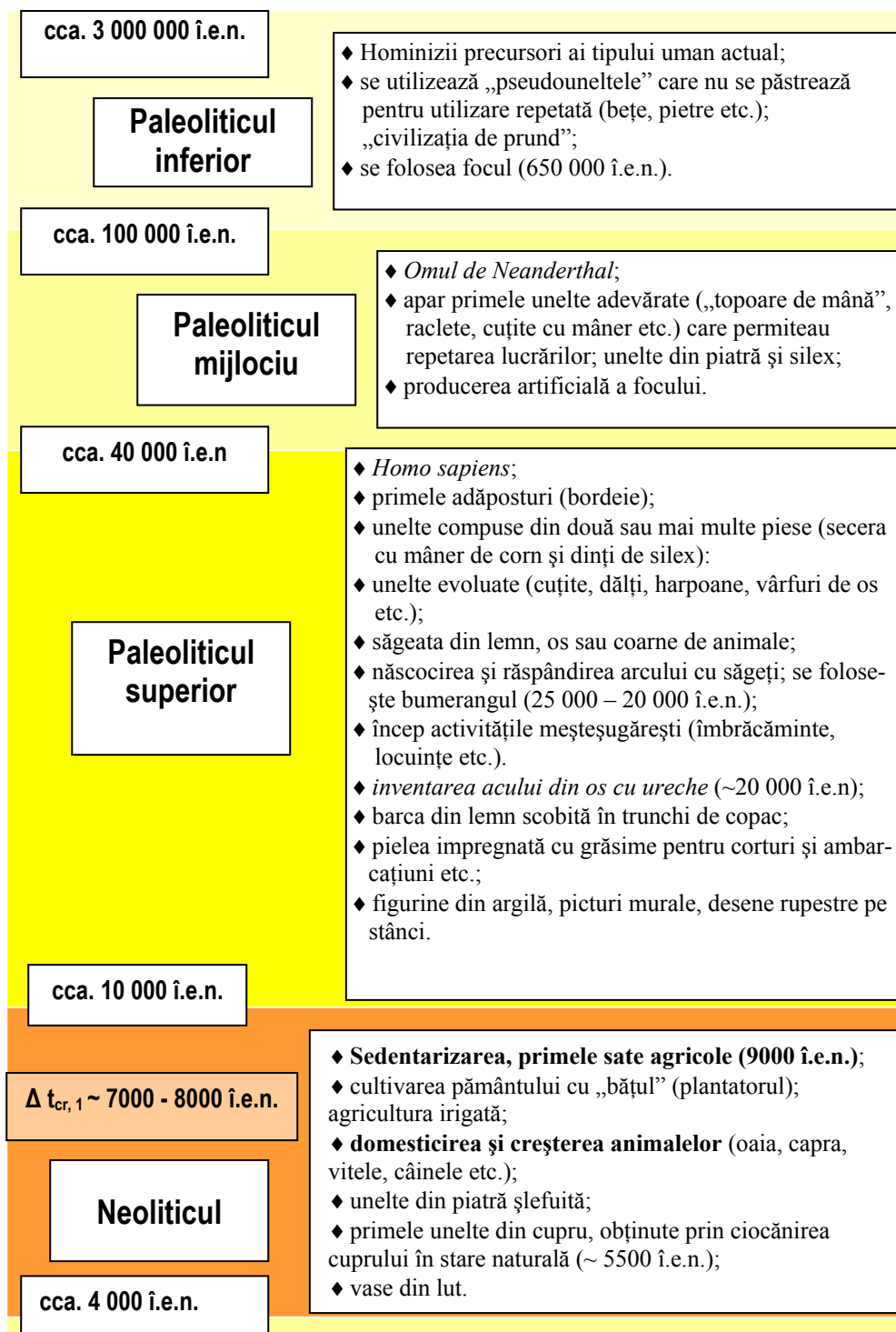


Fig. 2.1. Cronologia celor mai importante realizări ale omenirii, de-a lungul existenței cunoscute a acesteia

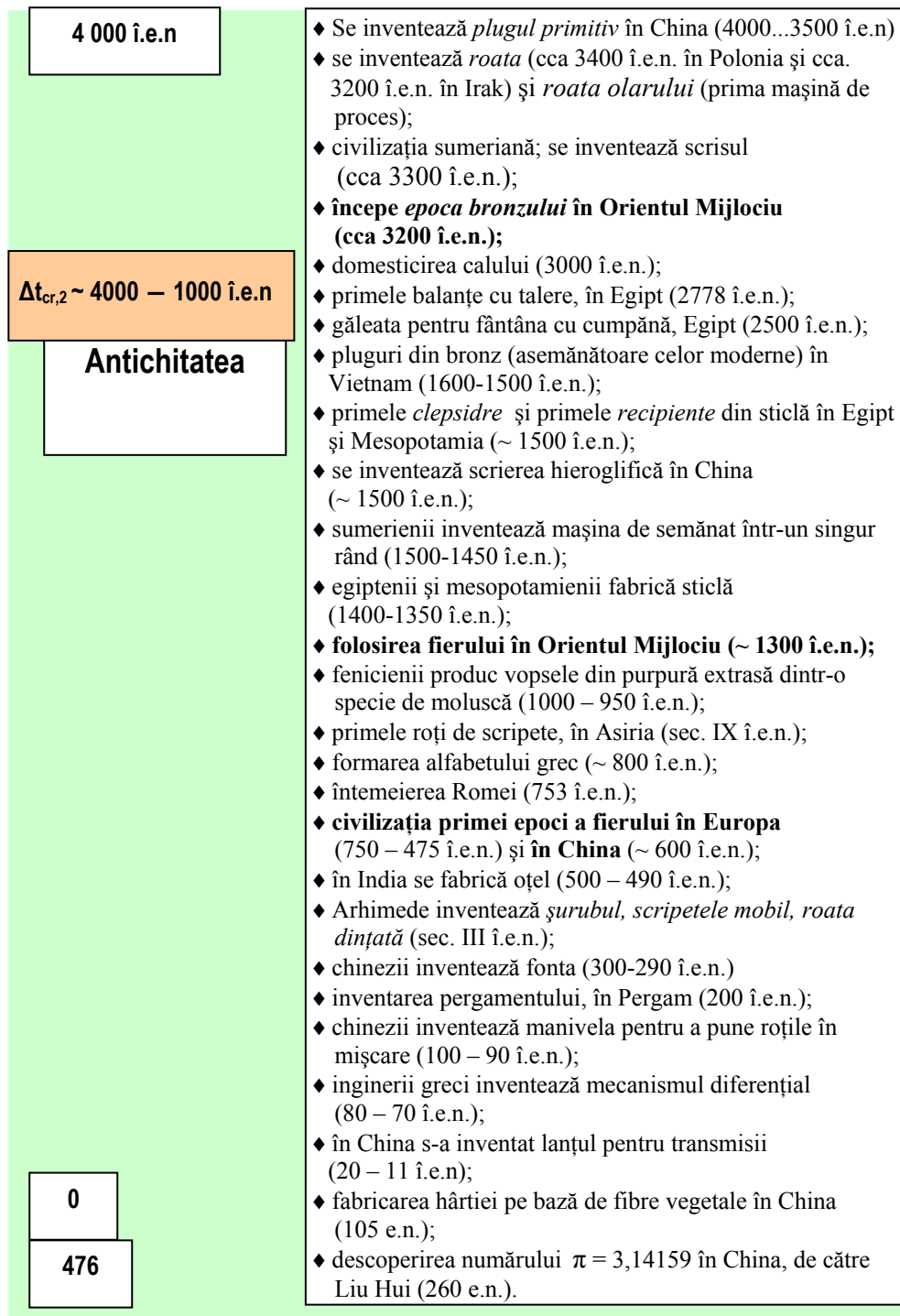


Fig. 2.1. Cronologia celor mai importante realizări ale omenirii, de-a lungul existenței cunoscute a acesteia (continuare)

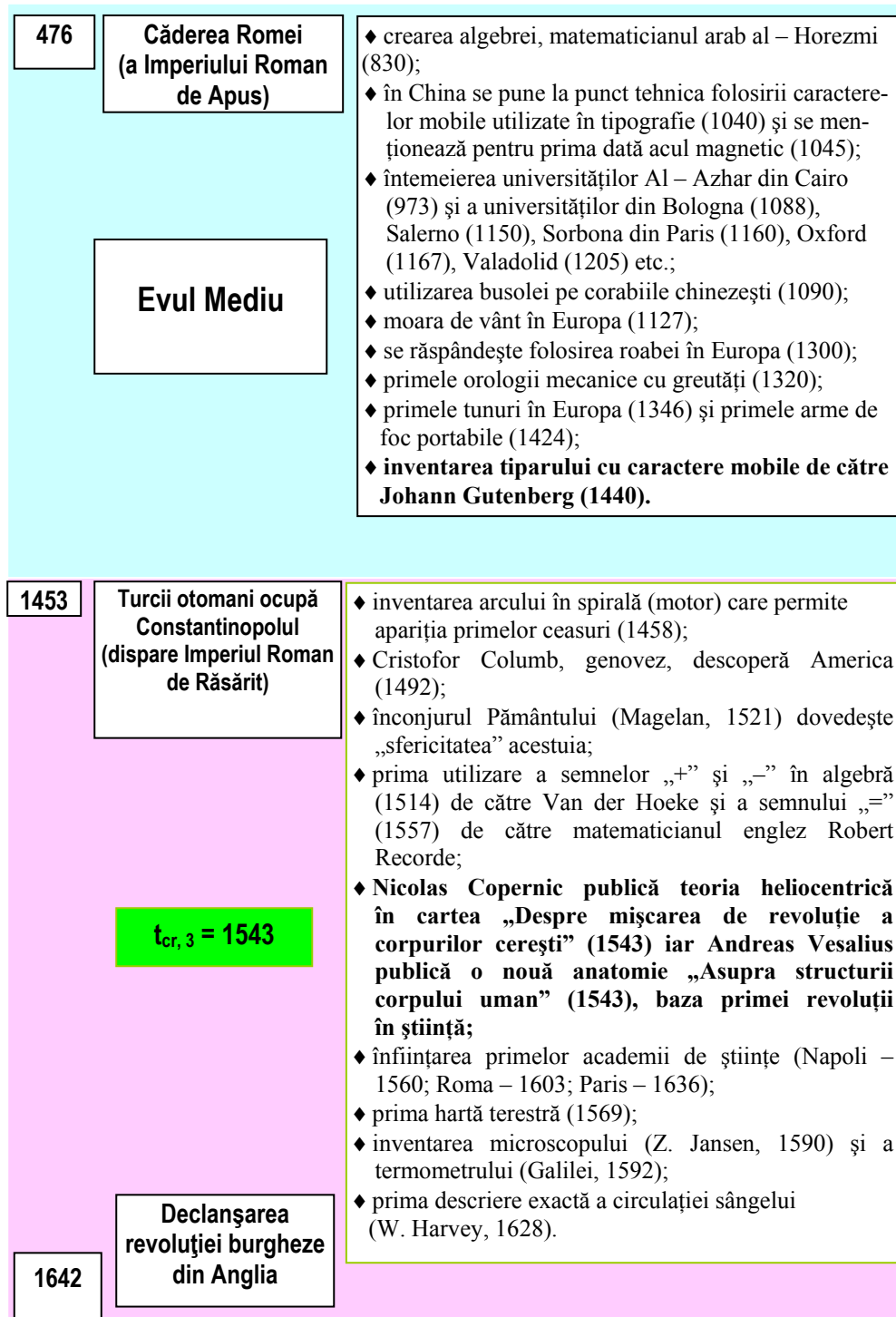


Fig. 2.1. Cronologia celor mai importante realizări ale omenirii, de-a lungul existenței cunoscute a acesteia (continuare)

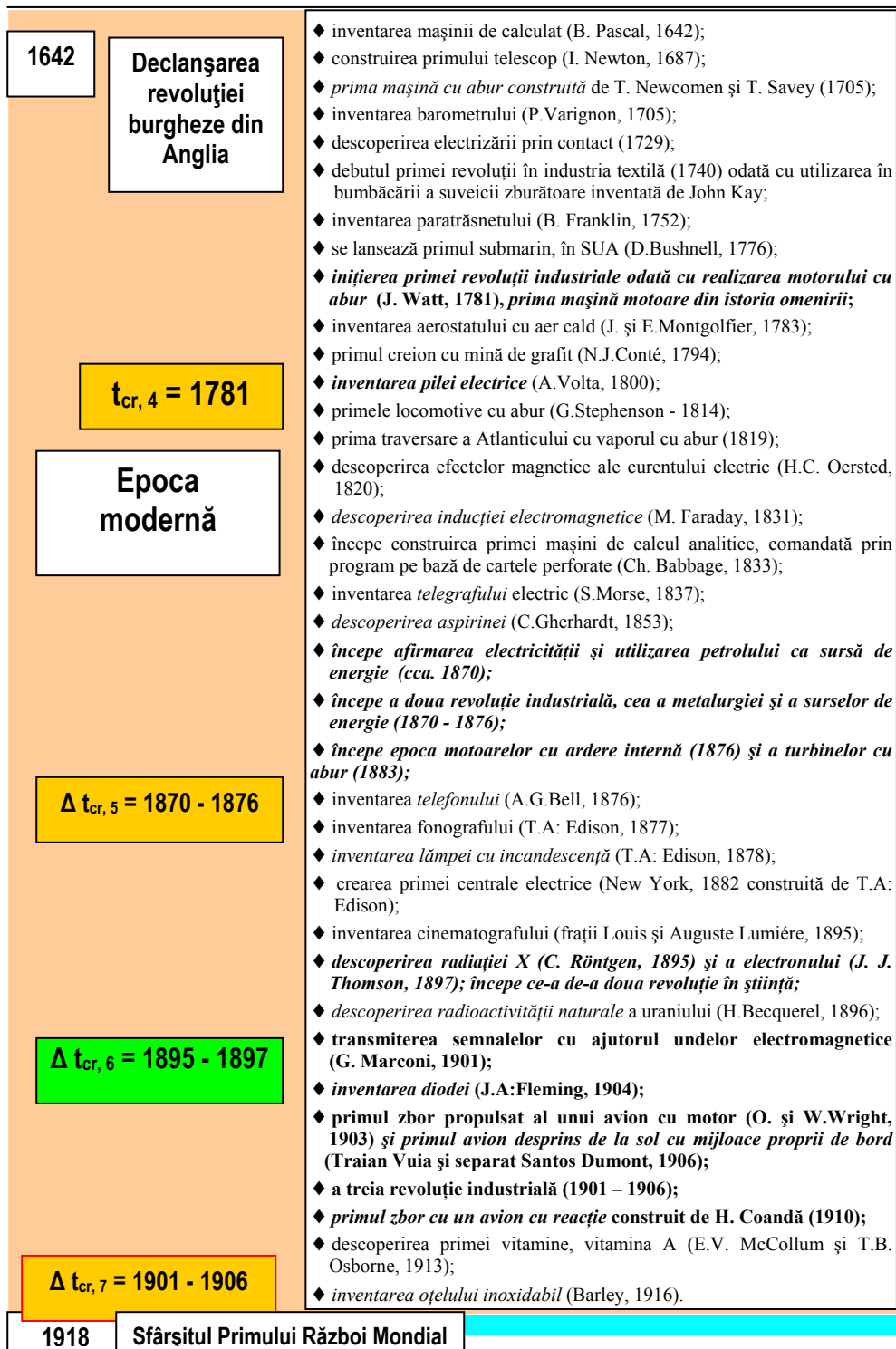


Fig. 2.1. Cronologia celor mai importante realizări ale omenirii, de-a lungul existenței cunoscute a acesteia (continuare)

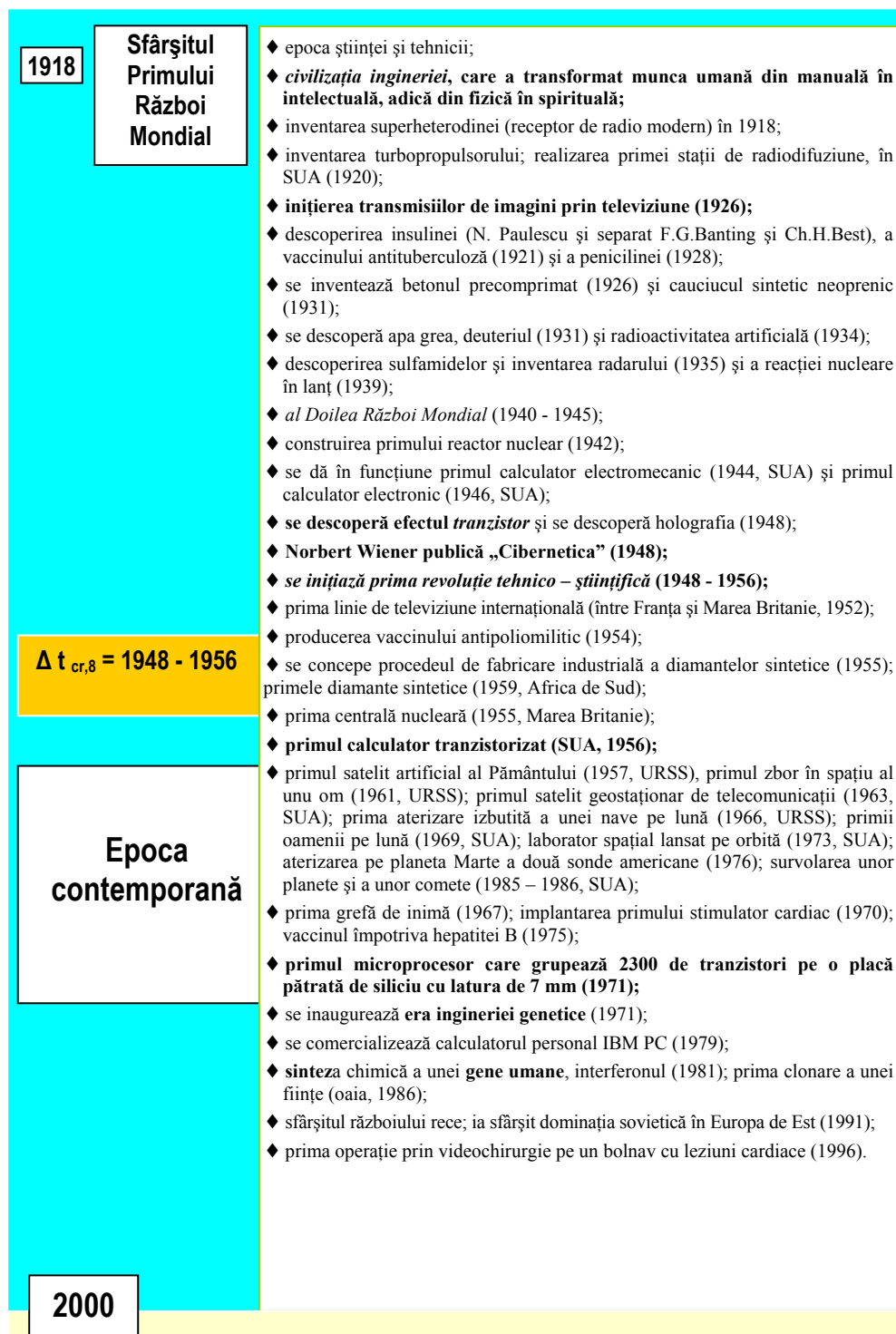


Fig. 2.1. Cronologia celor mai importante realizări ale omenirii, de-a lungul existenței cunoscute a acesteia (continuare)

De-a lungul existenței omenirii au avut loc câteva evenimente importante, care au determinat în anii următori schimbări majore în concepția oamenilor sau în nivelul lor de trai. Aceste evenimente sunt cunoscute ca revoluții, și anume: revoluția neolitică sau agricolă (mileniul VIII î.e.n.); trecerea de la epoca pietrei la epoca metalelor (mileniul IV – II î.e.n.); debutul primei revoluții în știință (1543); inițierea primei revoluții industriale (1781); inițierea celei de-a doua revoluții industriale (1870 – 1876); inițierea celei de-a doua revoluții în știință (1895 – 1897); debutul celei de-a treia revoluții industriale (1901 – 1906) și inițierea primei revoluții tehnico-științifice (1948 – 1956).

Deși apariția științei s-a produs în jurul anului 600 î.e.n., pe când originea tehnicii se pierde în noaptea preistoriei, știința și tehnica s-au dezvoltat aproape independent, până în a doua parte a secolului al XIX-lea.

În Antichitate și în Evul Mediu, de exemplu, se considera că menirea științei este contemplarea esențelor, și nu acțiunea, cu utilizarea fenomenelor descoperite pentru a produce obiecte artificiale. Aceasta era una dintre cauzele pentru care știința tradițională nu putea fi legată de tehnică.

Apropierea științei de analiza și matematizarea fenomenelor a început în secolul al XVII-lea, în etapa desăvârșirii primei revoluții în știință, când, cu aportul unor oameni de știință deveniți celebri (Galileo Galilei, Johann Kepler, Isaac Newton) s-a atenuat opoziția dintre lumea cerească și cea terestră, fapt care a deschis calea către apropierea dintre știință și tehnică.

În secolul al XVIII-lea, în Anglia, s-a produs apropierea dintre știință, tehnică și industrie. Aceasta marchează, în secolul al XIX-lea, un nou început: trecerea de la etapa în care știința avea mai mult de învățat de la industrie, la o etapă în care industria se va baza aproape în întregime pe știință.

Cu toate acestea, *contribuția directă a științei la progresul tehnicii* din secolul al XVIII-lea și *la declanșarea primei revoluții industriale* (1781) a fost minoră.

În schimb, *știința a avut o contribuție indirectă* la progresul tehnicii și al industriei prin învățământ, prin educarea în spirit științific, prin disciplinarea spiritului creator al tinerilor, dintre care unii au devenit inventatori și/sau ingineri. Prin aceasta s-a trecut de la tehnica tradițională, preponderent empirică, la tehnica bazată pe gândirea educată în spirit științific.

Inginerul James Watt, inventatorul primei mașini motoare, *mașina cu abur*, care stă la originea declanșării primei revoluții industriale, avea cunoștințe științifice și a beneficiat de spiritul științific de la Universitatea din Glasgow, unde lucra. El n-a pornit însă de la principiile științei pentru a-și realiza invenția. Termodinamica s-a constituit în secolul al XIX-lea, pornind de la această invenție.

Dezvoltarea rapidă a societății în țările civilizate, creșterea continuă a nivelului de trai, care a ajuns, în prezent, la o cotă nemaîntâlnită și nesperată, de care beneficiază o foarte mare parte a populațiilor din țările industrializate, s-au datorat transformărilor profunde pe care le-a generat tehnica după prima revoluție industrială.

Anterior apariției primei mașini motoare, acționarea diverselor mașini, dispozitive etc. se făcea cu precădere de către animale sau oameni (considerate motoare vii sau animate) și numai în mod excepțional cu utilizarea energiei vântului sau a

apei („morile de vânt” sau „roțile de apă”). Din acest motiv, dezvoltarea industriei s-a făcut lent. Abia după construcția și utilizarea pe scară largă a mașinilor motoare, producția industrială a înregistrat o creștere fără precedent.

Inventarea motorului cu combustie internă (de către inginerul german Nikolaus August Otto, în 1876), a motorului de curent electric alternativ, cu câmp magnetic rotitor (de către inginerul Nicolae Tesla, în 1883) și a turbinei cu abur (de către inginerul suedez Gustave de Laval, în 1883) au adăugat noi mașini motoare, principial diferite de motorul cu abur al lui James Watt. Aceste motoare, împreună cu posibilitatea transmiterii la distanță a curentului electric, toate creații ale unor ingineri geniali, au reprezentat *baza celei de-a doua revoluții industriale*.

Înainte de anul 1781, oamenii aveau în fapt o singură sursă de acțiune asupra mediului; aceasta era de natură *mecanică*. După 1781, până la inițierea celei de-a doua revoluții industriale, pe lângă sursa mecanică s-a adăugat și o sursă de *acțiune de natură termică* (motorul cu abur). După 1870, s-au mai adăugat o *sursă de natură termochimică* (motorul cu ardere internă) și una de *natură electromagnetică* (motorul electric).

Totodată, pe un alt plan, cel al transformării materiei, după anul 1850 s-a adăugat capacitatea celor instruiți de a obține substanțe noi, unele inexistente în natură, dar pornind de la materii prime naturale. S-a creat *chimia*, o nouă „sursă” de acțiune asupra mediului.

Secolul XX a debutat cu cea *de-a treia revoluție industrială*, care a adus cu sine transmiterea semnalelor cu ajutorul undelor electromagnetice și începutul industriei electronice și a continuat cu debutul *primei revoluții tehnico-științifice*, caracterizată prin descoperirea efectului tranzistor, crearea tranzistorilor, revoluționarea informaticii și automatizarea totală a uzinelor, mașinilor etc.

În secolul XX, acțiunea omului asupra naturii s-a făcut la nivele mai „subtile” decât în secolele precedente. Practic, s-a trecut de la acțiunea la nivel macroscopic (mecanică și termică) și de la cea de la nivel molecular (chimică) la acțiunea la nivel atomic (electromagnetic, electronic) și nuclear. În acest secol, marile invenții și realizări tehnice au fost rodul muncii și imaginației inginerilor. *Secolul XX a fost un secol al invențiilor, iar acestea au aparținut îndeosebi inginerilor*. Invențiile au devenit parte integrată a culturii, odată cu secolul XX, când acceptarea noului a devenit și ea un fapt obișnuit, care ne-a schimbat viața. De exemplu, mii de invenții, de relativ mai mică anvergură, au permis să se ajungă de la automobilul de la începutul secolului XX la cel de la începutul secolului XXI. Automobilul, în continuă schimbare, ne-a schimbat – la rândul său – cel mai mult stilul de viață.

Din examinarea figurii 2.1 și din cele prezentate anterior se desprinde esența celor *trei mari valuri de schimbare* din istoria omenirii, puse în evidență de Alvin Toffler [4].

Primul val al schimbării corespunde etapei de după *revoluția neolitică sau revoluția agricolă* și se referă la trecerea de la economia „prădătoare” la economia „producătoare”, bazată pe cultivarea plantelor și creșterea animalelor.

Primul val s-a aflat la începutul perioadei istorice marcate de trecerea de la epoca pietrei la epoca metalelor. Acestea, împreună cu revoluția agricolă, au creat gradientul de putere necesar propagării acestui prim val al schimbării în societate; el s-a propagat foarte lent, pe o durată îndelungată.

Al doilea val al schimbării a fost inițiat în jurul primei revoluții industriale și corespunde ascensiunii civilizației industriale (așa-numita economie a coșului de fum), creării de tehnologii mai eficiente și de mai mare diversitate, creării liniilor de asamblare, creării unor mijloace de transport mai rapid, trecerii la educația de masă, creării de orașe mai mari etc. Puterea celui de-al doilea val a ajuns la apogeu după a doua revoluție industrială, după care s-a atenuat foarte mult, însă urmele sale le mai resimțim și în prezent.

Al treilea val al schimbării s-a inițiat odată cu prima revoluție tehnico-științifică, s-a instituit în jurul anului 1965 în Statele Unite ale Americii, după care s-a răspândit în majoritatea celorlalte țări industrializate. Acest al treilea val a fost precedat și pregătit de a doua revoluție în știință și de cea de-a treia revoluție industrială. *Al treilea val*, caracterizat de introducerea computerelor în viața societății, a adus un nou mod de viață, determină construirea unei noi civilizații, cu tehnologii bazate pe cunoaștere, ceea ce permite reducerea capitalului necesar pentru a produce ceva anume, în comparație cu etapele anterioare.

Odată cu trecerea de la un val al schimbării la altul, s-a schimbat și natura puterii în societate. Înainte și în etapa de după primul val al schimbării, exercitarea puterii se făcea prin *forța brută*, o putere de calitate inferioară (violența generează rezistență, iar victimele sau supraviețuitorii ei așteaptă prima ocazie spre a se răzbuna) [5]. Aceasta corespunde etapei în care armatele, militarii și mai ales conducătorii militari aveau rol precumpănitor în societate.

După al doilea val al schimbării (după prima revoluție industrială), creșterea economică a societății a permis acumularea de bogății pe scară mai largă decât în trecut. *Bogăția*, un instrument al puterii mai bun decât *forța brută*, este o putere de calitate medie (permite „cumpărarea” oponenților și evitarea sau atenuarea utilizării forței).

Odată cu cel de-al treilea val al schimbării (după debutul primei revoluții tehnico-științifice), cunoașterea a devenit o adevărată putere în societate. *Cunoașterea* este – în prezent – puterea de cea mai înaltă calitate și ea se caracterizează prin aceea că permite atingerea unui obiectiv prin folosirea celor mai reduse resurse de energie (În prezent se construiește societatea cunoașterii, în care capitalul uman va înlocui treptat importanța capitalului financiar).

În epoca contemporană cunoașterea s-a diversificat și s-a aprofundat în capitolele care-o constituie, ceea ce a dus la specializarea restrânsă și profundă a resursei umane. Cu toate acestea, pentru profesiile creatoare (matematica, ingineria, artele etc.), nivelul de cultură este o condiție a exercitării profesiei.

2.3. Contribuția inginerilor la evoluția civilizației, începând cu al doilea val al schimbării

Întreaga evoluție și dezvoltare, începând cu al doilea și continuând cu al treilea val al schimbării, s-au datorat îndeosebi inginerilor și unor descoperiri ale oamenilor de știință, pe care inginerii le-au transformat în produse utile oamenilor, prin industrializare.

În cele ce urmează se exemplifică această afirmație în legătură cu:

- realizarea la nivel industrial a primei mașini motoare, *mașina cu abur* (fig. 2.2);
- obținerea și realizarea practică a curentului electric (fig. 2.3);
- realizarea *motorului cu combustibil lichid* (benzină sau motorină sau gaze petroliere lichefiate) (fig. 2.4);
- realizarea *comunicațiilor* moderne (fig. 2.5).

Din analiza figurii 2.2 rezultă că, începând din Antichitate și până în anul realizării ei efective de către inginerul James Watt, toți cei care au contribuit, în etape succesive, la realizarea primei mașini motoare din istoria omenirii au fost ingineri, cu excepția fizicianului Denis Papin, remarcat însă ca inventator. Aplicațiile practice cele mai importante, bazate pe utilizarea motorului cu abur se datoresc, de asemenea, unor ingineri de excepție (Richard Trevithick, George Stephenson etc.), iar consecințele teoretice cele mai importante, rezultate din analiza mașinii cu abur în vederea perfecționării ei, se datoresc unor ingineri, între care se remarcă inginerul francez Sadi Carnot.

Analiza succesiunii evenimentelor care au condus la obținerea curentului electric și apoi la realizarea de motoare electrice și asigurarea distribuției la distanță a curentului electric (fig. 2.3) arată că, după punerea în evidență a curentului electric și demonstrarea posibilității de-a transforma energia electrică în lucru mecanic, în continuare crearea de dispozitive acționate electric, crearea de motoare electrice, de generatoare de electricitate, de transformatoare electrice, precum și crearea primelor linii de transport a energiei electrice și aplicarea la cazuri practice a acționării cu motoare electrice s-au datorat în primul rând inginerilor. În schimb, descoperirea legilor fundamentale ale curentului electric, utilizate de ingineri în activitatea lor creativă, s-a datorat fizicienilor.

O altă realizare remarcabilă, care face parte din cea de-a doua revoluție industrială, o reprezintă motorul cu ardere internă sau motorul cu combustibil lichid, a cărui evoluție este prezentată în figura 2.4. După mașina cu abur și motorul electric, motorul cu ardere internă este cea de-a treia mașină motoare creată de omenire, care a devenit practică în ultima parte a secolului al XIX-lea. Cu câteva excepții, toți cei care au contribuit la realizarea și utilizarea acestui tip de motor au fost ingineri, inclusiv cei care s-au ocupat de bazele teoretice ale proceselor din mașinile cu ardere internă. Ceilalți au fost inventatori, fără studii de inginerie.

Primele două revoluții industriale au fost determinate atât de inventarea mașinilor motoare cât și mai ales, de utilizarea lor imediată în aproape toate ramurile industriale ale epocii, ceea ce a avut un efect neașteptat asupra dezvoltării transporturilor, comunicațiilor, schimburilor comerciale, prosperității oamenilor și, în ansamblu, asupra creșterii nivelului de civilizație. Motorul electric a condus la crearea de noi mașini, inexistente anterior (de exemplu, ascensorul) și, grație transportului ușor al curentului electric, acesta a fost și este utilizat la acționarea nenumăratelor mașini existente sau create între timp (mașina de spălat, aspiratorul de praf, frigiderul cu compresor, roboți de toate felurile etc.). Ca urmare, de exemplu, a fost mult ușurată munca din gospodărie, considerată o muncă fizică oboseitoare. Dacă la aceasta se adaugă efectele automatizării, se constată că bucătăria contemporană, grație motoarelor electrice și automatizării, s-a transformat într-o mică fabrică.

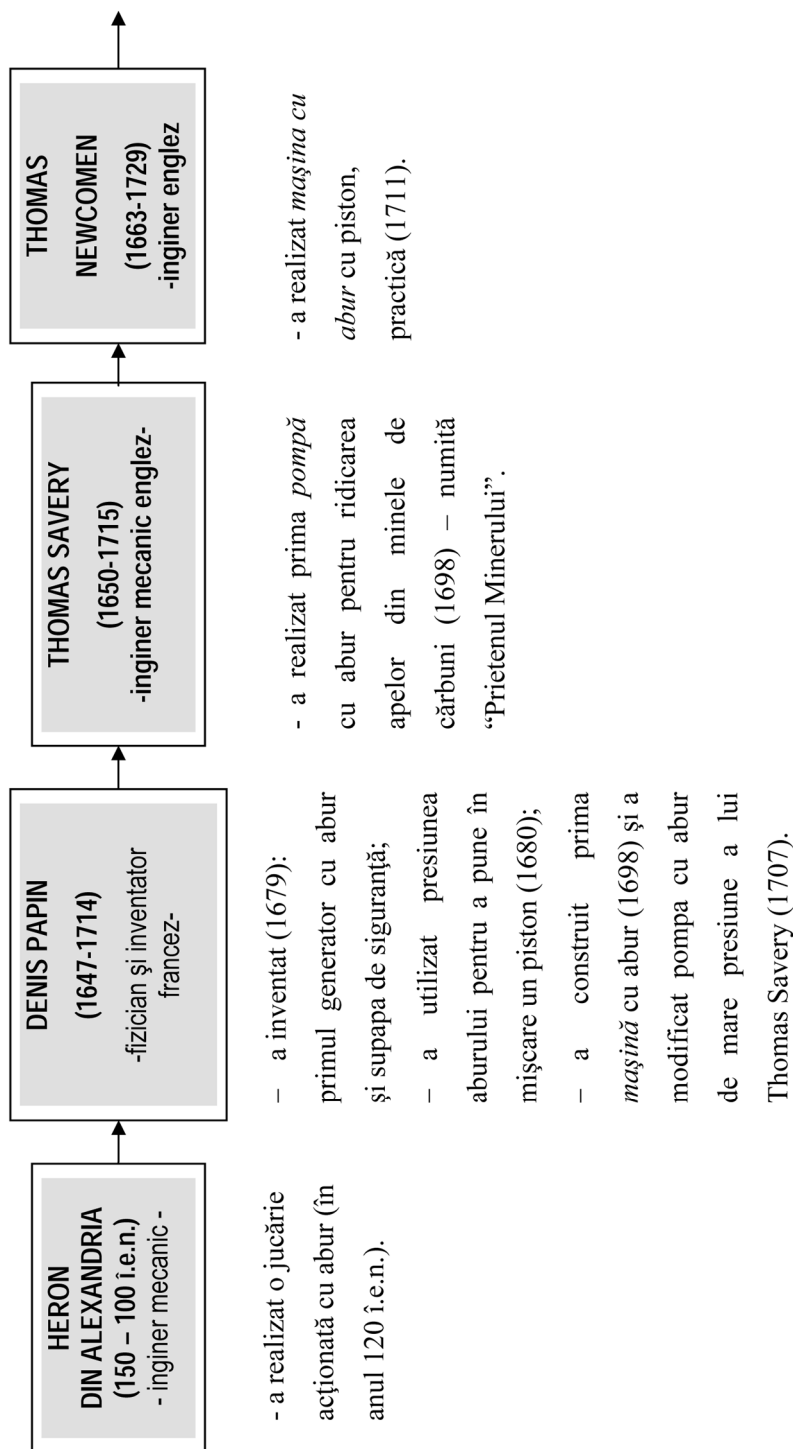


Fig. 2.2. Succesiunea etapelor în realizarea, perfecționarea și utilizarea motorului cu abur

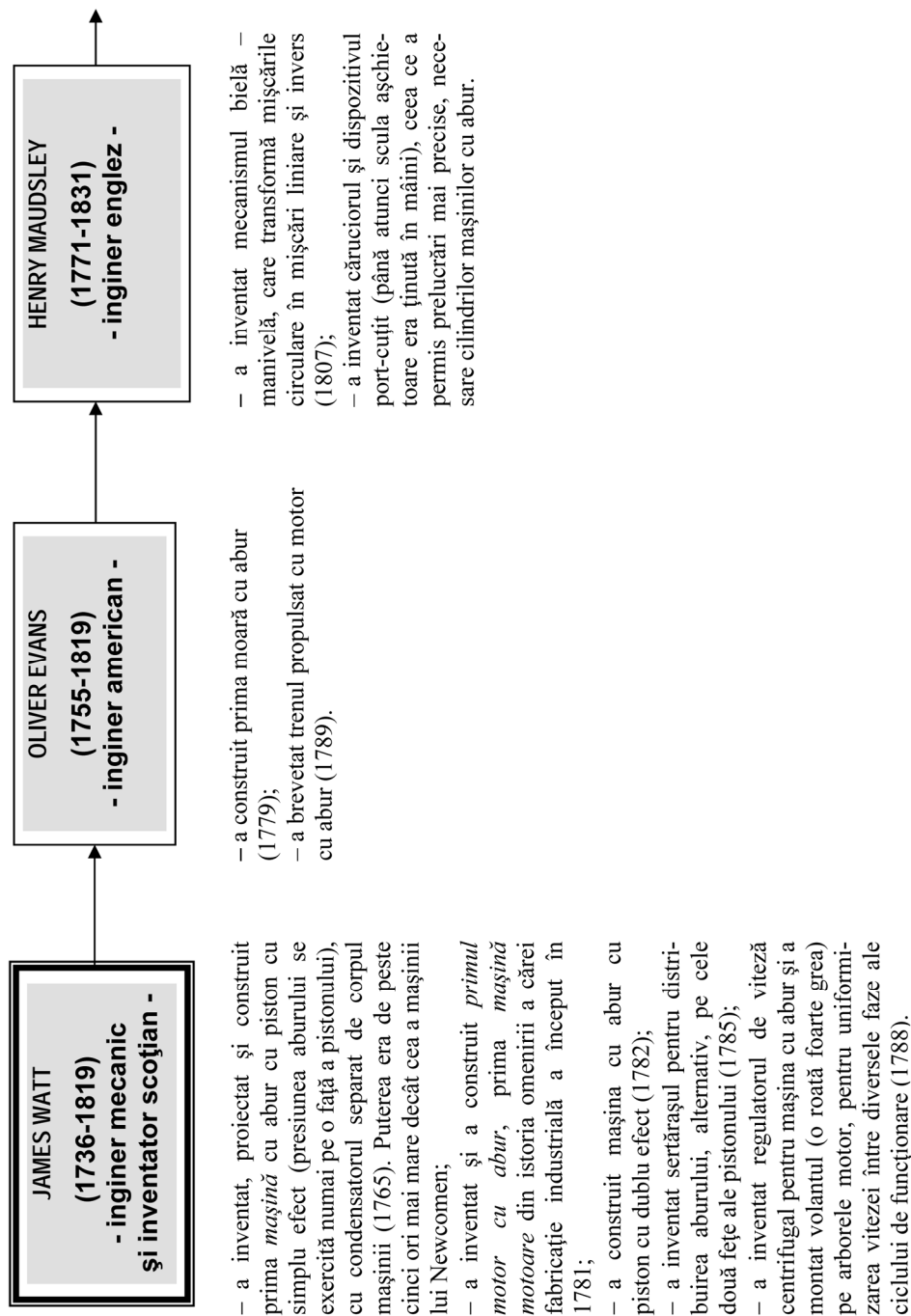


Fig. 2.2. Succesiunea etapelor în realizarea, perfecționarea și utilizarea motorului cu abur (continuare)

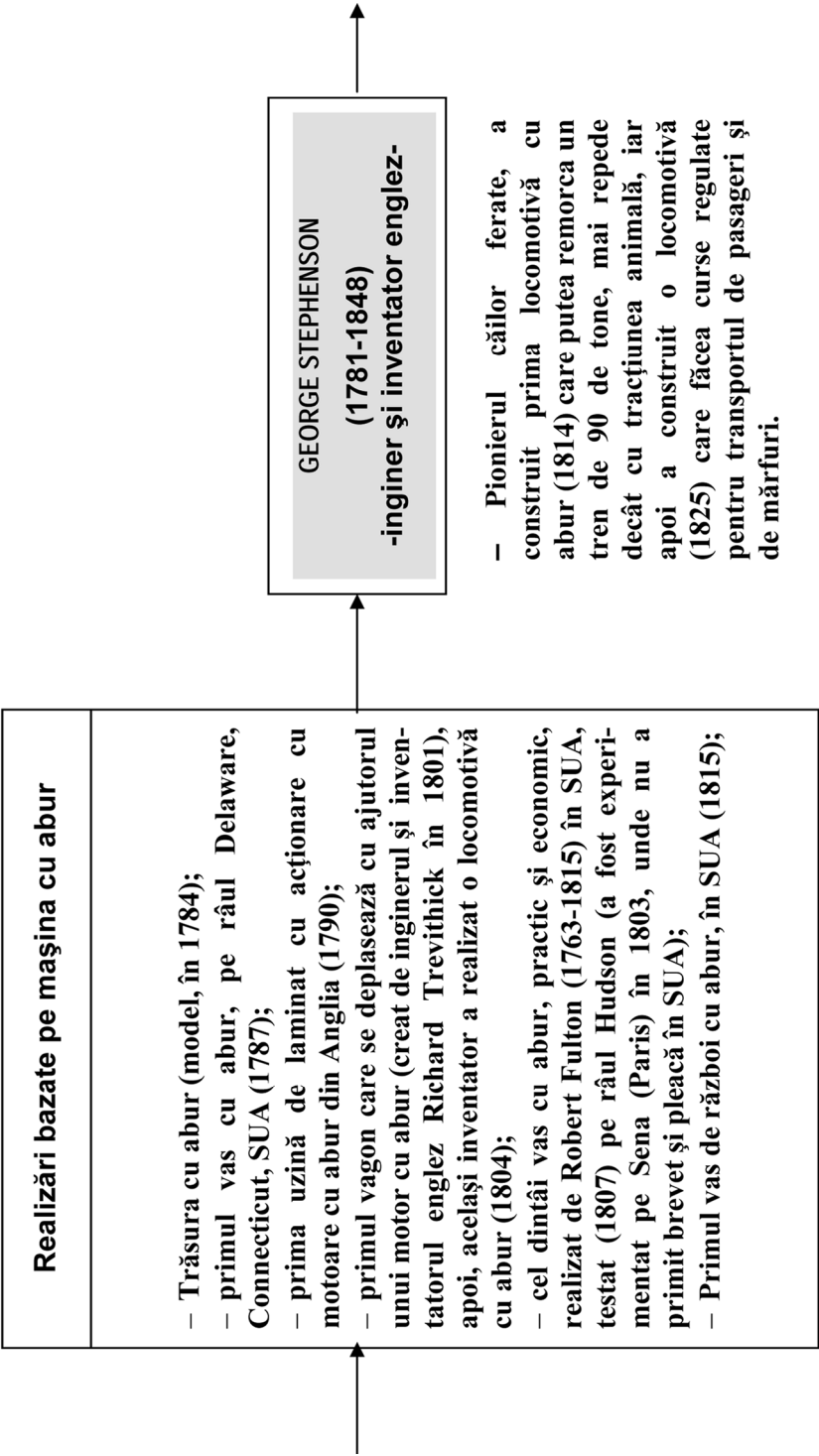


Fig. 2.2. Succesiunea etapelor în realizarea, perfecționarea și utilizarea motorului cu abur (continuare)

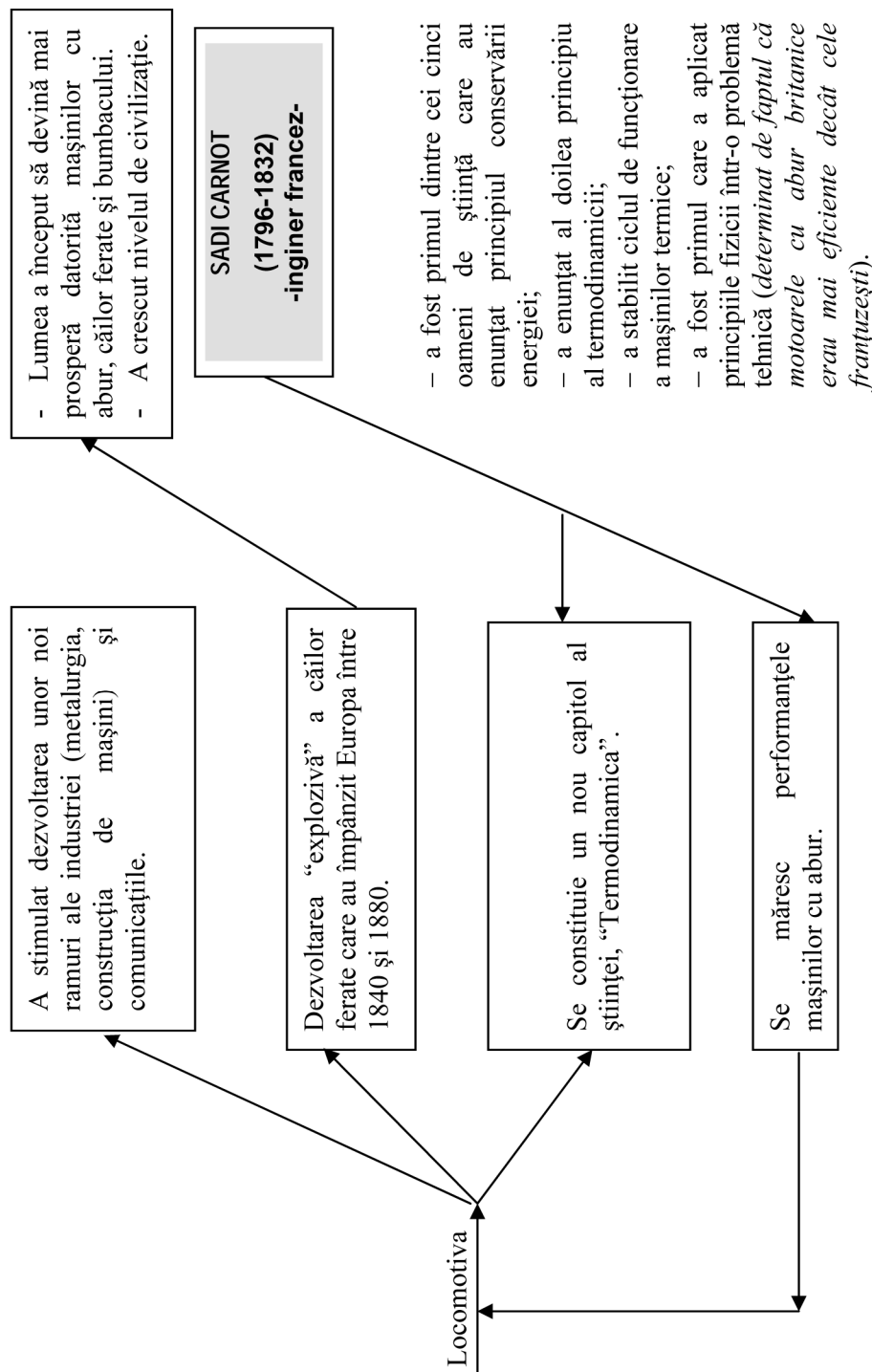


Fig. 2.2. Succesiunea etapelor în realizarea, perfecționarea și utilizarea motorului cu abur (continuare)

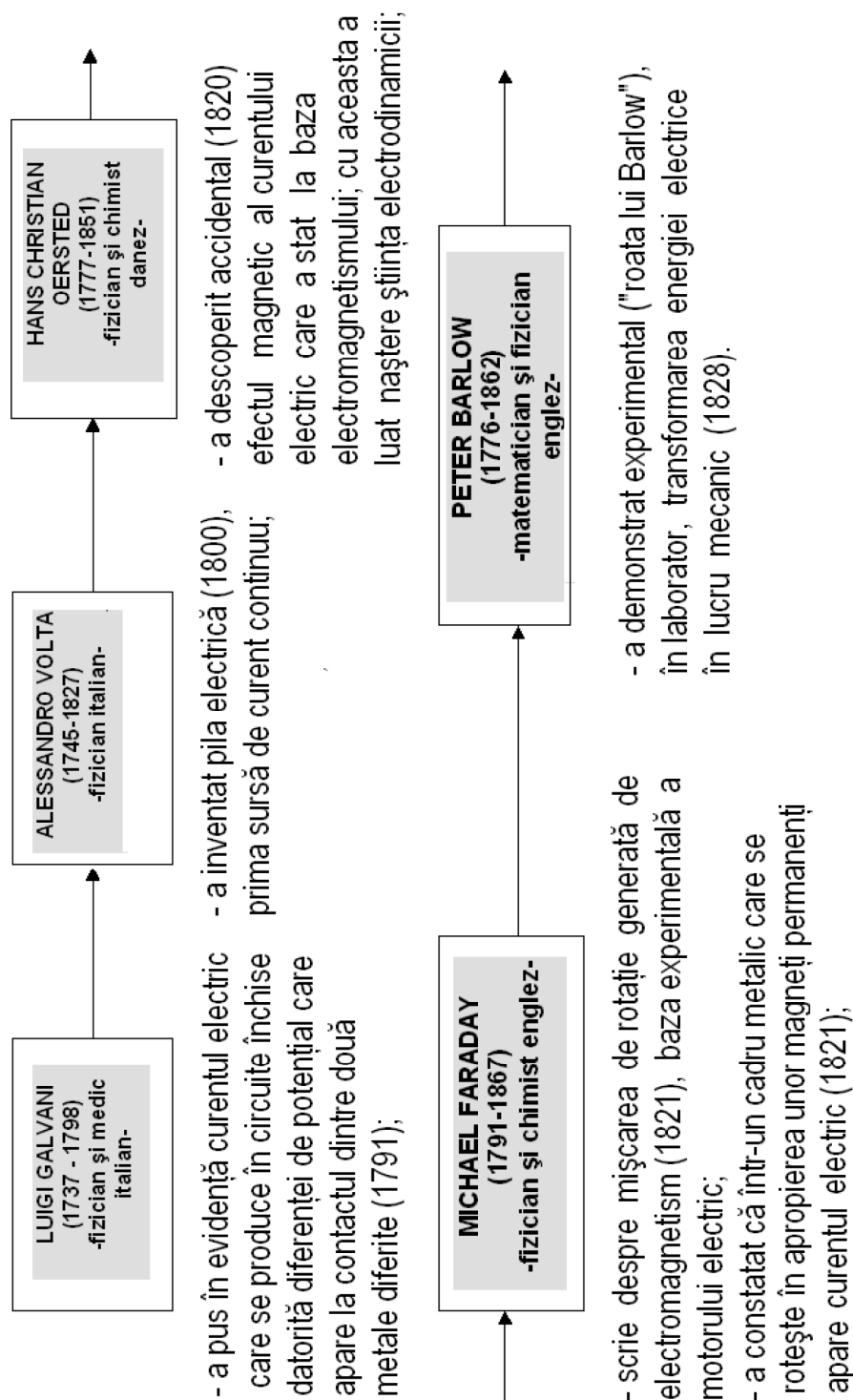


Fig. 2.3. Succesiunea etapelor la obținerea curentului electric și utilizarea lui practică



– a construit la Petersburg prima mașină electrică (electromotor) de curent continuu, de mare putere alimentată de la pile electrice (1834 - 1838).

– a brevetat în Anglia și a construit mașina electrică cu excitație independentă, pe baza magnetismului permanent al miezurilor electromagnetice (1851).

Aceasta reprezintă a doua etapă a dezvoltării mașinilor electrice, *etapa generatoarelor cu excitație independentă*.

– a inventat (1867) generatorul de curent continuu (*dinamul*).

Fig. 2.3. Succesiunea etapelor la obținerea curentului electric și utilizarea lui practică (continuare)

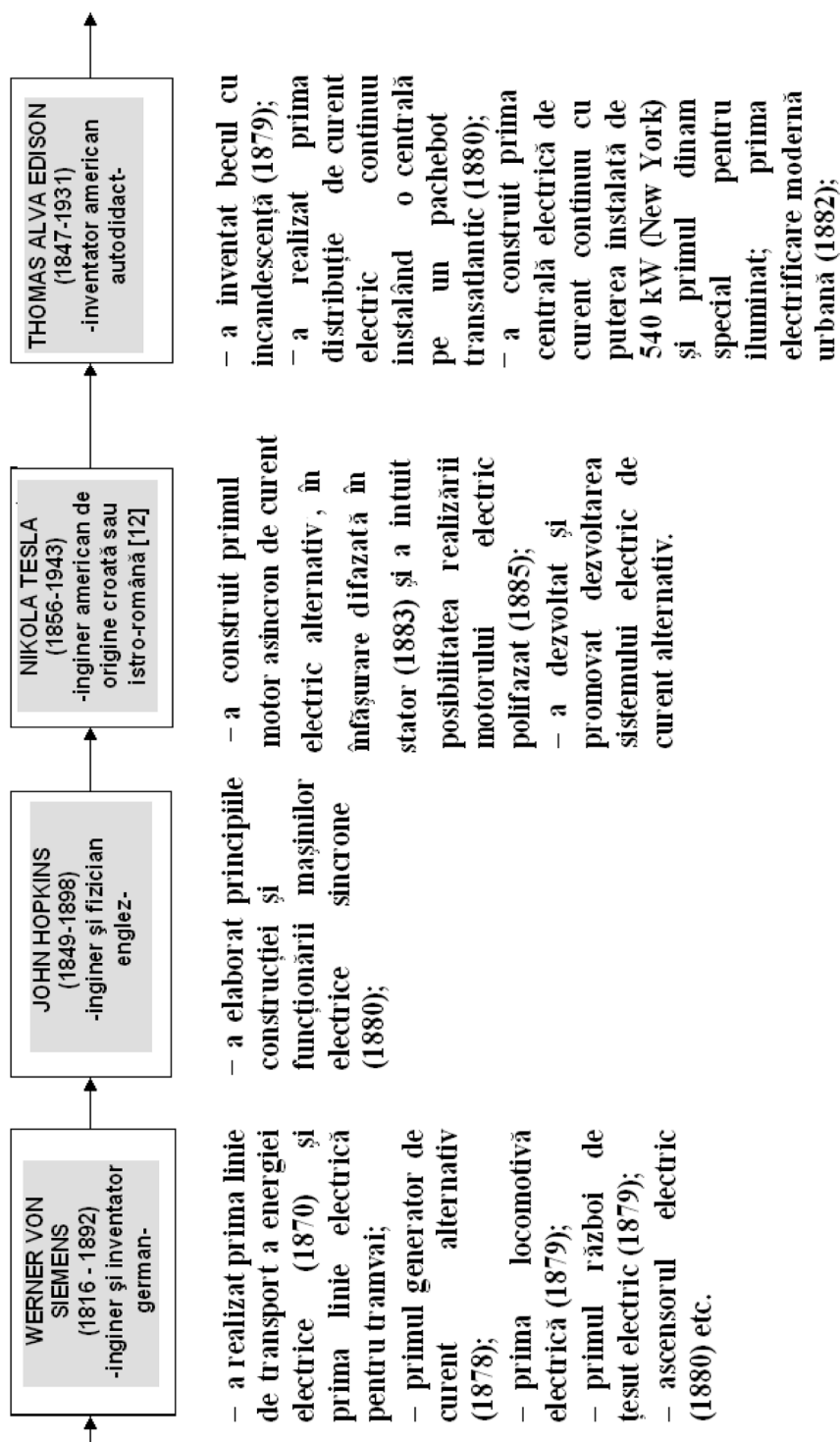


Fig. 2.3. Succesiunea etapelor la obținerea curentului electric și utilizarea lui practică (continuare)

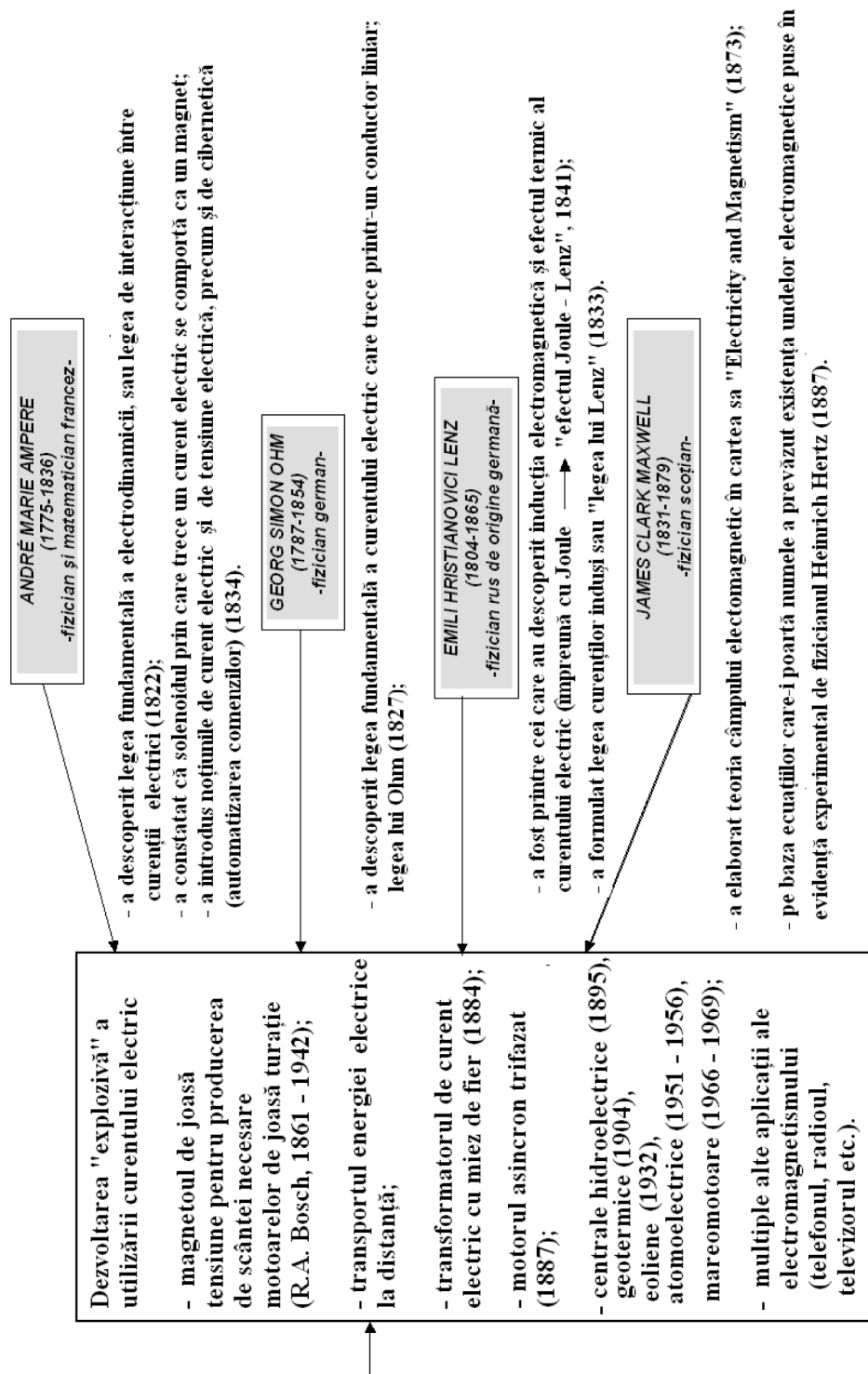


Fig. 2.3. Succesiunea etapelor la obținerea curentului electric și utilizarea lui practică (continuare)

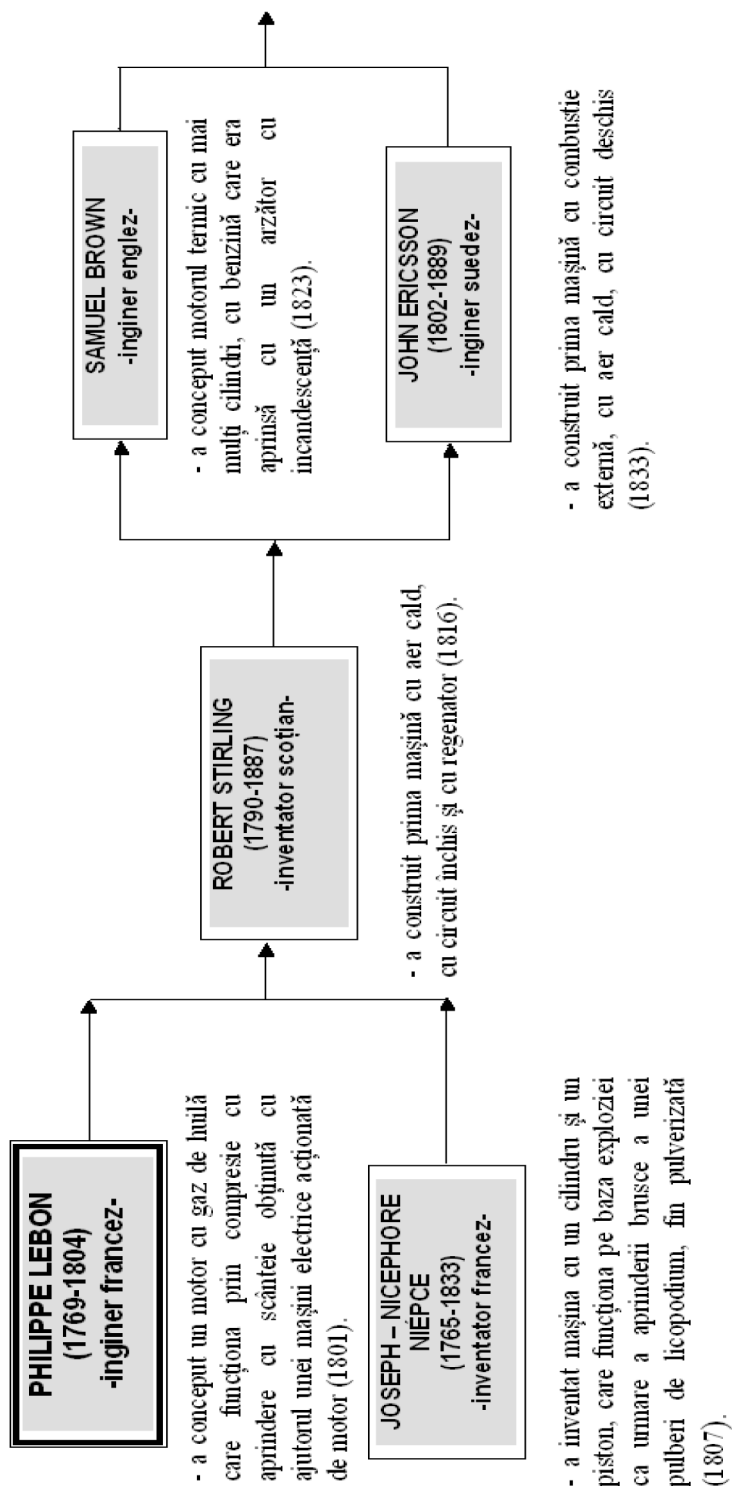
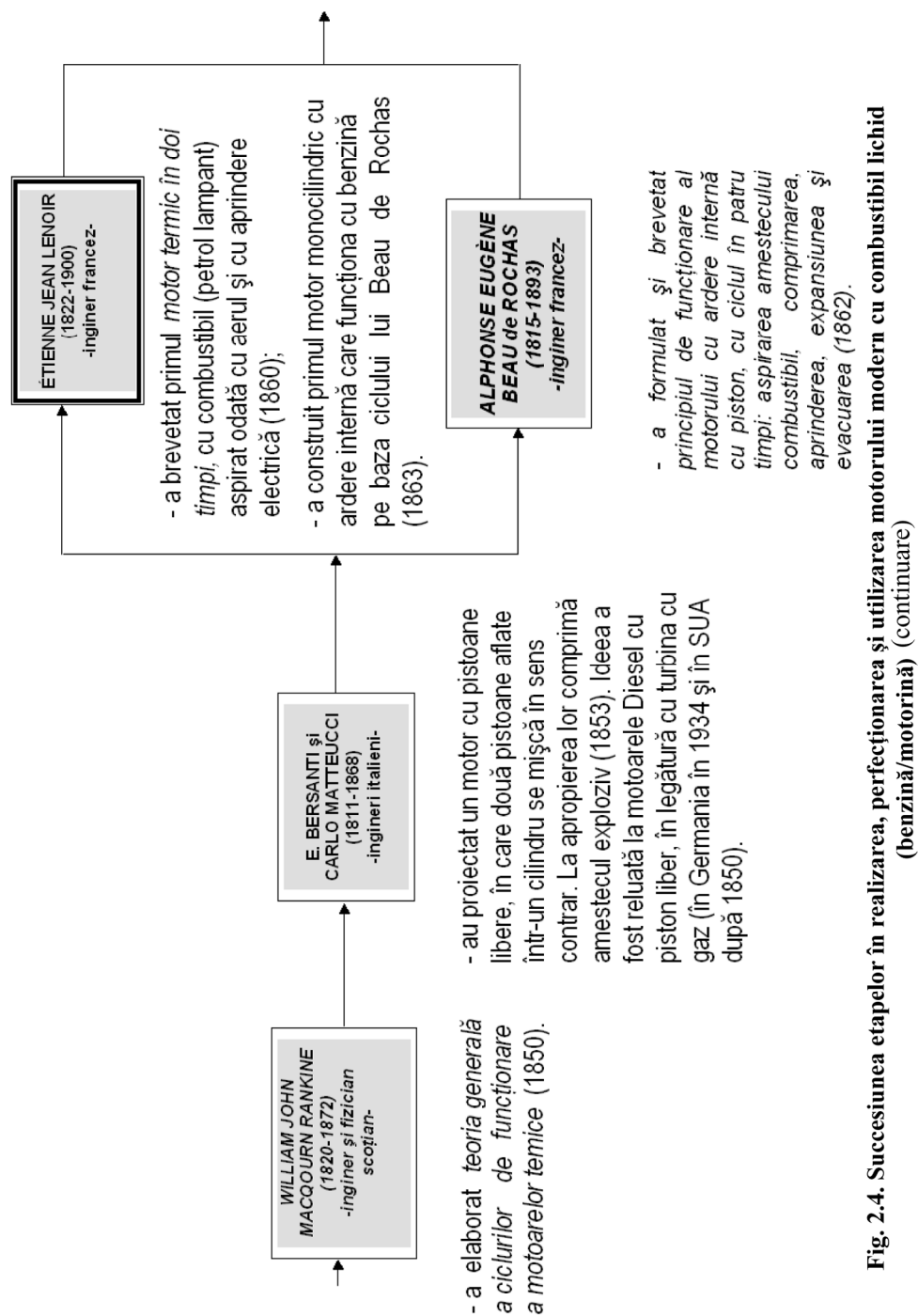


Fig. 2.4. Succesiunea etapelor în realizarea, perfecționarea și utilizarea motorului modern cu combustibil lichid (benzină/motorină)



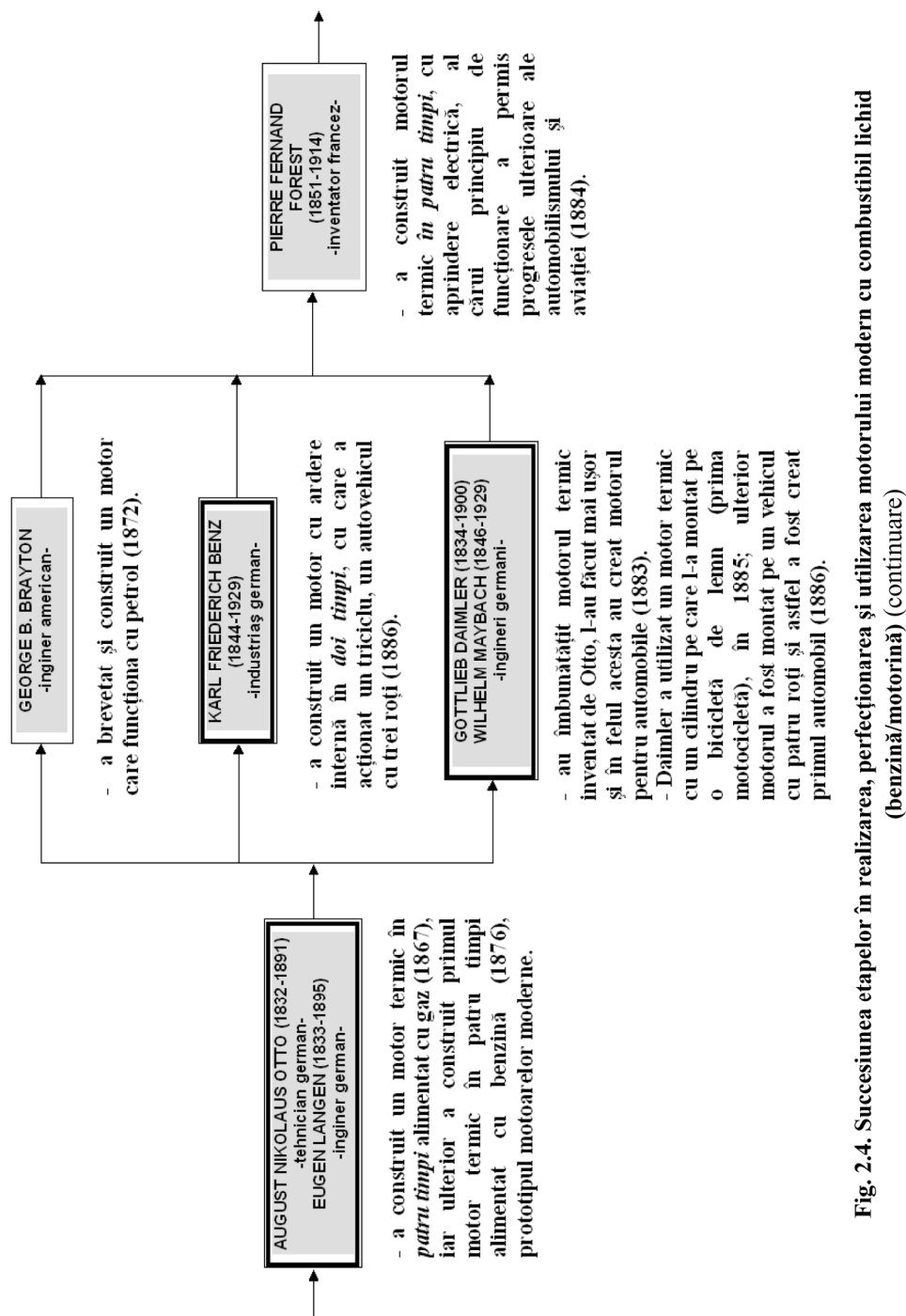


Fig. 2.4. Succesiunea etapelor în realizarea, perfecționarea și utilizarea motorului modern cu combustibil lichid (benzină/motorină) (continuare)

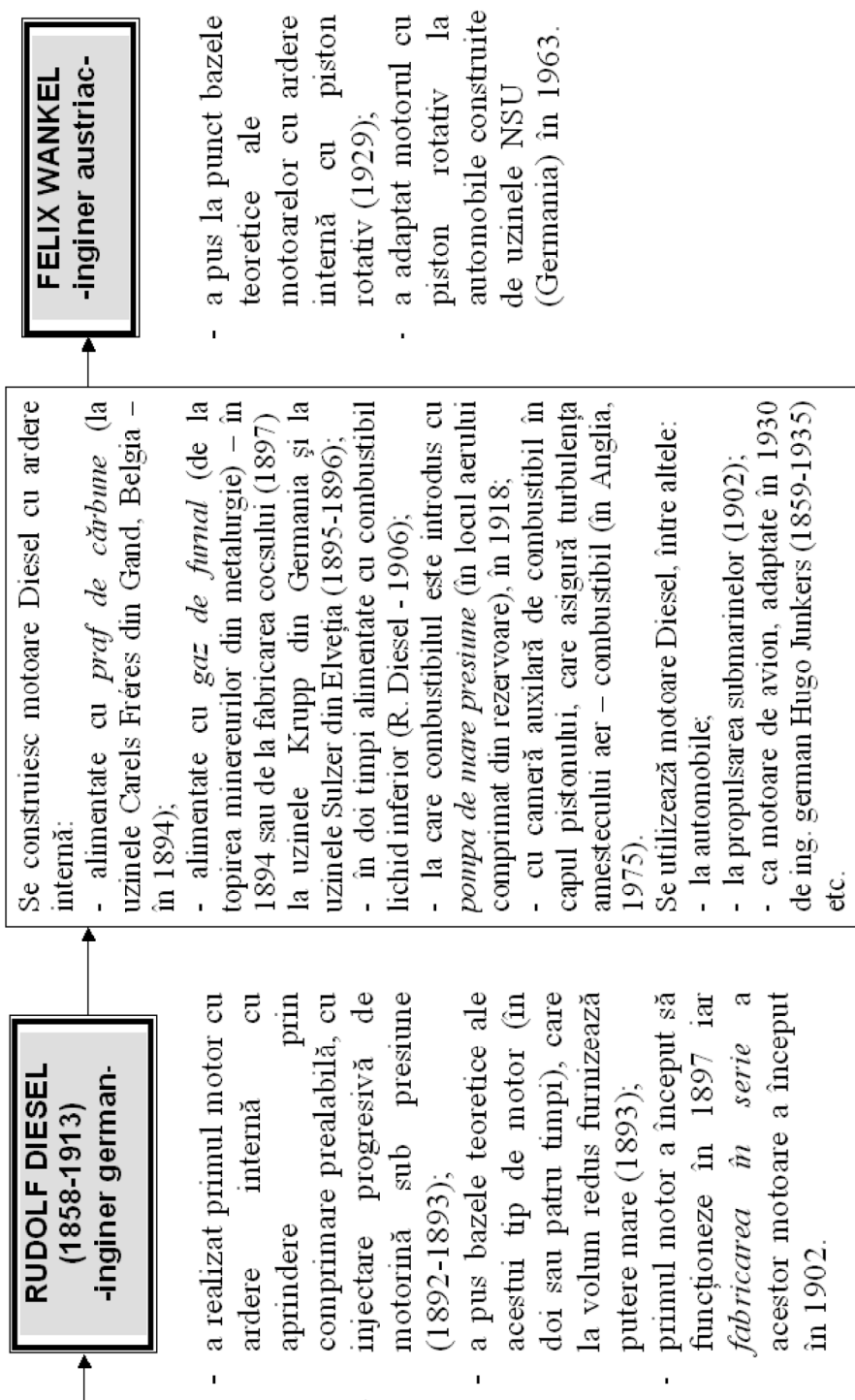


Fig. 2.4. Succesiunea etapelor în realizarea, perfecționarea și utilizarea motorului modern cu combustibil lichid (benzină/motorină) (continuare)

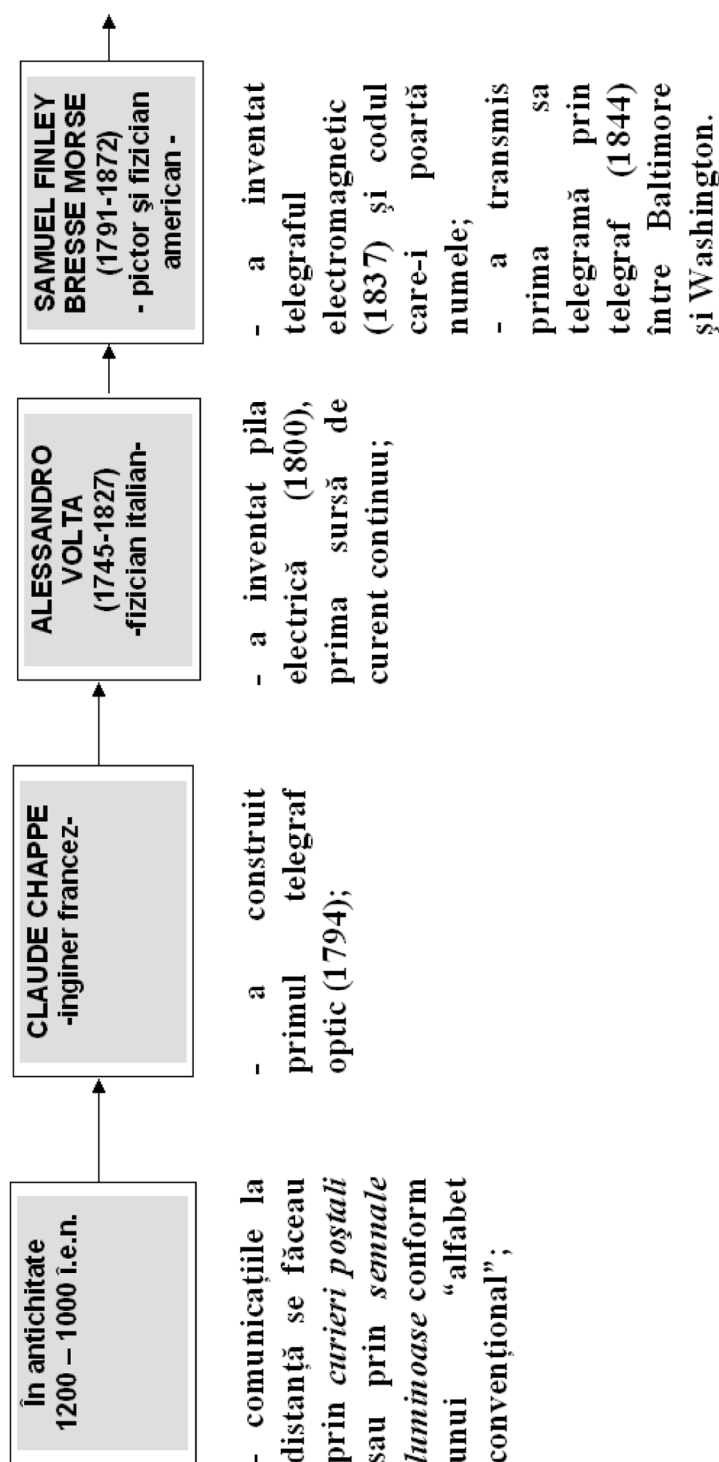


Fig. 2.5. Succesiunea etapelor în evoluția comunicațiilor

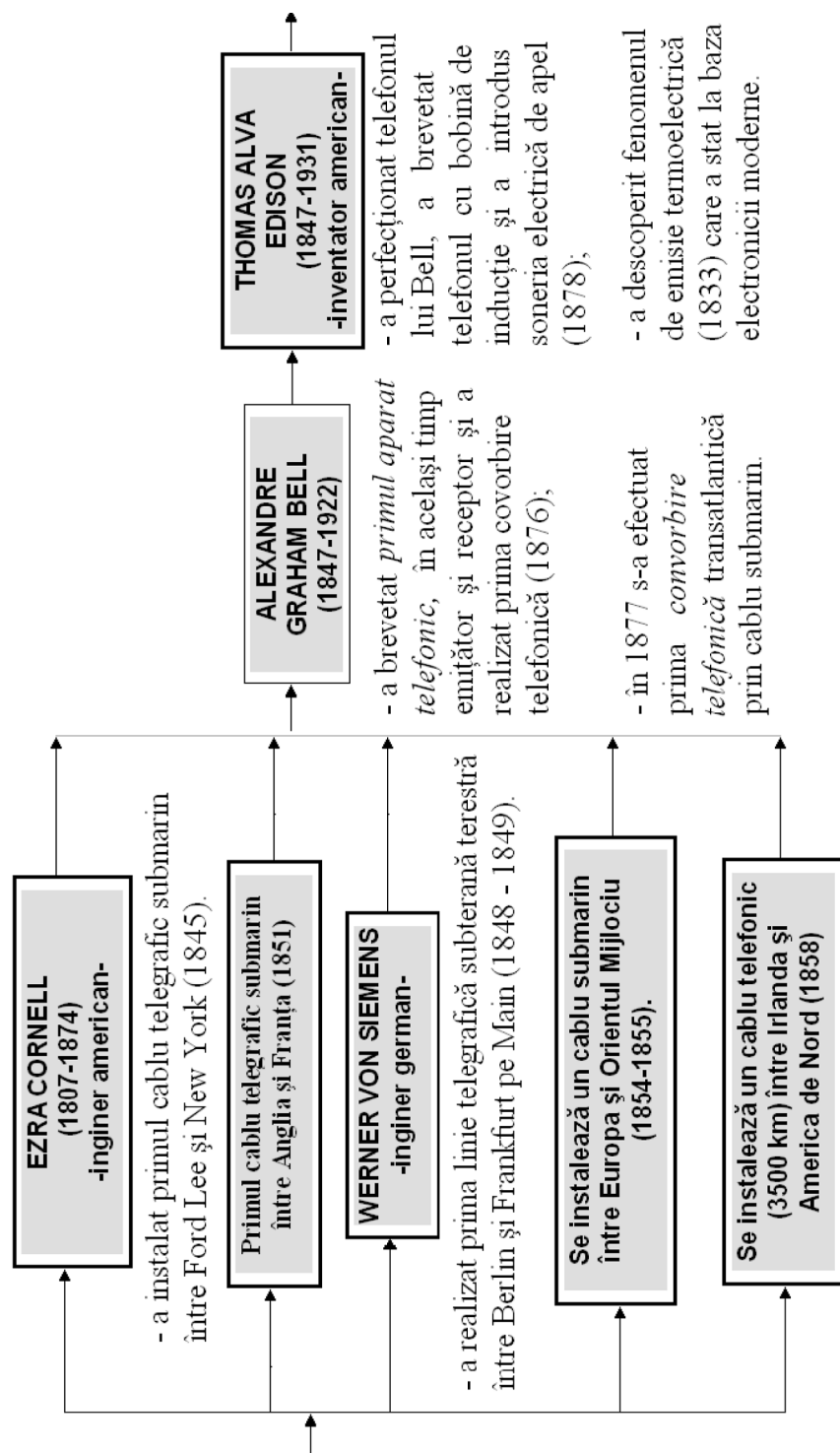


Fig. 2.5. Succesiunea etapelor în evoluția comunicațiilor (continuare)

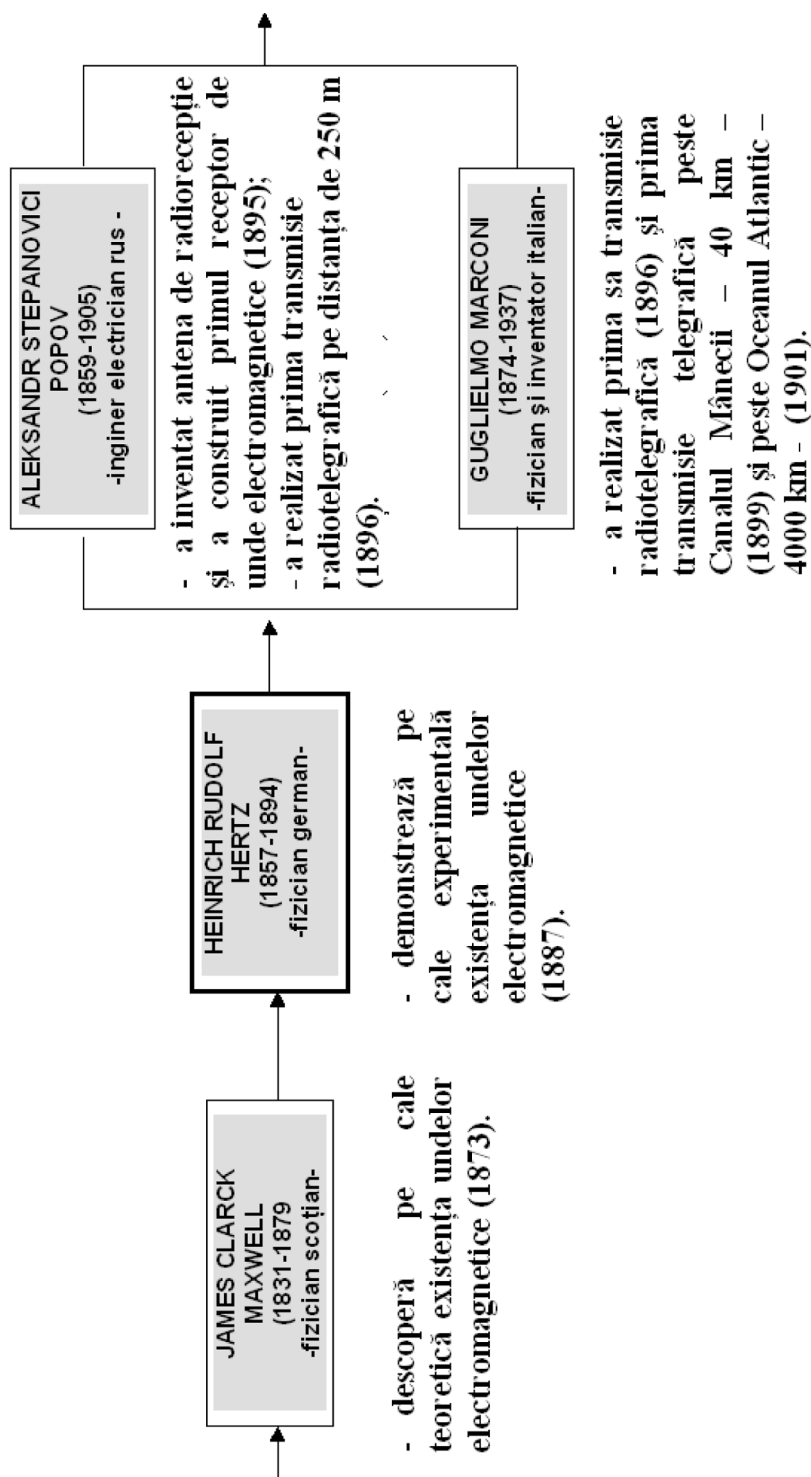


Fig. 2.5. Succesiunea etapelor în evoluția comunicațiilor (continuare)

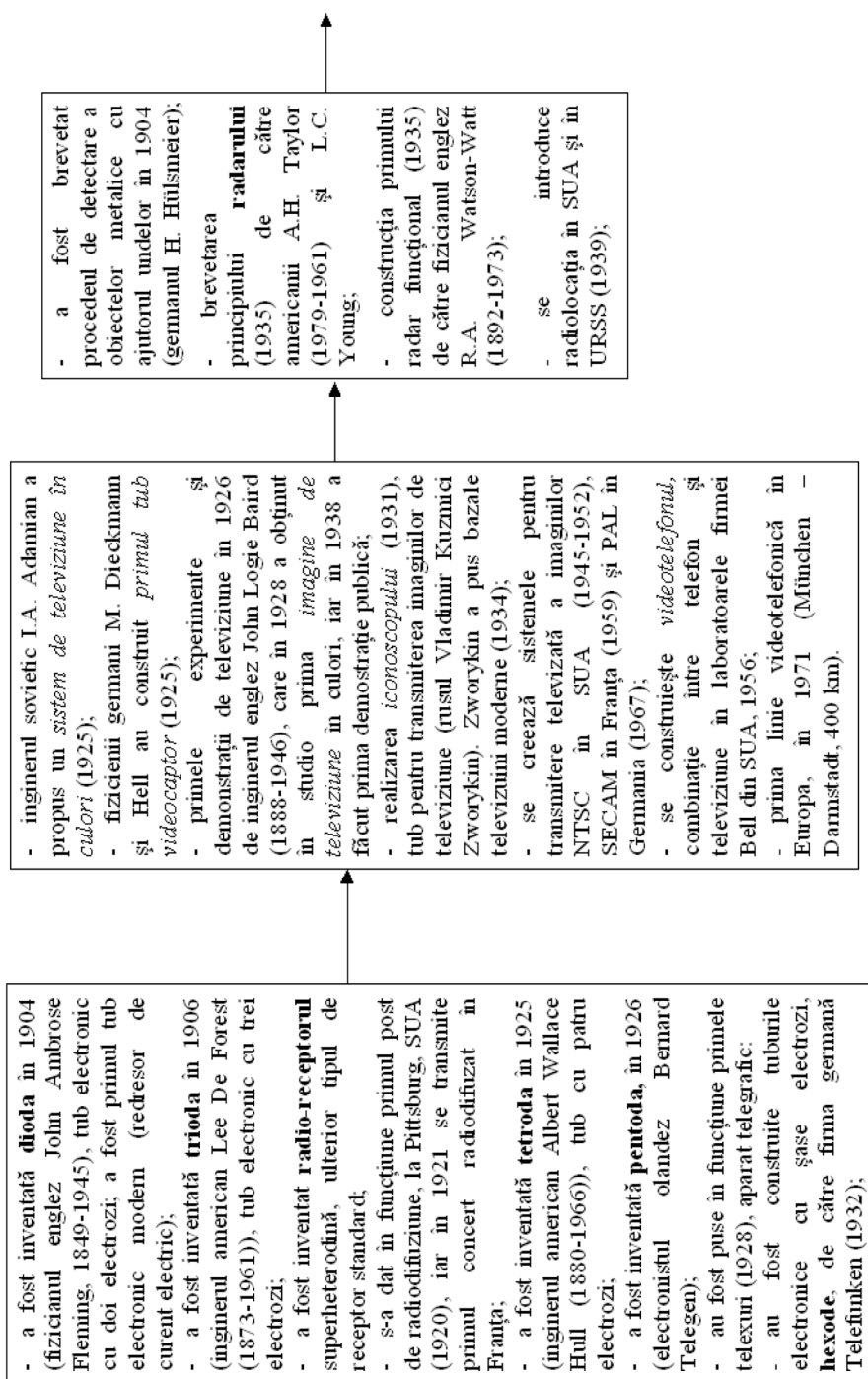
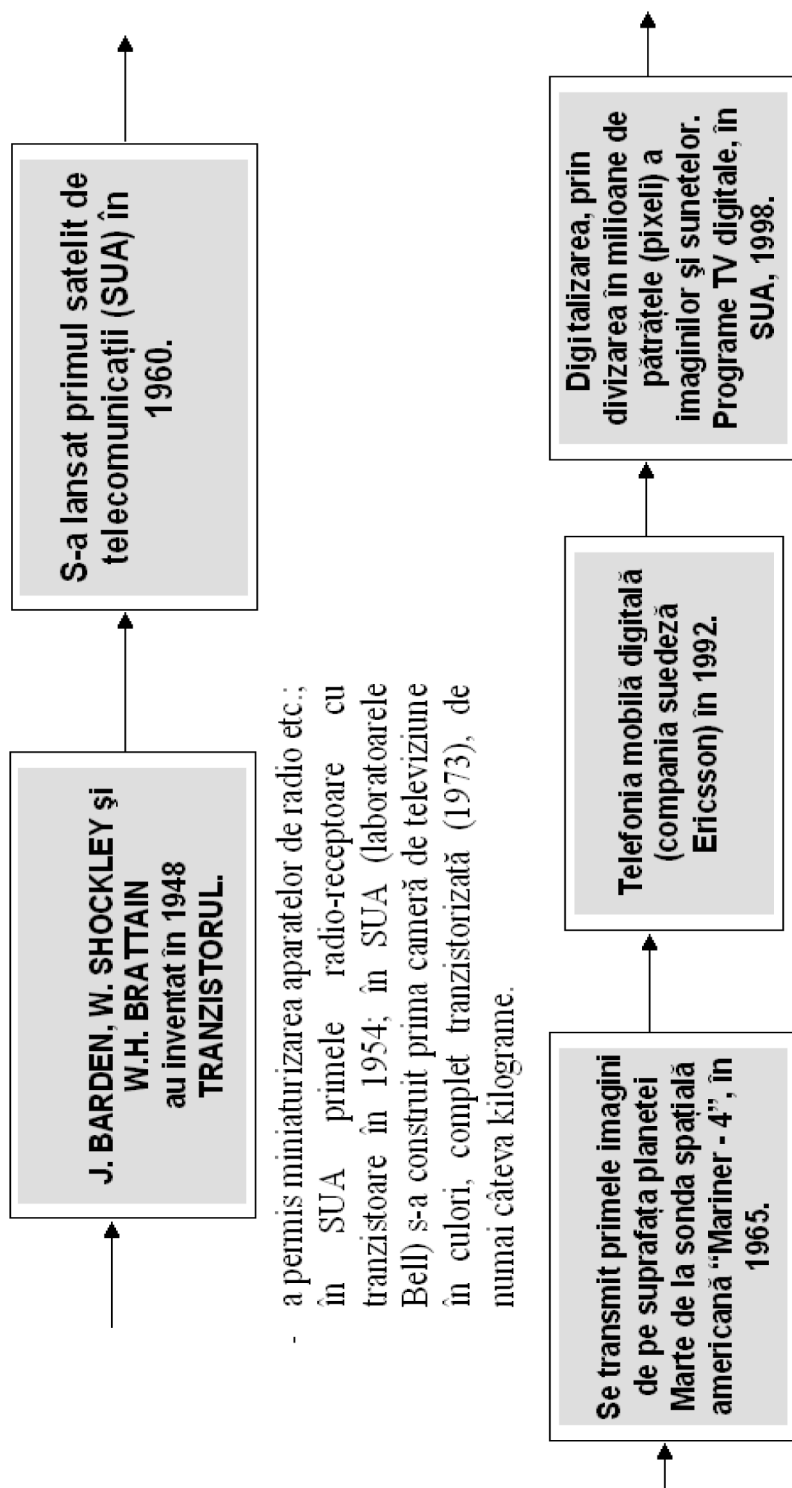


Fig. 2.5. Succesiunea etapelor în evoluția comunicațiilor (continuare)



- a permis miniaturizarea aparatelor de radio etc.; în SUA primele radio-receptoare cu tranzistoare în 1954; în SUA (laboratoarele Bell) s-a construit prima cameră de televiziune în culori, complet tranzistorizată (1973), de numai câteva kilograme.

Fig. 2.5. Succesiunea etapelor în evoluția comunicațiilor (continuare)

A doua revoluție în știință (confirmarea experimentală a existenței undelor electromagnetice și descoperirea razelor X) a creat premisele celei de-a *treia revoluții industriale*, care a constat în *transmiterea semnalelor cu ajutorul undelor electromagnetice*, crearea *tuburilor electronice* și, separat, *crearea aeroplanului*.

În figura 2.5 este prezentată succesiunea principalelor etape în evoluția comunicațiilor care includ poșta, telegraful, telefonul, radioul, telexul, televiziunea, radio-locuția. Toate acestea s-au dezvoltat ca aplicații ale undelor electromagnetice și sunt rezultatul muncii a numeroși ingineri și inventatori. La construcția unor aparate și a unor componente utilizate în aparatele electronice s-a recurs – inițial – la tuburile electronice.

În cazul undelor electromagnetice descoperite pe cale teoretică de fizicianul englez James Clark Maxwell, ca și în multe alte descoperiri ale oamenilor de știință, a fost nevoie de munca multor ingineri pentru a le transforma în aplicații practice, pe care să le facă să funcționeze, ca apoi – prin industrializare – să le transforme în produse vandabile, utile cât mai multor oameni.

Concepția, construcția și evoluția avionului și elicopterului precum și a rachetelor și navetelor spațiale, mijloace de transport create în secolul XX, se datorează aproape în întregime inginerilor și câtorva inventatori care nu au fost ingineri.

Prima revoluție tehnico-științifică a generat – practic – cel de-al treilea val al schimbărilor în societate, prin crearea tranzistorilor și apoi a microprocesorului, precum și prin crearea premiselor automatizării totale.

După ridicarea de la sol a primelor avioane cu motoare cu combustie internă (1903 – 1906, vezi figurile 3.4 și 3.5), evoluția acestora a fost rapidă, între altele și datorită folosirii lor de către armată. În 1909, francezul Louis Blériot a traversat Canalul Mânecii. În Primul Război Mondial, avioanele au fost utilizate inițial pentru observarea din aer a mișcărilor trupelor inamice. Ulterior au primit și misiuni de bombardament și au fost înzestrate cu mitraliere pentru luptele aeriene. În 1927, pilotul american Charles A. Lindberg a realizat primul zbor fără escală transatlantic (33 ore). În 1910, inginerul român Henri Coandă a fabricat și experimentat primul avion cu reacție din istoria omenirii, dar abia în 1939 primul avion cu reacție devine operațional în Germania.

Tot în 1939, inginerul american de origine rusă, Igor Sikorsky, concepe și produce primul elicopter practic; producția de masă a elicopterelor a început în Statele Unite ale Americii în 1942 și au fost distribuite armatei în 1944.

În 1947, primul avion sparge bariera sunetului, atingând viteza de 1,06 Mach (1120 km/h). În 1958 se inaugurează primul serviciu de avioane cu reacție transatlantic (între Londra și New York).

În 1966, constructorul de avioane britanic Hawker Siddeley a conceput și realizat primul avion din lume cu decolare verticală (avionul Hawker Harrier). Apoi a fost construit și lansat, în 1968, cel mai mare avion de transport din lume, pentru armată; avea lungimea unui teren de fotbal, o înălțime de șase etaje și putea transporta 100 de tone pe o distanță de 6400 km (creat de Lockheed din SUA). În 1970 este lansat cel mai mare avion de pasageri din lume, Boeing 747, în SUA (putea transporta 490 de pasageri și un echipaj de 33 de persoane). Urmează construcția, în colaborare, de către Franța și Marea Britanie, a avionului de pasageri supersonic

Concorde, care și-a început zborurile în 1976. În 1981 se efectuează primul zbor al navei spațiale americane, utilizată ulterior pentru plasarea pe orbită a unor sateliți, a unor nave sau pentru reparații ale sateliților artificiali în spațiul extraterestru, pentru construirea stațiilor spațiale etc.

Americanii realizează și lansează în 1989 primul bombardier invizibil (nu poate fi detectat de sistemele radar), B - 2. Ulterior, în 1994, un consorțiu de companii de aviație, germane, britanice, italiene și spaniole, a creat noul bombardier cu reacție *Eurofighter*, supersonic (poate atinge o viteză de 2060 km/h).

O evoluție spectaculoasă au avut-o însă și rachetele utilizate pentru a transporta sateliți, module, stații sau sonde spațiale. Cu ajutorul rachetelor sunt amplasate pe anumite orbite nave cosmice: în 1957, Uniunea Sovietică a lansat primul satelit artificial, Sputnik 1, apoi lansează o navă cu o persoană la bord (Iuri Gagarin), în 1961.

În 1969, americanii lansează o navă cosmică spre Lună; un astronaut (Neil Armstrong) a fost prima persoană care a pășit pe Lună, după care, cu aceeași navă, echipajul, format din trei astronauți, s-a întors pe Pământ.

Creatorii rachetelor mari au fost inginerul german de origine română Hermann Oberth, fondatorul astronauticii moderne, inginerul german Werner von Braun, „creierul” programului spațial american de la NASA și inginerul rus Serghei Korolev, care a fost proiectantul-șef al rachetelor produse în Uniunea Sovietică.

În continuare au fost construite rachete din ce în ce mai performante și mai mari, pentru lansarea în spațiul cosmic a unor nave sau astronauți, pentru zborurile spre planeta Marte etc. În toate aceste realizări, inginerii au avut contribuția esențială.

Realitatea tehnică a zilelor noastre reprezintă adesea realizări ale unor idei care – anterior – făceau parte din literatura de ficțiune. Așa sunt, de exemplu, telefoanele celulare, camerele video de supraveghere, camerele de reanimare, sistemele radar de stabilire a poziției unui vehicul prin satelit, avioanele („covoarele zburătoare”), telecomenzile de tot felul etc. etc...

Secolul XX a fost epoca de aur a ingineriei, care a dat utilitate practică rezultatelor cercetărilor fundamentale. În acest secol s-au constituit științele ingineresti.

Ingineria a devenit o profesie respectată, bazată pe științele ingineresti, departe de ceea ce a fost cu secole în urmă, și anume, o meserie calificată, bazată în mare parte pe empirism.

Bibliografie

1. **Hellemans, A., Bunch, B.** *Istoria descoperirilor științifice*. Editura Orizonturi și Editura Lider, București, 1988.
2. **Oghină, O.** *De la preistorie la istorie. Mitologie și realitate*. Tipografia Miron, București, 1999.
3. **Săvescu, N.** *Noi nu suntem urmașii Romei*. Editura Axa, Botoșani, 2002.
4. **Toffler, A.** *Al treilea val*. Editura Politică, București, 1983.
5. **Toffler, A.** *Puterea în mișcare*. Editura Antet, București, 1995.
6. *** *Dicționar cronologic al științei și tehnicii universale* (coordonator acad. Ștefan Bălan), Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1979.

7. **Angelsdorf, Wilhelm von.** *Secolul XX, secol al minciunii dirijate.* Editura Samizdat.
8. *** **LAROUSSE,** *Cronologia universală.* Editura Lider, București, 1996.
9. **Bernal, J. D.** *Știința în istoria societății.* Editura Politică, București, 1964.
10. **Ghiță, S.** *Premisele sociale și epistemologice ale apropierei dintre știință și tehnică în epoca modernă.* în vol. „Revoluția industrială în istoria societății”, Editura Politică, București, 1981.
11. **Vâzdoagă, V. O.** *Extraterestrul român.* Editura Obiectiv, Craiova, 1995.
12. *** **LAROUSSE,** *Dicționar, inventatori și invenții.* Editura Tehnică, București, 2001.
13. **Bălă, C.** *Mașini electrice.* Editura Didactică și Pedagogică, București, 1979.
14. **Creța, Gavril.** *Turbine cu abur.* Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981.
15. **Grecu, T., Cârdu, M., Nicolau, I.** *Turbine cu abur.* Editura Tehnică, București, 1976.

3

CREATORII CIVILIZAȚIEI*

3.1. Introducere

Mi-am propus să prezint contribuția fundamentală a inginerilor, inventatorilor și a oamenilor de știință la crearea civilizației contemporane. În acest scop voi începe cu definirea conceptelor care vor fi utilizate în continuare.



Înainte de decernării titlului de doctor honoris causa (6.11.2006).

De la stânga la dreapta: prof. univ. dr. ing. Valentin Nedeff, decanul Facultății de Inginerie; prof. univ. dr. ing. Valeriu V. Jinescu (Universitatea „Politehnica” București); prof. univ. dr. ing. Gogu Ghiorghe, rectorul Universității din Bacău; prof. univ. dr. Ostin C. Mungiu (Universitatea de Medicină și Farmacie „Gr.T. Popa” din Iași).

Civilizația se referă la nivelul de dezvoltare a societății și a valorilor materiale atinse de o formațiune social-economică și reflectă starea vieții sociale, economice și culturale a unui popor sau a unei epoci.

* Acest capitol reprezintă o formă extinsă a discursului rostit de autor, după decernarea titlului de doctor honoris causa, la Universitatea din Bacău (6 noiembrie 2006).

Cultura reprezintă totalitatea valorilor spirituale create de omenire de-a lungul timpului.

Cultura și civilizația sunt cele două fațete ale medaliei numite istoria umanității.

Știința reprezintă totalitatea cunoștințelor acumulate de omenire în decursul timpului, ca urmare a sistematizării observațiilor rezultate din experimente și din studiul lumii înconjurătoare. Știința este o modalitate aparte de a descoperi cum funcționează lumea.

Tehnica se referă la totalitatea uneltelor și practicilor de producție dezvoltate de-a lungul timpului, care permit omenirii să acționeze asupra naturii înconjurătoare, cu scopul de a obține bunuri materiale.

Elementele teoretice ale științei și ale tehnicii fac obiectul culturii, pe când realizările practice ale tehnicii, realizări de natură materială, sunt parte a civilizației.

Invenția este o *activitate creatoare*, care constă în realizarea unui nou sistem tehnic (aparat, dispozitiv, unealtă, mașină etc.), a unei metode sau a unui proces pentru obținerea unui material, produs etc., neexistent anterior.

Știința și tehnica s-au născut în epoci diferite, întâi tehnica și apoi știința, după peste două milioane de ani. Originea tehnicii este incertă, ea se pierde în negura preistoriei.

Știința, ca mod de a înțelege universul bazându-se pe raționament, și nu pe mitologie și religie, s-a născut odată cu școala ioniană a filosofilor greci, în jurul anului 600 î.e.n. Primii oameni de știință sunt considerați Tales (624 – 546 î.e.n.), Anaximandru (610 – 545 î.e.n.) și Anaximene (570 – 500 î.e.n.), toți trei născuți în Milet, deoarece odată cu ei a debutat gândirea științifică.

În continuare se vor face referiri la revoluții științifice și la revoluții industriale. Ce se înțelege prin aceste concepte?

Revoluția științifică este provocată de una sau mai multe descoperiri, care duc la revoluționarea concepțiilor despre univers, despre materie sau/și umanitate.

Revoluția industrială are la bază o creație tehnică, al cărei impact asupra societății este atât de puternic, încât determină un nou model de gândire tehnică, provoacă dezvoltarea unor noi sectoare industriale și, prin toate acestea, contribuie la creșterea gradului de civilizație al oamenilor.

3.2. Inginerii și profesia lor, ingineria

Tehnica este rodul celor preocupați de inovare și de crearea de noi produse; aceștia sunt inginerii și inventatorii.

Au existat inventatori, de exemplu, în epocile paleolitică și neolitică ? În mod cert au existat, este drept, neînregistrați la vreun oficiu de invenții, dar fără ei nu ar fi fost posibil progresul tehnic. Dar ingineri au existat ?

Conform definiției date în „Larousse de Poche” [20], „*inginer este o persoană aptă să elaboreze, organizeze sau să dirijeze planuri, cercetări sau lucrări tehnice*”. Din acest punct de vedere, orice persoană care se dovedește a fi capabilă să efectueze lucrări tehnice, desigur la nivelul epocii în care trăiește, este sau poate

fi asimilat cu un inginer. Conform acestei definiții, *toți creatorii de tehnică au fost ingineri; ingineri autodidacți*.

Lucian Blaga a denumit pe cel ce a inventat roata, „*marele inginer*”. Această invenție s-a produs cu cca. 3400 de ani î.e.n., în Polonia de azi, și cu 3200 de ani î.e.n., în Irak, și a adus imense contribuții la dezvoltarea tehnicii de-a lungul timpului.

O altă definiție consideră *inginer* „*o persoană calificată prin învățământ superior, pentru a putea presta activități tehnice de concepție și de conducere*” [21].

Conform acestei definiții, ingineri sunt numai cei care s-au calificat prin învățământ superior. Or, prima școală tehnică superioară din lume a fost *Academia de Minerit Schemnitz*, înființată în 1733, în Ungaria, urmată de *École des Ponts et Chaussées*, în 1747, în Franța, și de prima școală politehnică, *École Polytechnique*, înființată de Napoleon Bonaparte, în 1795, la Paris. Această a doua definiție se potrivește epocii moderne și nu poate fi extinsă în trecut. Faptul acesta devine și mai evident dacă ne referim la activitatea inginerească, adică la inginerie.

Ingineria este o activitate de creație, care servește atingerii unui scop, unui obiectiv dat, cu resurse și cu constrângeri impuse. Ca urmare, toți cei care au creat în domeniul tehnic înaintea definirii profesiei de inginer pot fi considerați ingineri.

În prezent, ingineria este o profesie *pluridisciplinară*, deoarece ea se bazează pe aproape toate ramurile fiecăreia dintre științele acceptate ca fundamentale (fizica, matematica, chimia, biologia), precum și pe științele economice și sociale. Dar ea este și o profesie *multidisciplinară*, datorită diversității obiectivelor ei: cercetarea fundamentală și aplicativă, proiectare, fabricare, montare și mentinere în funcțiune, pregătirea resurselor umane etc.

Tehnica a evoluat o lungă perioadă de timp, pe baze empirice. □i tehnica și societatea au progresat încet, deoarece succesele empirismului sunt întâmplătoare, plafonate și lente. După apariția științei, tehnica și știința au evoluat în paralel, influențându-se reciproc nesemnificativ, o lungă perioadă de timp.

Înaintea epocii moderne, tehnica s-a dezvoltat prin ea însăși, apoi foarte târziu, dezvoltarea tehnicii s-a făcut în corelație cu progresele științei.

Abia la sfârșitul secolului al XVIII-lea se poate spune că tehnica a început să utilizeze cunoștințele acumulate în știință, fapt care s-a accentuat în secolul al XIX-lea, ca să devină regulă, în secolul al XX-lea.

În prezent, *ingineria* diferă de matematică și de fizică, pe care se sprijină însă, nu printr-o rigoare mai mică a demersului, ci prin acțiune orientată, creația inginerească având finalitate, scop precis. Inginerii, în activitatea lor, au conștientizat și au acționat în virtutea următorului adevăr: *resursele sunt limitate, pe când creativitatea este nelimitată*.

După inventarea mașinilor de război, cum ar fi catapultele și tunurile mobile, care impuneau cunoștințe de mecanică, s-a născut oficial *profesiunea de inginer*. Deși calificarea acestei profesii era – inițial – de proveniență civilă, ea s-a transformat ulterior într-o profesiune militară. Inginerii acelor timpuri aveau ca misiune construirea și deservirea mașinilor de luptă, crearea planurilor de fortificații, a valurilor de pământ și a șanțurilor de apărare.

În jurul anului 200 î.e.n. inginerul și tacticianul Filon din Bizanț, în cartea a VIII-a a lucrării sale *Enciclopedia mecanică*, a descris mașinile de război cunos-

cute atunci, ceea ce dovedește încă o dată caracterul militar al profesiei de inginer din Antichitate.

Arhimede din Siracusa (287 – 212 î.e.n) a efectuat studii de matematică și de fizică, dar a creat și elemente care țin de inginerie, și anume: pompa cu melc, scripetele, roata dințată. A dezvoltat primele aplicații ale hidrostaticii (legea lui Arhimede, teoria centrului de gravitație); a stabilit legile pârghiilor și a construit ceasul și orga acționate hidraulic etc. Sub acest aspect, Arhimede a fost inventator și unul dintre primii ingineri, în înțelesul modern al ingineriei, bazată pe cunoaștere științifică.

Ctesibios (170 – 117 î.e.n.), fondatorul școlii de inginerie din Alexandria, a inventat numeroase sisteme pneumatice și hidraulice (de exemplu, clepsidra cu apă).

În perioada Renașterii (1453 – 1659), profesiile de artist, arhitect și inginer nu erau separate. Această sinteză a preocupărilor, caracteristică Renașterii, este întruchipată de Leonardo da Vinci (1452 – 1519), care, oricât de desăvârșit a fost ca artist, s-a manifestat cel mai pregnant în domeniul ingineriei. El a efectuat studii de mecanică, de hidraulică precum și studii privind zborul; a desenat laminoare, mori, excavatoare mobile ș.a. Deși a schițat mai multe mașini, niciuna nu ar fi putut funcționa, deoarece – la vremea aceea – *nu existau mașini motoare*.

Michelangelo Buonarroti (1475 – 1564), celebru sculptor și pictor, a acționat ca un inginer, atunci când s-a ocupat de construcția bazilicii San Pietro din Roma, ca și de alte clădiri, sau atunci când i s-a încredințat sarcina să se ocupe, pentru un timp, de fortificațiile Florenței.

Galileo Galilei (1564 – 1642) a fost profesor de fizică și de inginerie militară la Padena. Prin corelarea matematicii cu mecanica, el a devenit unul dintre întemeietorii tehnicii bazate pe știință.

Construcția căilor ferate și a vapoarelor, în secolul XIX, a fost rodul noii profesii ingineresti, aceea de *inginer mecanic*. Inginerul mecanic modern nu este descendentul direct al vechiului inginer militar, ci al constructorului de mori și al metalurgului din perioada meșteșugurilor.

În istoria civilizației constatăm perioade de dominație ale diferitelor ramuri ale culturii. Au fost perioade în care au dominat sculptura, arhitectura, pictura, filosofia sau literatura. Ultimii 150 de ani au fost dominați de știință și de tehnică. Realizările tehnice remarcabile ale secolului XX ne dau dreptul să spunem că acesta a fost *secolul afirmării depline a ingineriei în societate, secolul în care s-au născut științele ingineresti. Totodată, tehnica a fost considerată de filosofi un domeniu distinct al culturii*.

3.3. Lumea contemporană, rod al ingineriei și științei

Scara pe care urcă civilizația omenirii aparține ingineriei. Lumea contemporană este rezultatul multor ani de descoperiri, invenții și creații tehnice. *Rolul ingineriei* a fost și rămâne dominant deoarece are drept scop îmbunătățirea condițiilor de viață și progresul civilizației, și *nu cunoașterea de dragul cunoașterii*. Multe dintre realitățile vieții noastre cotidiene păreau de neconceput cu o sută de ani în urmă. În secolul XX, tehnica bazată pe știință, cu alte cuvinte pe științele ingine-

rești, a făcut pași uriași. În acești o sută de ani au fost câteva momente cruciale, între care: aeroplanul (1906), televiziunea (anii 1920), antibioticele (anii 1940), microprocesoarele (anii 1970), materialele plastice și compozite.

Dacă analizăm întreaga istorie cunoscută a omenirii vom constata existența mai multor momente sau intervale de timp critice. Acestea sunt momente de bifurcație în evoluția proceselor care au dus de la *civilizația de prund, din paleolitic la civilizația contemporană*. Dacă un anumit moment $t_{cr,i}$ nu ar fi fost critic (fig. 3.1), evoluția nivelului de civilizație s-ar fi produs în continuarea curbei AA_i , astfel că la un moment t nivelul civilizației ar fi fost NC_t . Momentul critic $t_{cr,i}$ face ca nivelul de civilizație să crească mai rapid, încât la momentul t se ajunge la $NC_t + \Delta NC_i$ în loc de NC_t . Dacă se mai adaugă un moment critic $t_{cr,i+1}$, atunci la timpul t creșterea nivelului de civilizație este mai mare, și anume cu $\Delta NC_{i,i+1} = \Delta NC_i + \Delta NC_{i+1}$ etc.

În tabelul 3.1 sunt înscrise intervalele sau momentele critice cruciale din punctul de vedere al civilizației omenirii. *Impulsul dat de evenimentele tehnice și științifice care au marcat aceste momente cruciale a dus omenirea de la civilizația pietrei la civilizația cristalelor ultrapure.*

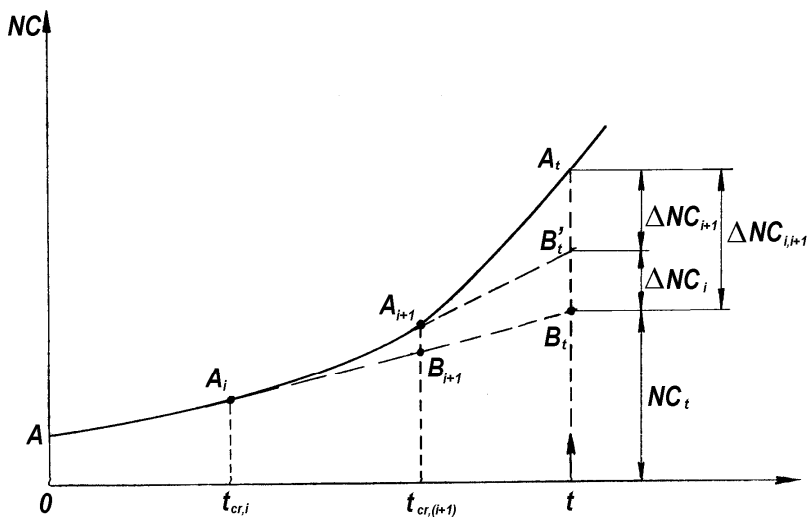


Fig. 3.1. Efectul momentelor critice (t_{cr}) asupra nivelului de civilizație (NC)

a. Civilizația de prund

În paleoliticul inferior (între 3 000 000 și 100 000 î.e.n.), *hominizii*, precursori ai tipului uman actual, utilizau pseudouneltele, adică „unelte” care nu se păstrau pentru utilizare repetată (pietre, bețe etc.). Acea perioadă a fost denumită „civilizația de prund”. Cu alte cuvinte, civilizația de prund are drept caracteristică pseudouneltele.

Mai târziu, în paleoliticul mijlociu (între 100 000 și 40 000 î.e.n.), *omul din Neanderthal* utilizează primele unelte adevărate (de exemplu, topoare de mână, cuțite cu mâner etc. din piatră și silex), care permiteau *repetarea lucrărilor*. Aceste unelte erau realizate din „semifabricate” naturale; ele – ca atare – nu se găseau în natură, erau create. Atunci s-a născut tehnica.

În paleoliticul superior (cca. 40 000 – 10 000 î.e.n.), *Homo sapiens* creează unelte compuse din două sau mai multe piese (secera cu mâner de corn și dinți din silex), unelte evolute (cuțite, dălți, harpoane etc.), arme, precum săgeata din lemn, os sau coarne de animal, arcul cu săgeți, bumerangul (25 000 – 20 000 î.e.n.), începe activități meșteșugărești (îmbrăcăminte, locuințe etc.), a fost inventat acul din os cu ureche (cca. 20 000 î.e.n.) etc. Se poate vorbi deja de *realizări tehnice* evolute, dar corespunzătoare nivelului acelor vremuri.

b. Revoluția neolitică numită și revoluția agricolă

În epoca neolitică (10 000 – 4000 î.e.n.) s-a produs sedentarizarea comunităților omenești, apar primele sate agricole (cca. 9000 î.e.n.), au apărut meșteșugurile, sunt domesticite animalele (oaia, capra, vitele, câinele), se produc unelte din piatră șlefuită, vase din lut etc. Se consideră, în prezent, că în mileniul VIII î.e.n. s-a produs **revoluția agricolă**, ale cărei caracteristici sunt prezentate în tabelul 3.1. Revoluția agricolă poate fi considerată, așa cum s-a arătat la subcapitolul 2.2, ca *revoluția industrială zero*.

c. Trecerea de la epoca pietrei la epoca metalelor

Aceasta s-a produs pe durata cuprinsă între mileniile IV și II î.e.n.

Trecerea de la epoca pietrei la epoca metalelor, a bronzului (în Orientul Mijlociu, cca. 3.00 î.e.n.) și a fierului (în Orientul Mijlociu, cca. 1300 î.e.n.), a determinat un progres evident în raport cu etapele anterioare.

Ce a însemnat, de exemplu, trecerea la epoca fierului? Au fost realizate mari progrese în fabricarea uneltelor, mai ales de către inginerii și inventatorii greci. Au fost îmbunătățite uneltele cu mâner (topoare, ciocane), a fost inventată lopata, care ar fi fost prea scumpă dacă era din bronz. A fost inventată *balamaua*, fapt posibil, deoarece barele din fier puteau fi curbate ușor sub formă de inel. Aceasta a permis realizarea a două unelte noi: *cleștele și compasul*. Uneltele ca și armamentul din fier erau accesibile oricui, ceea ce a permis soldaților greci să biruiască trupe mult mai numeroase ale popoarelor asiatice, timp de câteva secole.

d. Prima revoluție în știință

În Antichitate știința a fost dezvoltată de greci. Începând cu anul 146 î.e.n., grecii și majoritatea popoarelor mediteraneene au intrat sub dominația Romei, după care știința nu a mai prosperat. Din anul 395, când cea mai mare parte a lumii elenistice a devenit parte a Imperiului Bizantin, preocupările pentru știință s-au redus considerabil.

Pe de altă parte, dezvoltarea Bisericii creștine a jucat un rol important în declinul științei. Punctul de vedere creștin asupra vieții, și anume, *credința conform căreia cunoașterea tainelor universului nu ajută în viața de apoi, a descurajat dorința de cunoaștere și a stopat progresul științei*. Cunoașterea și știința au fost

asociate cu păgânismul, ceea ce a dus, în anul 390, la distrugerea de către episcopul Teofil a bibliotecii Templului lui Serapis din Alexandria și ulterior, la uciderea matematicienei Hypatia, în anul 415.

După închiderea ultimelor mari centre de învățământ ale Antichității – Academia și Liceul din Atena – în anul 529, de către împăratul bizantin Justinian, și distrugerea în anul 641 de către arabi a ceea ce mai rămăsese din Muzeul din Alexandria, activitatea științifică europeană a încetat aproape complet.

Între anii 700 și 1300, cultura islamică, dezvoltată în lumea arabă, a înflorit și a creat o punte peste golul dintre epoca elenistă și Renaștere. Arabii au adus contribuții în astronomie, matematică, chimie, fizică, medicină.

O adevărată renaștere a științei în Europa s-a produs după cucerirea Constantinopolului de către turci, în 1453, când savanții din Bizanț au fugit în Europa de Vest, ducând cu ei mai multe manuscrise grecești. Aceasta a făcut ca în perioada Renașterii în Europa să fie resuscitat interesul pentru moștenirea culturală greacă.

Tabelul 3.1. Momente (t_{cr}) sau intervale de timp critice (Δt_{cr}) cruciale în istoria omenirii

INTERVALE DE TIMP		ELEMENTE CARACTERISTICE, REVOLUȚIONARE
Epoca paleolitică, 3 000 000 – 10 000 î.e.n.		- „ civilizația de prund ” caracterizată prin utilizarea „ <i>pseudouneltelor</i> ”, fapt care a declanșat procesul de formare a omului;
$\Delta t_{cr,1}$	Epoca neolitică, mileniul VIII î.e.n.	- „ revoluția neolitică ” sau „ revoluția agricolă ” reprezintă: - epoca nouă a pietrei; - trecerea de la economia „prădătoare” la economia „producătoare” bazată pe cultivarea plantelor și creșterea animalelor; - apariția meșteșugurilor (olărit, tors, țesut), a primelor „locuințe” (bordee), perfecționarea navigației etc.; - trecerea omului de la statutul de <i>nomad</i> la cel de <i>sedentar</i> ;
$\Delta t_{cr,2}$	Mileniul IV –II î.e.n.	- trecerea de la epoca pietrei la epoca metalelor , sau de la tehnologiile bazate pe piatră ca materie primă la tehnologiile bazate pe metale: - <i>epoca bronzului</i> începe în Orientul Mijlociu, în Iran (cca. 3200 î.e.n.) și în valea Indusului (cca. 3000 î.e.n.); - <i>epoca fierului</i> începe în Orientul Mijlociu (cca. 1300 î.e.n.);
$t_{cr,3}$	1543	- debutul primei revoluții în știință , odată cu editarea cărților care cuprindeau teoria heliocentrică a astronomului polonez Nicolaus Copernic și a anatomiei flamandului Andreas Vesalius, care au revoluționat concepțiile despre univers și despre umanitate;

Tabelul 3.1 (continuare)

INTERVALE DE TIMP		ELEMENTE CARACTERISTICE, REVOLUȚIONARE
$t_{cr,4}$	1781	- inițierea primei revoluții industriale , în Marea Britanie, determinată de inventarea <i>motorului cu abur</i> de către inginerul scoțian James Watt (1781);
$\Delta t_{cr,5}$	1870–1876	- inițierea celei de a doua revoluții industriale , determinată de: - inventarea în 1876 a motorului cu combustie internă în patru timpi (Nikolaus August Otto), care pregătește „era automobilului”; - electricitatea produsă industrial a început să fie transportată la distanță (1870), ceea ce a dat posibilitatea folosirii pe scară largă a motoarelor electrice și a unor noi procedee industriale (electroliza);
$\Delta t_{cr,6}$	1887–1895	- inițierea celei de a doua revoluții în știință a fost determinată de: - verificarea experimentală a teoriei lui J.C. Maxwell despre <i>propagarea undelor electromagnetice</i> , efectuată de H. Hertz (1887); - <i>descoperirea razelor X</i> (Wilhelm Röntgen, 1895);
$\Delta t_{cr,7}$	1901–1906	- a treia revoluție industrială a constat în: - <i>transmiterea semnalelor</i> cu ajutorul undelor electromagnetice (G. Marconi, 1901); - <i>începutul industriei electronice</i> moderne prin crearea primelor tuburi electronice (dioda lui A. Fleming, 1904, trioda – Lee De Forestt, 1905 etc.); - <i>aeroplanul</i> se ridică de la sol cu mijloacele proprii de bord (1906);
$\Delta t_{cr,8}$	1948–1956	- se inițiază prima revoluție tehnico-științifică odată cu: - publicarea cărții “Cibernetica” (Norbert Wiener, 1948); - <i>descoperirea efectului tranzistor</i> (W.B. Shockley, J. Bardeen și W.H. Brattain, 1948) și, ulterior, realizarea tranzistorilor care au înlocuit tuburile electronice în radioreceptoare, televizoare și calculatoare (1956).

Începutul primei *revoluții în știință* este considerat anul 1543, când au fost publicate teoria heliocentrică a astronomului polonez Nicolaus Copernic (1473 – 1543) și anatomia flamandului Andreas Vesalius (1515-1564). Ele au fost tipărite, ceea ce a permis o mai ușoară răspândire a cărților în comparație cu perioada anterioară, când răspândirea cărților se făcea prin copiere manuală. De la nașterea științei până la inițierea primei revoluții științifice au trecut peste 2100 de ani.

Până la Copernic era oficială teoria geocentrică a lui Aristotel (planetele și Soarele se învârtesc pe traiectorii circulare în jurul Pământului). Filosoful grec Aristarh din Samos (sec. III î.e.n.) a avansat *ideea* heliocentrică (Pământul și planetele se învârtesc în jurul Soarelui). Copernic a transformat însă această idee într-o *teorie științifică* utilă, verificată cu ajutorul observațiilor astronomice și folo-

sită pentru predicții. Prin aceasta a revoluționat concepția noastră despre lume și a reprezentat prologul lucrărilor lui Galilei și Kepler, predecesorii lui Newton, care a formulat legile mișcării și legea gravitației. Teoria lui Copernic a fost publicată în cartea sa *De revolutionibus orbium caelestium* („Despre mișcarea de revoluție a corpurilor cerești”).

Cartea lui Vesalius, *De humani corporis fabrica* („Asupra structurii corpului uman”), conținea ilustrații excepționale și era o anatomie adevărată a corpului uman. Cu aceasta s-au pus bazele anatomiei moderne. Cărțile anterioare erau lipsite de ilustrații și apăruseră numai în câteva exemplare scrise de mână. Înaintea lui Vesalius, medicii utilizau învățăturile medicului roman de origine greacă Galenus (129 – 201), deși unele dintre acestea nu erau în concordanță cu observațiile practice. Vesalius a combătut dogmele galenice și a introdus descrieri anatomice bazate pe un număr foarte mare de disecții și necropsii.

Aceste cărți au produs o transformare adâncă a concepției științifice. Locul vechiului tablou al lumii, calitativ, continuu, limitat și religios, moștenit de la greci, l-a luat un nou tablou al lumii, și anume, cantitativ, atomist, incomparabil lărgit și laic.

Apariția acestor cărți a revoluționat concepțiile despre univers și umanitate. A fost dăruit întregul edificiu al concepțiilor moștenite de la greci, în locul lor construindu-se un sistem cu totul nou. A fost înlocuită o concepție despre lume cu alta; cartea lui Copernic *De revolutionibus orbium caelestium* a marcat începutul științei moderne.

Desăvârșirea primei revoluții în știință s-a produs între 1660 și 1734 – după apariția lucrărilor lui Galileo Galilei și Johannes Kepler – în perioada în care Isaac Newton (1642 – 1727) domina scena științifică a lumii. Cartea lui Newton, *Philosophiae naturalis principia mathematica* („Principii matematice ale filosofiei naturale”), publicată în 1687, a avut o puternică influență asupra dezvoltării mecanicii în secolele următoare.

Între 1543 și 1720, o parte a științei moștenite de la greci a fost negată. Unele scrieri ale lui Aristotel (384 – 322 î.e.n.), de exemplu, au reprezentat timp de peste optsprezece secole un fel de corset intelectual care a întârziat dezvoltarea științei.

Filosoful britanic Francis Bacon (1561 – 1626) și filosoful francez René Descartes (1596 – 1650) îi îndemnau pe oamenii de știință din Europa să facă abstracție de autoritatea lui Aristotel și să se bazeze pe observațiile și experimentele proprii.

Teoria geocentrică a lui Aristotel a fost infirmată de Copernic, care a demonstrat teoria heliocentrică. Teoria lui Aristotel conform căreia obiectele mai grele cad pe pământ cu o viteză mai mare decât cele ușoare a fost infirmată de Galilei, care a afirmat că „dacă neglijăm rezistența aerului, corpurile cad la fel”, și de Newton, prin a sa lege universală a gravitației. Considerarea de către Aristotel a cauzei exterioare (forței), care produce mișcarea unui corp, ca fiind proporțională cu viteza acestuia este infirmată de a doua lege a lui Newton (forța este proporțională cu accelerația corpului).

Pe de altă parte, Francis Bacon a arătat că logica deductivă a lui Aristotel nu este suficientă și a propus introducerea unei noi metode de investigație, cea induc-

tivă. De asemenea, a pledat în favoarea metodelor empirice de investigație. Ca urmare, oamenii de știință s-au apucat să studieze rezultatele propriilor observații și să formuleze teorii, ceea ce a dus la dezvoltarea științei.

Predecesorii lui Galileo Galilei, preluând idile lui Aristotel, au făcut observații calitative și au categorisit fenomenele. Galilei a pus accentul pe *măsurători cantitative* în studiul fenomenelor și pe exprimarea într-o formulă matematică a rezultatelor experimentale; prin aceasta a fundamentat *metodologia științifică modernă*.

Descoperirile științifice care s-au produs în etapa desăvârșirii primei revoluții științifice, aplicate în tehnică, au determinat în secolele următoare revoluționarea modului de viață al oamenilor și au atras după ele transformări radicale în politică, în gândirea religioasă, filosofie și artă.

Finalul desăvârșirii primei revoluții în știință este considerat anul 1734; aceasta este urmată de începutul *Iluminismului*, situat în anul 1735.

Se poate afirma că răspândirea, prin tipărire, a celor două cărți care au determinat începutul primei revoluții în știință s-a datorat unor realizări tehnice despărțite între ele de peste 13 secole: inventarea hârtiei pe bază de fibre vegetale în China, în anul 105, de către Ts'ai Lun, și inventarea tiparului cu caractere mobile și a preseii de tipar (care a permis producția în masă de materiale scrise), în 1440, de către Johann Gutenberg (1400 – 1468).

Până la realizarea tiparului cu caractere mobile de către Gutenberg, cărțile erau copiate manual, motiv pentru care erau scumpe și rare. Majoritatea cărților până în secolul al XVI-lea erau în proprietatea bibliotecilor mănăstirilor. După secolul al XVI-lea, datorită existenței tiparului, a devenit posibilă publicarea cărților în tiraje mai mari, ceea ce le-a făcut accesibile marelui public. Aceasta a făcut ca Biserica să nu mai dețină monopolul asupra instruirii, care a început să se laicizeze.

Înainte de inventarea hârtiei, în China se scria pe bambus sau pe mătase. Cărțile din bambus erau greu de utilizat, iar mătasea era scumpă și nu permitea utilizarea ei pe scară largă. În Europa Occidentală, înainte de producerea hârtiei se scria pe pergament sau pe vellum (obținut din piei de oaie sau de vițel special prelucrate). Aceste materiale înlocuiau papirusul, utilizat de greci, romani și egipteni. Hârtia a fost produsă în Europa abia în secolul al XII-lea și a înlocuit pergamentul.

Până în secolul al doilea al erei noastre civilizația chineză era inferioară celei din Europa Occidentală, însă în următorul mileniu realizările Chinei le-au depășit pe cele ale Occidentului și, timp de aproape opt secole, civilizația chineză a fost cea mai avansată de pe glob. Se tipărea pe hârtie cu tiparul cu blocuri de lemn, ceea ce era un progres imens în comparație cu scrierea manuală pe bambus sau pe mătase. Aceasta a permis răspândirea cărților tipărite la un preț mai redus, fapt care a contribuit la progresul cultural.

Totuși, la începutul secolului al XV-lea, la nașterea lui Gutenberg, cele două zone – China și Europa Occidentală – aveau o dezvoltare tehnologică aproximativ egală.

După secolul al XV-lea, după inventarea tehnicii de producere în masă a cărților de către Gutenberg și utilizarea hârtiei pentru scris, Europa Occidentală a

depășit China. Cultura europeană s-a dezvoltat rapid, pe când cultura chineză a progresat lent, deoarece chinezii au rămas la stadiul tiparului cu blocuri de lemn. Un alt factor care a determinat progresul civilizației europene a fost reprezentat de orientarea Europei Occidentale spre știință, ceea ce s-a datorat raționalismului grec, asociat cu cunoștințele matematice pe care grecii le-au lăsat moștenire.

Cartea *Elementele* a lui Euclid (325 – 270 î.e.n.), o dezvoltare a geometriei plane și în spațiu, dar care conține și capitole mari de teoria numerelor, a servit ca manual timp de peste 2000 de ani. Prima ediția tipărită a apărut în 1482 (la 30 de ani după inventarea tiparului de către Gutenberg), după care au fost publicate peste o mie de ediții diferite. Această carte a familiarizat mințile omenesti cu esența raționamentului logic, fiind un exemplu de structură prin excelență deductivă (a exercitat o influență mult mai mare decât oricare dintre tratatele de logică ale lui Aristotel).

Personalități precum Newton, Galilei, Copernic, Kepler au fost influențate de știința euclidiană.

Realizări importante în știință în China au apărut abia la câteva secole după traducerea și publicarea operei lui Euclid, în anul 1600. În cele câteva secole de după anul 1600, schema deductivă a geometriei lui Euclid a devenit cunoscută chinezilor instruiți. În Japonia, opera lui Euclid a fost cunoscută abia în secolul al XVIII-lea și nici atunci nu s-a bucurat de o apreciere deosebită. Deși astăzi există numeroși savanți în Japonia, înainte ca opera lui Euclid să fie cunoscută nu exista niciunul [19].

Ținând seama de imensul impact pe care invenția lui Gutenberg l-a avut asupra culturii, el poate fi considerat unul dintre cei mai de seamă inventatori din istoria omenirii.

Facilitățile oferite de invenția lui Gutenberg au permis propagarea rapidă a noilor concepții despre univers și umanitate.

e. Prima revoluție industrială

După circa 200 de ani de la debutul primei revoluții în știință, datorită filaturilor a început – în Marea Britanie – centralizarea industriei textile, apoi creșterea explozivă a productivității, ca urmare a unor invenții.

Invențiile din domeniul mașinilor textile au mărit brusc productivitatea acestora. *Suveica zburătoare*, datorită căreia țesutul a devenit mai rapid, a fost inventată în 1733 de englezul John Kay. Țesătorii din industria lânii – o meserie cu tradiție – au distrus războiul de țesut al lui Kay și l-au alungat pe inventator, de teamă să nu-și piardă slujbele. Abia în 1750, cei din industria bumbacului, o meserie fără tradiție, au început să utilizeze suveica zburătoare, cu care țeserea era atât de rapidă încât se termina stocul de fire. Mecanicul britanic James Hargreaves (1767) a sesizat impasul în care se afla industria textilă și a inventat o mașină de filat, care producea o cantitate de fir de zece ori mai mare. Această mașină putea face numai unul din cele două fire necesare țesutului. Apoi, englezul Richard Arkwright a inventat războiul de țesut hidraulic, cu ajutorul căruia se fabrica celălalt tip de fir necesar țesutului.

Cam în aceeași perioadă, metalurgul englez Abraham Darby Jr. (1711 – 1763) a construit primul furnal, în care oțelul se obținea cu ajutorul cărbunelui (cocs), în

loc de mangal rezultat din lemn (1735). Or, cum în Anglia exista mai mult cărbune decât lemn, prin aceasta s-a mărit producția și a scăzut prețul oțelului.

Toate aceste invenții au reprezentat îmbunătățiri ale unor tehnologii existente și au mărit numărul locurilor de muncă. Dar ele nu au fost vitale pentru revoluționarea industriei acelor timpuri.

Prima revoluție industrială a fost determinată de către inginerul scoțian James Watt (1736 – 1819) de la Universitatea din Glasgow, de transformarea – în 1871 – mașinii cu abur, dintr-o simplă pompă într-un motor cu abur. A fost *prima mașină motoare*, care putea acționa un mecanism sau o mașină de lucru. Prin aceasta, motorul cu abur al lui Watt *a avut o importanță crucială în dezvoltarea ulterioară a industriei și societății*. Anterior, cu excepția morilor de vânt și a roților cu apă, principalele surse de acționare erau date de puterea animalelor și a oamenilor, ceea ce a limitat considerabil dezvoltarea industriei. După construcția motoarelor cu abur, producția industrială a înregistrat o creștere imensă.

Ca urmare a utilizării motorului cu abur au fost obținute importante progrese în industria textilă (adaptarea mașinilor cu abur la acționarea mașinilor de filat (1785)), în transportul pe apă, au fost create locomotivele cu abur și s-a dezvoltat transportul pe căile ferate etc. etc.

Inginerul britanic Richard Trevithick (1771 – 1833) a construit, în 1804, un tip de locomotivă dotat cu un motor cu abur care trăgea cinci vagoane încărcate (circa 10 tone), pe o linie cu lungimea de 15 km. În 1814, pionierul căilor ferate, inginerul englez George Stephenson (1781 – 1848), a construit prima locomotivă cu abur, care putea remorca un tren de 90 de tone, mai repede decât cu tracțiunea animală, iar în 1825 – prima locomotivă cu abur din lume, care făcea curse regulate pentru transportul de pasageri și de mărfuri.

În doar câteva decenii căile ferate au împânzit Anglia, apoi Europa și America de Nord. Și toate acestea datorită existenței unei mașini motoare, mașina cu abur. În aceeași perioadă, în 1807, Robert Fulton a construit primul vapor cu abur.

Dar, primul motor cu abur conceput și construit de inginerul mecanic James Watt reprezintă finalul multor încercări empirice, începând cu aceea a inventatorului francez Denis Papin (1690), care a utilizat presiunea aburului pentru a pune în mișcare un piston, continuând cu pompa acționată cu abur, inventată de mecanicul englez Thomas Savery (1698) și utilizată la drenarea minelor, însă care nu era prea eficientă, perfecționată ulterior de inginerul mecanic englez, Thomas Newcomen (1711), mașina fiind utilizată în același scop. În 1765, James Watt a adăugat o cameră separată de condensare, ceea ce a dus la mărirea substanțială a randamentului, a brevetat invenția sa în anul 1769, iar apoi – în 1781 – a transformat mașina dintr-o simplă pompă într-un *motor* care transforma mișcarea de du-te-vino a pistonului în mișcarea de rotație a unui arbore. Din 1782, motorul cu abur a început să fie produs în serie în fabrica inginerului Matthew Boulton din Birmingham, cu care James Watt se asociase încă din 1775.

Motorul cu abur a fost utilizat din ce în ce mai mult după anul 1800, datorită următoarelor avantaje:

- forța umană sau cea a animalelor putea fi înlocuită pentru acționarea unor mașini sau a unor unelte, cu un motor care ocupa un spațiu relativ mic. Prin aceasta industria, aflată la începutul ei, a devenit independentă de energia oferită de natură;
- putea fi amplasat acolo unde era nevoie de energie, ceea ce nu era posibil până atunci (când se recurgea la căderi de apă sau la energia vântului, de exemplu);
- utilizarea sa la mașinile-unelte ale acelor timpuri a permis, pentru prima dată, atât prelucrarea unor piese de dimensiuni relativ mari, cât și fabricarea unui număr mare de piese în unitatea de timp;
- utilizate la vapoare și la locomotive, motoarele cu abur au permis revoluționarea transportului de pasageri și de mărfuri, cu efect economic favorabil.

O analiză atentă arată că *prima revoluție industrială a avut un impact mai mare asupra vieții de zi cu zi a oamenilor decât cele două revoluții politice care au avut loc în aceeași perioadă istorică, Revoluția Americană și Revoluția Franceză.*

În 1797, inginerul englez Henry Maudsley (1771 – 1831) a inventat *căruciorul și dispozitivul portcuțit*, în care se montează scula prelucrătoare, acționate de un șurub conducător. Aceasta este considerată una dintre cele mai importante invenții de-a lungul istoriei. Până atunci, cuțitul era ținut în mână, în timpul prelucrării piesei. Invenția a permis realizarea cu mai mare precizie a componentelor motorului cu abur.

Cât de importantă a fost această invenție rezultă din următoarea relatare. Thomas Newcomen, în 1712, a reușit să producă în cilindrul mașinii cu abur o presiune de 0,105 – 0,110 MPa (adică o suprapresiune față de presiunea atmosferică de cca. 0,005 – 0,01 MPa), datorită neetanșeității dintre piston și cilindru, determinată de ovalitățile acestora. În 1763, când cilindrii mașinii cu abur se realizau încă manual, din tablă, James Watt a reușit să ridice presiunea, într-unul din cilindrii mașinii cu abur, la 0,2 MPa (o suprapresiune de 0,1MPa), deoarece abaterea diametrală maximă a acestuia era de „numai” 9,5 mm. Este evident că reducerea drastică a acestor abateri de la cota nominală a avut ca efect mărirea presiunii aburului în fața pistonului și, ca o consecință, mărirea randamentului.

Dezvoltările tehnologice din perioada revoluției industriale și-au pus amprenta asupra științei. A crescut interesul față de termodinamică, în urma apariției motorului cu abur. Inginerul francez Sadi Carnot (1796 – 1832), intrigat de faptul că motoarele britanice cu abur erau mai eficiente decât cele franceze (navele britanice erau mai rapide decât cele franceze), a început să cerceteze procesele fizice dintr-un astfel de motor. El a fost primul care a aplicat principiile fizicii într-o problemă tehnică și astfel a pus bazele științifice ale termodinamicii; a studiat transformarea căldurii în lucru mecanic și a demonstrat că randamentul unui ciclu termic nu depinde de natura agentului termic, ci numai de temperatura celor două surse termice între care se desfășoară procesul termic.

Motorul cu abur nu a fost inventat pornindu-se de la cercetări științifice, ci, dimpotrivă, această invenție a impulsat cercetările asupra teoriei căldurii.

În Franța, revoluția industrială s-a produs cu 30 de ani mai târziu decât în Marea Britanie, iar în Germania și în Statele Unite, după încă alți 20 de ani.

f. A doua revoluție industrială

În anul 1800, fizicianul italian Alessandro Volta (1745 – 1827) a creat prima pilă sau baterie electrică; o sursă de curent electric care putea parcurge în mod continuu un conductor. Până atunci se putea dispune de electricitate în timpul unor scurte descărcări electrice (de exemplu, din butelia de Leyda, un dispozitiv de acumulare a electricității statice, care poate fi descărcată brusc) sau, în cantități mici, sub formă de electricitate statică. Dispunând de curent electric, Hans Christian Oersted (1777 – 1851), în 1820, a descoperit accidental faptul că între curentul electric și magnetism există o legătură. Pe baza acestei constatări, în 1821, Michael Faraday (1791 – 1867) a realizat primul *model de motor electric* care folosea curentul electric pentru a pune în mișcare de rotație un anumit obiect. În 1831, Faraday a descoperit unul dintre cele mai importante fenomene, *inducția electromagnetică*. Pe această bază a construit modelul *primului generator de curent electric continuu*.

Francezul Hippolyte Pixi (1808 – 1835), în 1832, a produs prima dată *curent alternativ monofazat*, prin rotirea manuală a unui magnet permanent în fața polilor unui electromagnet fix; a marcat prima etapă a dezvoltării generatorului electric.

Aceste descoperiri, fiind continuate cu realizări practice, au reprezentat niște pași uriași pe calea progresului și au prefăcut una din cele două laturi ale celei de-a doua revoluții industriale: *utilizarea pe scară largă a electricității*, în urma găsirii mijloacelor practice de *transmitere la distanță a electricității* (1870). Aceasta a făcut posibilă folosirea motoarelor electrice la acționarea diverselor mașini de lucru și, ulterior, la industrializarea electrolizei, ceea ce a permis obținerea aluminiului (1886).

Inginerul și inventatorul german Werner von Siemens (1816 – 1892) a realizat prima linie de transport al energiei electrice (1870) și, totodată, prima linie de curent electric pentru tramvai, prima locomotivă electrică (1879), precum și primul ascensor electric (1880).

După ce inventatorul american Theodor A. Edison (1847 – 1931) a inventat becul cu incandescență (1879), el a realizat în Statele Unite ale Americii prima distribuție de curent electric continuu pentru iluminat, instalată pe un pachetbot transatlantic.

Alte câteva realizări cruciale determinate de utilizarea curentului electric:

- primele *motoare electrice*: motorul electric de curent continuu de mare putere alimentat de la pile electrice, construit de fizicianul rus Boris S. Jacobi, în 1838; motorul electric de curent alternativ, construit de inginerul american Nicolae Tesla, în 1883;

- primele *generatoare de curent electric continuu* (dynamul, de uz industrial, inventat de inginerul belgian Zenobe Theophile Gramme, în 1867; *generatorul de curent electric alternativ* construit de inginerul german Werner von Siemens, în 1878; *generatorul de curent electric trifazat* construit de inginerul german F.A. Haselwander, în 1888) etc.;

- inginerul american Alexander Graham Bell (1847 – 1922) a brevetat și realizat *telefonul* (1876), dispozitiv a cărui importanță a devenit covârșitoare în secolul XX.

Producerea și apoi transmiterea curentului electric la distanță au făcut ca, la sfârșitul secolului al XIX-lea, națiunile cele mai dezvoltate să beneficieze de realizări tehnice de excepție, precum: motoarele electrice, iluminatul electric, telegraful și telefonul.

Cea de-a doua latură a celei de-a doua revoluții industriale a fost precedată de două realizări importante, și anume: în domeniul metalurgiei, unde oțelul, obținut prin prelucrarea în continuare a fontei lichide, devine mai ieftin datorită utilizării procedeului inventat de inginerul englez Henry Bessemer (1856) pentru obținerea fontei (suflarea unui curent de aer prin fonta topită, în convertizor); în domeniul surselor de energie, ca urmare a începerii exploatării petrolului în România (1857), în Statele Unite ale Americii (1859) și apoi în Rusia (bazinul Baku).

În 1862, inginerul și inventatorul francez Étienne Jean Lenoir (1822 – 1900) a construit primul motor cu ardere internă în doi timpi alimentat cu gaz, a cărui putere era insuficientă pentru a propulsa un automobil.

În 1876, inginerul german Nikolaus August Otto (1832 – 1891) a conceput *primul motor cu combustie internă în patru timpi* capabil să propulseze un vehicul; este prototipul sutelor de milioane de motoare construite de atunci încolo. Folosind acest motor, pe care l-au perfecționat, inginerul german Gottlieb Daimler și inventatorul german Karl Benz au creat, independent unul de celălalt, primele automobile practice din lume (1886); întâi Benz, un automobilul cu trei roți, iar după câteva luni, Daimler, un automobil cu patru roți. În Statele Unite ale Americii, primul automobil cu motor alimentat cu benzină a fost fabricat de Henry Ford (1863 – 1947), în 1893; astfel a început „era automobilului”.

Henry Ford a întemeiat în 1903 faimoasa „Ford Motor Company”, în care a început producția în masă a automobilelor Ford T (piesele produse în diverse ateliere sunt montate la fabrica mamă (1908), după care se trece la linia de asamblare rulantă (1913), care reduce costul unui automobil cu circa 50%).

Transportul energiei electrice la distanță și, ca urmare, posibilitatea utilizării ei în orice colț al lumii, precum și realizarea primului motor cu ardere internă în patru timpi au revoluționat modul de viață al oamenilor și au influențat creșterea nivelului de civilizație al omenirii.

Dacă am elimina din viața de zi cu zi toate facilitățile pe care ni le oferă cele două elemente caracteristice celei de-a doua revoluții industriale (motorul cu ardere internă și energia electrică), nivelul de civilizație ar scădea dramatic.

Utilizarea oțelului a permis reducerea greutateii motoarelor și creșterea performanțelor acestora. Mașinile motoare (termice și electrice) produse de ingineri au permis perfecționarea acționării strungurilor, ceea ce – împreună cu invenția lui Henry Maudsley – a condus la așchieria de precizie a metalelor și, în consecință, la crearea pieselor necesare și mașinilor termice la dimensiunile prescrise. În consecință, au crescut randamentele mașinilor termice.

După 1876, inventarea și crearea diferitelor variante de motoare cu ardere internă de către inginerii germani Gottlieb Daimler, Karl Benz (motoare alimentate cu benzină) și Rudolf Diesel (a creat un motor similar celui al lui Otto, dar alimentat cu motorină, inventat în 1892), precum și crearea primelor automobile au stimulat dezvoltarea industriei constructoare de mașini, care, la rândul ei, a fabricat

echipamentele necesare industriei de extracție și de rafinare a petrolului, deoarece motoarele cu ardere internă aveau nevoie de benzină, motorină și lubrifianți. A început astfel formarea *industriilor de proces*, între care industriile de rafinare a petrolului, chimia și petrochimia, sunt industrii reprezentative.

Mașina care a transformat cel mai mult atât industria cât și condițiile de viață din secolul XX a fost motorul cu ardere internă. Zeci de mii de ingineri au contribuit, de-a lungul secolului XX, la perfecționarea și optimizarea mașinilor termice.

g. A doua revoluție în știință

După peste 340 de ani de la prima revoluție în știință, între 1887 și 1895 se inițiază *a doua revoluție în știință*, ca urmare a:

- *confirmării experimentale a existenței undelor electromagnetice* (1887) prezise de teoria câmpului electromagnetic formulată de fizicianul britanic James Clark Maxwell (1873);

- *descoperirii razelor X* de către fizicianul german Wilhelm Conrad Röntgen (1895).

Ecuatiile lui Maxwell, care descriu variația intensității câmpului magnetic, respectiv electric, când aceste câmpuri sunt incluse într-un câmp electromagnetic, au adâncit considerabil ideile noastre asupra fenomenelor electrice. Ele arată că o perturbație electromagnetică produsă într-un punct se propagă mai departe, din aproape în aproape, sub forma unei unde, numită electromagnetică. Conceptul de undă electromagnetică stăpânește și astăzi întreaga gândire științifică. Dovada experimentală a existenței undelor electromagnetice a fost găsită în 1887 de către fizicianul german Heinrich Rudolf Hertz (1857 – 1894). Această descoperire, provocată de ecuațiile lui Maxwell, a influențat puternic evoluția civilizației în secolul XX.

Descoperirea razelor X a declanșat două noi căi de cercetări; una va declanșa la rândul ei o avalanșă de idei noi, revoluționare, despre structura atomului, iar cealaltă va conduce la descoperirea unei instabilități la anumite elemente chimice, ceea ce va avea ca final obținerea energiei nucleare. În legătură cu instabilitatea unor elemente chimice, a fost descoperită radioactivitatea naturală a uraniului de către fizicianul francez Antoine-Henri Becquerel (1896), iar în ceea ce privește structura atomului, a fost descoperit electronul de către fizicianul englez Joseph John Thomson (1897).

Aceste descoperiri au avut un mare impact asupra societății, prin utilizarea lor de către ingineri.

h. Începutul celei de-a treia revoluții industriale

Transmiterea semnalelor cu ajutorul undelor electromagnetice, crearea tuburilor electronice și a aeroplanelor reprezintă fondul celei de-a treia revoluții industriale. Ea este urmarea celei de-a doua revoluții în știință și s-a concretizat prin aceea că descoperirea electronului și elaborarea teoriei electronilor au condus la realizarea tuburilor electronice (diode, triode, pentode etc.), care au contribuit la revoluționarea radiotehnicii și a comunicațiilor prin radiunde, precum și a tuburilor catodice utilizate în construcția osciloscopelor catodice, la construcția televizoarelor și a multiplicatorilor electronici.

Inventatorul italian Guglielmo Marconi (1874 – 1937) a utilizat rezultatele experimentelor efectuate de Heinrich Hertz (prin care s-a demonstrat existența undelor electromagnetice invizibile, care se propagă prin spațiu cu viteza luminii) și a creat primul dispozitiv pentru transmiterea semnalelor, fără fir, în 1896. A transmis primul mesaj radio din Anglia în America în anul 1901 (fig. 3.2). Este considerat pionierul radioului.

După descoperirea electronului a putut fi explicat efectul termoionic denumit și efect Edison (descoperit, dar neexplicat, de Thomas Alva Edison, în 1883), care constă în deplasarea electronilor emanați de un electrod cald către unul rece, ambii aflați într-un tub vidat.

Inginerul electrician britanic John Ambrose Fleming (1849 – 1945) a construit, în 1904, pe această bază, dioda („valva Fleming”), primul dispozitiv electronic cu rol de redresor (ulterior, tuburile electronice au fost utilizate și ca amplificatoare), care permitea transformarea curentului alternativ în curent continuu (fig. 3.3). Anterior, se utilizau cristale pentru redresarea curentului alternativ (aparate ca radiourile, televizoarele, calculatoarele funcționează numai cu curent electric continuu).

În 1905, inginerul american Lee De Forest a creat trioda, prin adăugarea unui al treilea electrod (grila) diodei. Au urmat tuburi electronice din ce în ce mai complexe (tetroda – 1925, pentoda – 1928 etc.).

Trebuie menționat că, spre deosebire de dispozitivele electrice care la trecerea curentului electric au un comportament constant (motoare electrice, aparate de încălzit, instalații de iluminat etc.), comportarea dispozitivelor electronice depinde și de controlul fluxului de electroni; acest control deosebește dispozitivele electronice de cele electrice.

Pe 13 decembrie 1903, frații Orville Wright (1871 – 1948) și Wilbur Wright (1867 – 1912) au efectuat primul zbor cu un aparat mai greu decât aerul (fig. 3.4), însă decolarea nu s-a făcut prin mijloace proprii, ci avionul era catapultat de pe un plan de lansare construit din lemn. Zborul s-a efectuat la Kitty Hawk, în Statele Unite ale Americii.



Fig. 3.2. Primul dispozitiv de transmis sunete al lui G. Marconi



Fig. 3.3. Dioda lui Fleming



Fig. 3.4. Avionul „Zburătorul” al fraților Wright care a zburat (după ce a fost catapultat) timp de 12 secunde pe o distanță de 37 metri (1903)

Adevăratul zbor al unui aeroplan (fig. 3.5), a cărui *desprindere de sol s-a făcut cu mijloace proprii de bord*, fără folosirea niciunei instalații auxiliare, s-a produs pe 18 martie 1906, la Montesson, lângă Paris, și s-a datorat creației inginerului mecanic român Traian Vuia (1872 – 1950).



Fig. 3.5. Aeroplanul „Liliacul” al inginerului român Traian Vuia, cu care acesta a zburat (ridicându-se de la sol cu propriile sale mijloace) la circa 1 m înălțime, pe o distanță de 12 metri (1906)

Avionul a fost una dintre creațiile importante ale tehnicii, dacă ținem seama că oamenii au visat să zboare din vremuri imemorabile („covoarele zburătoare”, din culegerea de povești *O mie și una de nopți*). În 1906, visul a devenit realitate, iar în deceniile care au urmat domeniul aviației s-a dezvoltat exploziv.

După 55 de ani, pe 12 aprilie 1961, în Uniunea Sovietică este lansată prima navă spațială, Vostok – 1, cu un om la bord, primul care a pătruns în spațiul interplanetar. După alți opt ani, pe 21 iulie 1969, din nava spațială Apollo 11, lansată în Statele Unite ale Americii, primii doi astronauți au pășit pe Lună. Era zborurilor spațiale începuse deja. Dinamica progreselor în acest domeniu a fost fantastică, de neimaginat la începutul secolului XX.

i. Prima revoluție tehnico-științifică

Cea de-a *treia revoluție în știință* și a *patra revoluție industrială* au avut loc aproape simultan și pot fi considerate ca *prima revoluție tehnico-științifică* din istoria omenirii. Aceasta a început în 1948, odată cu publicarea cărții *Cibernetica* a matematicianului american Norbert Wiener, baza științei autoreglării adaptive; a urmat descoperirea efectului tranzistor de către fizicienii americani William Bradford Shockley, Walter Brattain și de către inginerul electrician John Bardeen, care a condus la realizarea tranzistorilor*. Tranzistorii au înlocuit tuburile electronice în aparatele de radio, televizoare și calculatoare – provocând o *revoluție tehnologică*, și anume, dimensiuni din ce în ce mai mici ale acestora. În 1956 a fost realizat primul calculator tranzistorizat (Bell Telephone Laboratories, SUA). O realizare revoluționară a fost crearea *integratelelor multistrat*, care a declanșat *noua revoluție industrială*, prin perspectiva *automatizării totale* a unei producții industriale cu ajutorul unor roboți programabili, precum și revoluționarea muncii de proiectare. În locul sutelor de desenatori se utilizează calculatoare cu logistică specializată pentru fiecare domeniu și subdomeniu (mecanică, electrotehnică, construcții, arhitectură etc.).

Primul circuit integrat a fost pus la punct în 1959 și utilizat de IBM la calculatoare în 1964, ceea ce a *revoluționat informatica*; în 1971, Intel a inventat *microprocesorul* (cunoscut și sub denumirea de *cip*), un circuit cu grad mare de integrare, perfecționat ulterior, în mai multe etape.

Cel mai mare impact al electronicii semiconductoarelor în stare solidă (cipurilor) s-a produs în domeniul calculatoarelor și al microprocesoarelor (dispozitivele semiconductoare) pe care le întâlnim peste tot: în aparatele de radio, televizoare, automobile, tomografe, videocasetofoane, CD-playere, DVD-uri, telefoane, cuptoare cu microunde, termostate programabile etc., etc.

Automatizarea totală și crearea uzinelor integrate pe baza calculatorului (*Computer Integrated Manufacturing*) se referă la procesele continue din industriile chimică, petrolieră și agroalimentară, dar și la producția discontinuă, ca de exemplu sisteme flexibile de producție, asamblare, control, manipulare etc.

3.4. Evoluția nivelului de civilizație

În succesiunea lor, revoluțiile în știință și îndeosebi revoluțiile industriale au determinat creșterea continuă a nivelului de civilizație al omenirii. În tabelul 3.2 aceste revoluții sunt situate în succesiunea epocilor istorice. Se observă că cele mai mari transformări pe calea progresului științific și tehnic aparțin epocii moderne (1642 – 1918), care a pregătit saltul, nemaîntâlnit în istoria omenirii, care caracterizează civilizația din a doua parte a secolului al XX-lea.

În epoca modernă, după prima jumătate a secolului al XIX-lea, au fost inițiate două revoluții industriale și o revoluție științifică, a căror desăvârșire s-a

* Tranzistorul (cristal) este mic și spre deosebire de tuburile electronice degajă foarte puțină căldură și nu are nevoie de atmosferă vidată. Începând cu anul 1960 s-au găsit căi pentru a înghesui cât mai mulți tranzistori pe aceeași bucată de cristal, denumită *cip* (un strat sau o felie subțire de siliciu dopată cu impurități).

produs în epoca contemporană, în parte în paralel cu declanșarea primei revoluții tehnico-științifice. Datorită creațiilor ingineresti, bazate pe descoperirile și teoriile oamenilor de știință, începând cu secolul al XX-lea lumea s-a schimbat încontinuu și, odată cu ea, s-a schimbat viziunea și atitudinea oamenilor din zonele civilizate ale planetei, în legătură cu rolul tehnicii în progresul omenirii, asociată cu necesitatea unei evoluții echilibrate și armonioase, în alianță cu natura.

În figura 3.6 s-a reprezentat calitativ evoluția nivelului de civilizație (NC) în timp. Se constată că, după fiecare moment critic ($t_{cr} \equiv \Delta t_{cr}$), panta curbei ($d(NC)/dt$) crește față de perioada anterioară. Cele mai mari creșteri ale nivelului de civilizație au început odată cu prima revoluție industrială ($t_{cr,4}$).

Tabelul 3.2. Momente și intervale de timp critice în succesiunea epocilor

circa 3 000 000 î.e.n.	- Paleoliticul inferior	- <i>Civilizația de prund</i>
circa 1 000 000 î.e.n.	- Paleoliticul mijlociu	
circa 40 000 î.e.n.	- Paleoliticul superior	
circa 13 000 î.e.n.	- Mezoliticul	
circa 10 000 î.e.n.	- Neoliticul	<i>Revoluția neolitică</i> sau <i>revoluția agricolă</i> ($\Delta t_{cr,1}$ = mileniul VIII î.e.n.) (Revoluția industrială zero)
4000 î.e.n.	- Antichitatea	<i>Trecerea de la civilizația pietrei la civilizația metalelor, bronz și fier</i> ($\Delta t_{cr,2}$ = mileniul IV – II î.e.n.)
476 (Căderea Romei, a Imperiului Roman de Apus)	- Evul mediu	
1453 (Turcii otomani ocupă Constantinopolul și dispare Imperiul Roman de Răsărit)		- <i>Debutul primei revoluții în știință</i> ($t_{cr,3}$ = 1543)
	- <i>Renașterea</i> (Mișcare de recuperare a cunoștințelor din Antichitate)	

Tabelul 3.2 (continuare)

1642 (Declanșarea revoluției burgheze în Anglia) - Epoca modernă	- Inițierea primei revoluții industriale ($t_{cr,4} = 1781$) - Inițierea celei de-a doua revoluții industriale ($\Delta t_{cr,5} = 1870-1876$) - Inițierea celei de-a doua revoluții în știință ($\Delta t_{cr,6} = 1887-1895$) - Debutul celei de-a treia revoluții industriale ($\Delta t_{cr,7} = 1901-1906$)
1918 (Sfârșitul Primului Război Mondial) - Epoca contemporană	- Debutul primei revoluții tehnico-științifice ($\Delta t_{cr,8} = 1948-1956$)
2000	

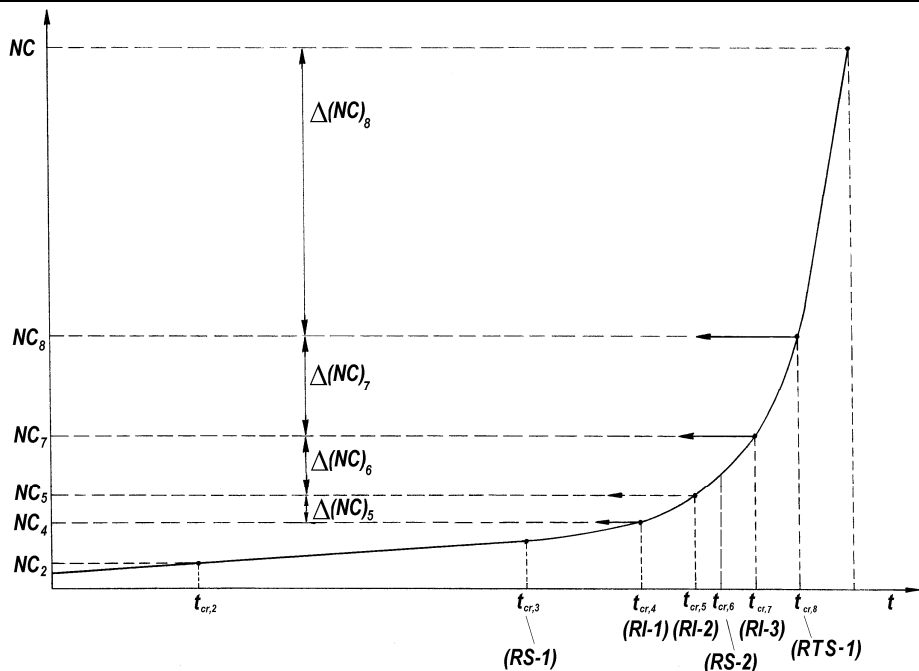


Fig. 3.6. Evoluția în timp a nivelului de civilizație (NC) și creșterea nivelului de civilizație cu $\Delta(NC)_j$ produsă de momentul critic $t_{cr,j}$, unde $j = 1 - 8$:

RS – 1; RS – 2 – prima și, respectiv, a doua revoluție în știință;
RI – 1; RI – 2; RI – 3 – prima, a doua și a treia revoluție industrială;
RTS – 1 – prima revoluție tehnico-științifică

În perioada de după declanșarea revoluției tehnico-științifice – datorită colaborării permanente dintre ingineri și oamenii de știință – progresele au fost foarte rapide, de neînchipuit în deceniile anterioare.

Prima revoluție industrială se referă la domeniul ingineriei mecanice (motorul cu abur), a doua revoluție industrială a fost provocată de realizările în domeniul mecanic (motorul cu combustie internă în patru timpi) și al electricității (transportul la distanță și utilizarea electricității), iar a treia revoluție industrială a demarat cu o invenție în comunicațiile prin radiunde, cu o invenție în electronică și cu o realizare remarcabilă a ingineriei mecanice, aeroplanul.

Descoperirile din știință, îndeosebi din fizică și chimie, au deschis tehnicii noi perspective, în mod deosebit după cea de a doua revoluție industrială, prin dezvoltarea unor noi tehnologii.

După declanșarea primei revoluții tehnico-științifice în domeniul solidelor semiconductoare și al ciberneticii (teoria comenzii), a urmat perioada de consolidare a acestora, care a cuprins toate sectoarele societății. De exemplu, prin introducerea calculatoarelor în viața societății s-a declanșat *construirea unei noi civilizații, cu tehnologii bazate pe cunoaștere*, care reduc considerabil efortul necesar pentru a produce ceva anume.

Toate realizările tehnice de după 1948 s-au datorat, cu foarte puține excepții, lucrului în echipă, colaborării dintre ingineri și oamenii de știință. Aceasta este urmarea specializării atât a oamenilor de știință cât și a inginerilor, dar și a nevoii de abordare interdisciplinară a cercetărilor și realizărilor practice.

Din examinarea succesiunii momentelor critice din istoria omenirii rezultă că intervalele dintre două revoluții s-a micșorat cu trecerea timpului și cu mărirea gradului de civilizație (tabelul 3.3).

Tabelul 3.3

Intervalul	Durata dintre două momente critice
$t_{cr,1} \rightarrow t_{cr,2}$	cca. 5000 ani
$t_{cr,2} \rightarrow t_{cr,3}$	peste 3500 ani
$t_{cr,3} \rightarrow t_{cr,4}$	peste 240 ani
$t_{cr,4} \rightarrow t_{cr,5}$	cca. 90 ani
$t_{cr,5} \rightarrow t_{cr,6}$	cca. 15 ani
$t_{cr,6} \rightarrow t_{cr,7}$	cca. 12 ani
$t_{cr,7} \rightarrow t_{cr,8}$	cca. 50 ani

Din examinarea nivelului științific și filosofic al fiecărei epoci se constată că *gândirea fiecărei epoci se oglindește în tehnica sa*, adică în realizările determinate de ingineri și de inventatori.

Linus Carl Pauling, laureat al Premiului Nobel pentru chimie (1954), afirma că: „*progresul tehnic reprezintă una dintre căile prin care lumea poate fi îmbunătățită prin știință*”. Cu alte cuvinte, descoperirile științei ajung să mărească bunăstarea societății prin intermediul *creației ingineresti*.

În acest sens, Servan-Schreiber scria că progresul economic american de după anul 1930 s-a datorat în esență *invenției tehnice* [18]. De asemenea, „miracolul japonez” s-a datorat victoriei totale a inginerilor în Japonia. Este evident că civilizația actuală, fără ingineri, este de neconceput.

3.5. De la meșteșug la științele ingineresti

Din examinarea evoluției tehnicii din cele mai vechi timpuri și până în prezent se disting trei etape ale ingineriei (fig. 3.7):

- *etapa empirică a ingineriei*, caracterizată prin lipsa de curiozitate științifică a producătorilor. Se foloseau tehnici și procedee tradiționale transmise din generație în generație; ca urmare, ingineria a progresat lent. În acea etapă, ingineria avea caracter de *meșteșug* sau arta de a produce ceva anume;
- *etapa rațională a ingineriei* (sau a științei meșteșugului), când se revizuiesc vechile practici empirice, iar industriașii, pregătiți în școli superioare, devin conștienți de utilitatea științei (secolul al XIX-lea și începutul secolului al XX-lea);

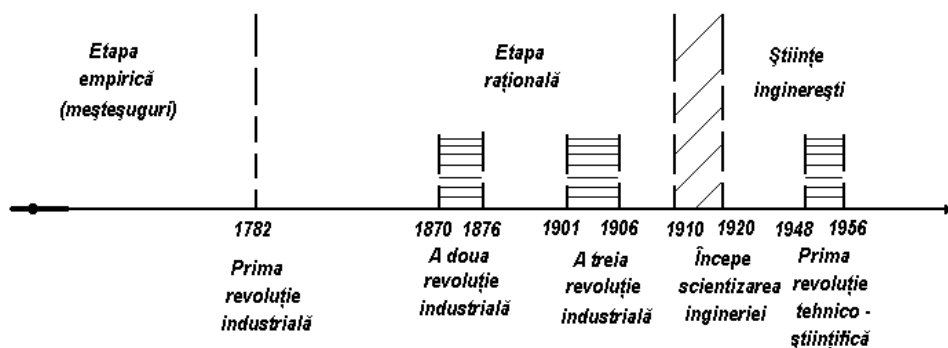


Fig. 3.7. Etapele evoluției ingineriei

– *etapa științifică a ingineriei*, care începe să se instaleze odată cu secolul XX, iar după primele decenii ale secolului al XX-lea ingineria devine știință; este etapa *constituirii științelor ingineresti*, ca urmare a faptului că ingineria a recurs în totalitate la principiile, legile și teoriile generale ale științei, cărora le-a adăugat dreptat principii, legi și teorii proprii.

Din punctul de vedere al *conținutului preocupărilor ingineresti* (fig. 3.8), din paleolitic până la începutul secolului al XIX-lea ingineria a fost mecanică, aici fiind incluse metalurgia și construcțiile. La începutul secolului al XIX-lea se separă ingineria mecanică de ingineria construcțiilor civile și militare, apoi, după mijlocul secolului al XIX-lea, se conturează profesiile de inginer electrician și de inginer chimist (include și preocupările legate de chimia și fabricarea materialelor metalice, respectiv metalurgia). La începutul secolului al XX-lea se individualizează profesia de inginer electronist, iar în a doua jumătate a secolului al XX-lea se naște ingineria nucleară și ingineria calculatoarelor.

Ingineria mecanică, în prezent, se ocupă de prelucrarea mecanică a materialelor (metale, lemn, materiale plastice, sol, cauciuc, textile etc.) și de conceperea, fabricarea, montarea, exploatarea și mentenanța mașinilor, aparatelor și instalațiilor.

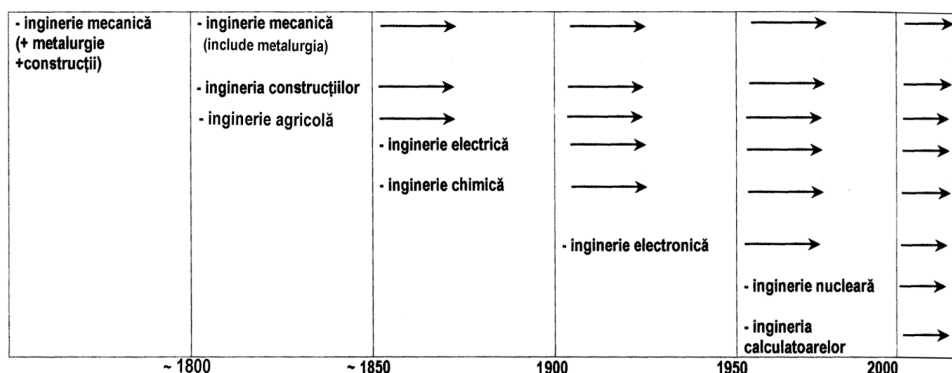


Fig. 3.8. Evoluția principalelor specializări ingineresti

Ingineria construcțiilor se ocupă de realizarea construcțiilor civile, industriale și militare, a drumurilor, podurilor etc.

Ingineria agronomică reprezintă știința și practica prelucrării și cultivării solului și creșterii animalelor. Preocupările oamenilor legate de cultivarea solului și creșterea animalelor datează din epoca neolitică, însă realizarea acestora pe baze științifice s-a făcut abia în secolul al XIX-lea.

Ingineria prelucrării chimice a resurselor naturale face obiectul industriilor chimică, petrolieră, petrochimică, metalurgică, alimentară, microbiologică...

Ingineria electrică (cuprinde și energetica), în sens larg, se referă la circuite, mașini și aparate electrice, la producerea și transportul energiei electrice și utilizarea acesteia.

Ingineria electronică cuprinde preocupările legate de componente, mașini și aparate a căror funcționare se bazează pe circulația electronilor. Din ingineria electronică s-au desprins *ingineria comenzilor automate* și o ramură care a luminat sfârșitul de secol XX – *ingineria calculatoarelor*.

Ingineria nucleară s-a format după 1950, ea se ocupă de energia eliberată prin fisiune nucleară (transmutația uraniului de către neutroni), pentru producerea energiei electrice, a bombelor atomice etc.

În prezent, toate aceste ramuri ale ingineriei coexistă și contribuie la progresul civilizației.

*

* *

Se poate pune întrebarea: *de ce evoluția civilizației a fost atât de lentă până la începutul secolului al XX-lea, ca apoi să evolueze din ce în ce mai rapid?!* Răspunsul ar putea fi următorul: *empirismul demersurilor ingineresti, contactul sporadic dintre inginerie și știință, atitudinea contemplativă față de natură a oamenilor de știință și neimplicarea lor în problemele practice, lipsa mașinilor motoare până la sfârșitul secolului al XVIII-lea și mașini motoare insuficient de performante până în prima parte a secolului XX, lipsa unor mijloace evolute de comandă.*

În spiritul acestei întrebări, este interesant de analizat interacțiunea dintre știință și inginerie. Pe de altă parte, trebuie remarcat marele impact asupra civilizației pe care l-a avut crearea mașinilor motoare: motorul cu abur, motorul cu ardere internă, motorul electric, turbina cu gaze, turbina cu abur.

3.6. Interacțiunea dintre știință și inginerie

În domeniul larg al științei, supremul act al creației este *descoperirea* unui adevăr (a unei substanțe, a unui element, a unei structuri biologice, a unei legi a naturii, a unui continent etc.), existent dar necunoscut anterior cercetării. De exemplu, legea atracției universale exista înainte de a fi descoperită de Newton (1687), planeta Uranus exista înainte de a fi fost descoperită de W. Herschel (1781), continentul american exista înainte de a-l fi descoperit Cristofor Columb, oxigenul exista înainte de a fi fost descoperit (1771) de Carl Wilhelm Sheele (1742 – 1786) și Joseph Priestley (1733 – 1804) etc.

Idealul științei „pure”, *contemplația*, a luat naștere în prima etapă a dezvoltării științei grecești (etapa ioniană, secolul VI î.e.n.) și a dăinuit peste 2500 de ani; îl întâlnim uneori și în zilele noastre, deoarece oferă o scuză comodă pentru cei care vor să beneficieze de știință, fără niciun fel de răspundere.

S-a constatat că perioadele de înflorire a științei au coincis cu perioadele de intensă activitate economică și de progres tehnic [2].

Știința, prin descoperirile pe care le face, prin teoriile pe care le elaborează influențează ideologia fiecărei epoci.

În tehnică, *creația* se manifestă prin realizarea de procedee tehnologice, materiale, obiecte, aparate, mașini, poduri, construcții diverse etc. inexistente anterior; ele sunt *inventate*.

Până la începutul secolului XX, invențiile erau făcute de inventatori, fără a fi neapărat necesar ca aceștia să fie ingineri. Blaise Pascal (1623 – 1662) nu era inginer, dar a inventat roaba, Cristofor Columb (1451 – 1506) nu era om de știință, dar a descoperit America, iar Thomas Alva Edison (1847 – 1931) – cel mai mare inventator cunoscut – nu a fost nici om de știință, nici inginer.

În trecut, inventatorii se bazau mai mult pe imaginație creatoare și mai puțin pe cunoașterea științifică. Începând cu secolul XX, progresul accelerat al științei și apoi scientizarea ingineriei au făcut ca, *la realizarea unei invenții*, să fie la fel de importante și cunoașterea științifică și imaginația creatoare, adeseori *prevalând cunoașterea științifică asupra imaginației creatoare*. În prezent, de cele mai multe ori invențiile importante aparțin inginerilor. *Inginerii sunt ziditorii civilizației contemporane*.

Înainte de secolul al XX-lea, în literatura științifică, inventatorul era disprețuit, pe când în literatura tehnică, omul de știință era zugrăvit ca un personaj îngâmfat, absent și distrat. În aceste condiții, colaborarea știință – inginerie a fost precară.

Analizând atitudinea omului de știință și a inginerului față de știință, inginerul și inventatorul român George (Gogu) Constantinescu observa că „*ambii se servesc de știință, dar în moduri diferite. Omul de știință este un fel de preot, iar știința este divinitatea lui, inginerul este un constructor, iar știința este slujitoarea lui*”. Această dualitate a științei, fie de divinitate, fie de femeie la toate, a determinat de-a lungul timpului contradicția dintre oamenii de știință și ingineri, contradicție care astăzi se poate afirma că a dispărut.

a. Oamenii de știință datorează mai mult inginerilor decât inginerii oamenilor de știință.

De exemplu, în „Dialectica naturii”, Friederich Engels (1820 – 1895) afirma: „*până acum se făcea paradă numai cu ceea ce producția îi datorează științei; știința îi este infinit mai îndatorată producției*”.

Din analizarea istoriei dezvoltării tehnicii se constată cu surprindere cât de puțin datorează inginerii oamenilor de știință. Fizicianul Kuhn, în *analiza raportului dintre știința „pură” și inginerie*, arată că până cu circa un secol în urmă, *tehnica s-a dezvoltat fără aporturi semnificative din partea științei*.

b. Într-o seamă de cazuri, tehnica a precedat știința „pură”.

Un prim exemplu îl reprezintă diversele dispozitive mecanice cu buclă închisă pentru adaptare automată, construite înainte de secolul XX, cu alte cuvinte dispozitive cibernetice, cu *feedback*, și anume:

- ceasul cu apă, creat de inginerul mecanic Ctesibios din Alexandria (170 – 117 î.e.n.), perfecționat de Heron din Alexandria (50 e.n.);

- dispozitivul de reglare a nivelului apei în vase cu flotor, al lui William Salmon (1746);

- regulatorul de temperatură (termostatul) proiectat de Cornelis Drebbel (1572 – 1633);

- mecanismul pentru orientarea aripilor morilor în funcție de direcția vântului, produs de Edmund Lee, în 1745, în Anglia;

- regulatorul de viteză a aripilor morii, cu pendul centrifugal;

- regulatorul centrifugal care controlează viteza motorului cu abur, inventat de inginerul James Watt, în 1788.

Neavând o analiza teoretică prin care să se pună în evidență proprietățile și posibilitățile de perfecționare a acestor mecanisme, evoluția acestora a fost lentă. Abia în secolul al XIX-lea a fost elaborată teoria matematică a reglării pe baza ecuațiilor diferențiale, iar în 1948, prin apariția cărții „Cybernetics” a lui Norbert Wiener, s-a născut de fapt știința autoreglării adaptive. Trecuseră mai bine de 22 de secole de la prima realizare tehnică în acest domeniu.

Dacă știința pură ar fi fost în permanență înaintea ingineriei, rezultatele ingineriei puteau fi obținute mai repede și, totodată, la performanțe mai ridicate.

Nu de puține ori oamenii de știință nu au întrevăzut nicio aplicație practică a descoperirilor lor.

Fizicianul german H. Hertz a pus în evidență experimental existența undelor electromagnetice. Când a fost întrebat dacă undele electromagnetice vor avea vreodată aplicații practice, el a răspuns: „Categoric, nu!”. Și alți oameni de știință s-au dovedit lipsiți de clarviziune în legătură cu descoperirile lor, ca de exemplu fizicianul Edouard Branly (1844 – 1940). În schimb, inginerii le-au folosit pentru realizarea unor dispozitive tehnice.

În cazul de mai sus, inginerul rus Aleksandr Stepanovici Popov (1859 – 1906) a creat antena, iar italianul Guglielmo Marconi, folosind descoperirile lui H. Hertz și invențiile lui E. Branly și A.S. Popov, a creat radiotelegrafia, predecesoarea radiofoniei și radiodifuziunii.

c. Anumite ipoteze sau teorii „științifice” înrădăcinate în mintea specialiștilor au devenit o piedică în calea progresului tehnic.

Câteva exemple:

- convingerea oamenilor de știință că telegrafia fără fir la mari distanțe nu este posibilă din cauza curburii Pământului, a fost infirmată de tânărul inventator Guglielmo Marconi, care – lipsit de prejudecăți – a realizat comunicări fără fir peste continente și oceane. Marconi a rezolvat, în șapte ani, o problemă de care oamenii de știință se ocupau de șapte decenii;
- când au fost construite primele căi ferate, marele om de știință francez François Arago (1786 – 1853) s-a opus – în Camera Deputaților Francezi – realizării acestui proiect, iar medicii au declarat că mișcarea cu viteză mare va provoca tulburări ale creierului și amețeli acelor care vor privi trenurile;
- când s-a propus, în 1855, instalarea unui cablu submarin între Europa și America, una dintre marile autorități în fizică, Jacques Babinet, membru al Academiei de Științe Franceze, a scris: „Nu pot considera acest proiect ca serios”;
- după prezentarea fonografului lui Edison, la o ședință a Academiei de Științe Franceze (1878), monsieur Bouillard – membru al Academiei – a declarat că, după părerea sa, „fonograful nu era decât o iluzie acustică”;
- ipoteza incompresibilității apei este uneori acceptată și în prezent. Dar, considerând compresibilitatea apei, inginerul român George (Gogu) Constantinescu a creat un nou capitol al ingineriei, „sonicitatea”. Pe această cale a mai fost infirmată o idee conform căreia energia se transformă ușor în vibrații, însă reciproca nu este posibilă. Cu utilizarea compresibilității apei, inginerul George Constantinescu a creat mașini și dispozitive bazate pe transformarea vibrațiilor în energie, ceea ce anterior se afirma că nu se poate, deoarece se considera că „energia degenerază când se transformă în vibrații”.

Dacă ne referim la primele aeroplane, se pune întrebarea cu ce a contribuit știința acelor vremuri la apariția lor ?! Când inventatorii – majoritatea ingineri – au voit să zboare, oamenii de știință au „dovedit” că omul nu va putea zbura niciodată.

d. Unele rezultate obținute de oamenii de știință, precum și cărțile scrise de aceștia au influențat dezvoltarea ingineriei.

Oamenii de știință, prin descoperirile lor, iar unii prin cărțile pe care le-au scris, au influențat pregătirea științifică a tinerilor, dintre care unii au devenit ingineri și/sau inventatori. Cu toate limitele lor, din perspectiva prezentului, cărțile scrise cu milenii sau sute de ani în urmă au reprezentat momente de reper în evoluția omenirii pe calea civilizației.

Printre cărțile importante publicate înainte de secolul al XX-lea sunt: *Elementele lui Euclid* (325 – 270 î.e.n.) alcătuită din 13 cărți, *Fizica* lui Aristotel (384 – 322 î.e.n.), cărțile de mecanică (*Echilibrul planetelor*, *Despre plutirea corpurilor* etc.) și de matematică (de exemplu, *Despre sferă și cilindru*) ale lui Arhimede (287 – 212 î.e.n.), *Almagest** a lui Ptolemeu (100 – 170 e.n.), *De Magnete*

* Cartea s-a numit inițial „Megale syntaxis tes astronomias” (Mare compoziție astronomică), pe care, mai târziu, arabii au denumit-o *Al Magiste* (Cea mai mare), devenită ulterior *Almagest*.

(Despre magneti) a lui William Gilbert (1544 – 1603), *Philosophiae naturalis principia mathematica* (Principiile matematice ale filosofiei naturale), în 1687, și *Opticks* (Optica), în 1704, ale lui Isaac Newton (1642 – 1727), *Experiments and Observations on Electricity* (Experimente și observații asupra electricității), din 1751, a lui Benjamin Franklin (1706 – 1790), *Traité élémentaire de chimie* (Tratat elementar de chimie), din 1789, a lui Antoine Laurent de Lavoisier (1743 – 1794), *Experimental Researches in Electricity* (Cercetări experimentale în electricitate) și *Experimental Researches in Chemistry and Physics* (Cercetări experimentale în chimie și fizică) ale lui Michael Faraday (1791 – 1867), *Treatise on Electricity and Magnetism* (Tratat despre electricitate și magnetism), în 1873, de James Clerk Maxwell (1831 – 1879) și altele.

Prin intermediul inginerilor și inventatorilor, științele „pure” au fost puse – îndeosebi prin industrializare – în slujba omenirii.

Marinarii au știut să folosească pârgھیile și negustorii, balanțele, cu multe secole înainte ca Arhimede să descopere *legea pârgھیilor*. Dar, cunoașterea acestei legi a permis realizarea de noi invenții mecanice, care nu le-ar fi trecut prin minte niciodată practicienilor.

Englezul Robert Hooke (1635 – 1703) a descoperit legea care-i poartă numele, care a fost punctul de pornire al Teoriei elasticității liniare și al Rezistenței materialelor.

Isaac Newton a enunțat cele trei principii fundamentale ale mecanicii clasice, a contribuit la întemeierea hidrodinamicii și a pus bazele mecanicii fluidelor. Mecanica lui Newton este aplicată zilnic de majoritatea inginerilor în exercitarea profesiei lor. Mecanica newtoniană este utilizată în câteva capitole ale științelor ingineresti, cum sunt mecanica teoretică, rezistența materialelor, hidrodinamica și aerodinamica. Grație acestora, inginerii au putut realiza lucrări mărețe care înfruntă timpul (despre principala lucrare a lui Newton *Principiile matematice ale filosofiei naturale*, publicată în 1687, Joseph Louis Lagrange (1736 – 1813) a afirmat că „*este cea mai mare creație a minții omenestii*”).

După perfecționarea mașinii cu abur, efectuată de Thomas Newcomen (1663 – 1729), în 1711, timp de peste 50 de ani nu i s-a mai adus nicio îmbunătățire radicală. Între timp, Joseph Black a descoperit *căldura latentă* a apei, ceea ce l-a condus, în 1765, pe tânărul inginer, James Watt, din Glasgow, la inventarea *condensatorului* separat de corpul mașinii, care, utilizat la mașina cu abur, i-a mărit randamentul de cinci ori, de la 1 la 5%. Analiza teoretică a mașinilor termice a permis optimizarea lor constructivă și funcțională, ajungându-se în prezent la randamente de peste 36%.

James Clark Maxwell (1831 – 1879) a elaborat ecuațiile care îi poartă numele și care reprezintă o formulare sintetică a legilor fundamentale ale electromagnetismului. Teoria câmpului electromagnetic a lui Maxwell stă la baza înțelegerii fenomenelor electromagnetice și a permis inginerilor să obțină rezultate practice remarcabile.

Este adevărat, însă, că opera fundamentală, *Tratatul de electricitate și magnetism* (1873) a lui J.C. Maxwell a apărut după aproape 200 de ani de la publicarea cărții „Principiile matematice ale filosofiei naturale” de către Isaac Newton în

domeniul mecanic, ceea ce a făcut ca progresele în domeniul mașinilor și aparatelor bazate pe fenomene electromagnetice să se producă abia în secolul XX.

Deoarece omul nu este înzestrat cu simțuri speciale care să îi permită să constate starea de magnetizare sau de încărcare electrică a unui corp, era nevoie de aparate specializate, care să pună în evidență ceea ce simțurile noastre nu pot face. Datorită gradului mare de abstractizare din acest domeniu, realizările tehnice se datorează în cea mai mare parte inginerilor.

Baronul Jean Joseph Fourier, prefect al Departamentului Isère, a primit premiul Academiei Franceze pentru lucrarea sa care descria matematic propagarea căldurii în solide (*fluxul termic este proporțional cu gradientul de temperatură, prin intermediul unui coeficient de proporționalitate*). El a descris *primul proces ireversibil*, care decurge numai de la temperatură ridicată către cea coborâtă, în contrast cu primul principiu al lui Newton – dominant la vremea aceea – care era invariant la inversarea axei timpului. Relația lui Fourier avea să permită inginerilor să calculeze corect secțiunile din punctul de vedere al transmiterii căldurii, ceea ce a dus la micșorarea consumului de materiale.

Un concept important atât în știință cât și în tehnică este conceptul de *energie*. El a fost utilizat pentru prima dată în 1807 de britanicul Thomas Young (1733 – 1829), în legătură cu energia mecanică. Deși conservarea energiei este evidentă astăzi, aceasta era o idee nouă la începutul secolului al XIX-lea. Dintre cei cinci oameni de știință care au ajuns – aproape simultan – la *principiul conservării energiei*, doi erau ingineri, și anume, inginerul francez Sadi Carnot (1796 – 1832) și inginerul danez L.A. Colding (1815 – 1888). Ceilalți trei au fost medicul german Julius von Mayer (1814 – 1878), industriașul englez James Joule (1818 – 1889) și fizicianul german Hermann von Helmholtz (1821 – 1898). Din publicația postumă a lucrării *Reflection* (1872) a inginerului francez Sadi Carnot, a rezultat clar că el a fost, de fapt, primul care a enunțat principiul conservării energiei (1830).

Deși alchimia datează de milenii, *chimia a devenit cu adevărat știință* destul de târziu, în momentul în care a folosit balanța (deși aceasta era cunoscută încă de pe vremea egiptenilor, 1200 î.e.n.), ceea ce i-a permis efectuarea de măsurători precise, care au condus la enunțarea primelor legi.

Debutul revoluției științifice în chimie a avut loc la sfârșitul secolului al XVIII-lea, odată cu apariția lucrărilor chimistului francez Antoine-Laurent Lavoisier (1743 – 1794) și fizicianului și chimistului britanic John Dalton (1766 – 1844). Până atunci, chimia fusese o știință descriptivă și calitativă. Prin introducerea utilizării balanței și formularea *legii conservării masei*, în mod independent, de către savantul rus Mihail Vasilievici Lomonosov (1711-1765) și de către Lavoisier, a fost creată o nouă chimie, una cantitativă. Totodată, Dalton a elaborat teoria atomică pe baze experimentale (1808); această teorie a devenit baza chimiei.

Industria chimică a început să se afirme în secolul al XIX-lea, după ce au fost înțelese mecanismele reacțiilor chimice.

Germania a devenit lider în domeniul chimiei teoretice și, ca urmare, cercetările din chimie au influențat industria. La sfârșitul secolului al XIX-lea, Germania era cel mai mare producător de vopsele, îngrășăminte și acizi. Dezvoltarea industriei chimice germane în secolul al XIX-lea s-a bazat pe descoperirile din chimia pură.

Totuși, în secolul XIX chimiștii nu înțelegeau încă pe deplin de ce sunt valabile anumite cunoștințe pe care le utilizau. Așa au fost noțiunea de valență, introdusă în 1852, și tabelul periodic al elementelor (tabelul lui Mendeleev), introdus în 1869, care vor fi înțelese cu adevărat abia după ce a fost enunțat, în 1925, *principiul excluziunii*, de către fizicianul Wolfgang Pauli (1900 – 1958). Odată înțeleasă structura atomului, au putut fi explicate proprietățile chimice ale elementelor și compușilor chimici, a fost formulată (1930) teoria legăturii chimice de către chimistul american Linus Pauling (1901 – 1994) și a fost înțeleasă *spectroscopia* pe care chimiștii o utilizau încă din secolul al XIX-lea, când încă nu se știa de existența electronilor. Practica în chimie o luase înaintea propriei teorii. Dar, după înțelegerea afinității chimice, a reacțiilor chimice etc., în secolul XX chimia a progresat rapid.

Se poate afirma că industria chimică s-a dezvoltat după anul 1850, determinată de nevoia crescândă de sodă și de acid sulfuric a industriei textile, precum și ca urmare a descoperirii vopselelor de anilină. Chimia era atunci principala știință auxiliară a industriei textile. Ea s-a dezvoltat imediat după electrotehnică, devenind una dintre industriile centrale ale civilizației moderne.

Progresele și dezvoltarea chimiei și, ca o consecință, industrializarea rezultatelor obținute, au permis ca la finele secolului XX în industriile de proces, atomii și moleculele să fie tot atât de ușor de mănuit, precum au fost în secolul al XIX-lea pârgھیile și roțile dințate. În industria chimică, în secolul XX, ca rod al *colaborării chimiști – ingineri chimiști*, producția discontinuă a fost înlocuită cu producția continuă. S-a trecut de la descompunerea substanțelor în componentele lor de bază la sinteza componentelor, ceea ce a permis obținerea a numeroase substanțe noi, multe inexistente în natură.

e. Interacțiunea dintre știință și industrie

În secolul al XIX-lea s-au făcut trei mari *descoperiri*:

- existența atomilor și a moleculelor, care a determinat apariția și dezvoltarea industriei chimice;
- existența căldurii ca mișcare dezordonată a atomilor. Teoria căldurii a evoluat, inițial, în legătură cu nevoia de-a perfecționa motorul cu abur;
- unitatea dintre electricitate, magnetism și optică, ceea ce a dus la apariția industriilor electrică, optică și de telecomunicații.

Se poate spune că industria electrotehnică își datorează existența fenomenului de inducție electromagnetică, pus în evidență de lucrările experimentale ale lui Faraday și sintetizat teoretic de Maxwell. Industria telecomunicațiilor, bazată pe transmisia informațiilor cu ajutorul oscilațiilor electromagnetice, s-a dezvoltat pe baza experimentelor lui Hertz și a teoriei câmpului electromagnetic al lui Maxwell.

Dacă se analizează cu atenție interacțiunea dintre știință și industrie, se disting patru cazuri, și anume:

- industrii a căror dezvoltare s-a făcut, în întregime, independent de știință;
- industrii care au apărut independent de știință, dar care, în secolul al XX-lea, au fost impulsionate și modernizate prin știință. De exemplu, industria materialelor ceramice și metalurgia, a căror dezvoltare empirică s-a făcut de-a lungul mileniilor. Tot așa, aeronautica s-a dezvoltat în primele decenii pe baze empi-

rice, pentru ca ulterior să evolueze prin utilizarea unor capitole ale științei special create, precum aerodinamica, aeroelasticitatea etc.;

- industrii a căror apariție a fost precedată de descoperiri științifice, care stau la baza dezvoltării acestora. Așa sunt, de exemplu: industriile electrică, optică și de comunicații bazate pe electromagnetism și pe constatarea unității pe care o formează electricitatea, magnetismul și optica; industria chimică, bazată pe descoperirea atomilor și moleculelor; industria electronică, bazată pe descoperirea electronilor;

- industrii care au determinat dezvoltarea științei. De exemplu, crearea motorului cu abur și a industriei corespunzătoare au condus la formularea teoriei căldurii și la formarea capitolului de termodinamică.

3.7. De la idee la realizare practică în inginerie

Realizările tehnice au ca punct de pornire una sau mai multe idei fundamentale. Drumul de la idee la realizarea practică a fost multă vreme parcurs empiric. Capacitatea creatorului de a-și exprima matematic ideile, ușurința mănuirii instrumentului matematic îi permit să prevadă teoretic rezultatul final, verificabil prin experiment.

Se disting două căi extreme pe care diferite personalități ale tehnicii le-au parcurs. Iată două exemple: inventatorul american Thomas Alva Edison (1847 – 1931), necunoscând metoda matematică, a fost nevoit să folosească metoda empirică în multiplele și celebrele sale creații tehnice. Aceasta l-a făcut să spună că *pentru a face o invenție sau o descoperire este nevoie de 99% transpirație și numai de 1% inspirație*. Pe de altă parte, inginerul, inventatorul și omul de știință român George (Gogu) Constantinescu (1881 – 1965), creatorul sonicității – un nou capitol al științei moderne – deoarece mânuia cu multă ușurință și talent instrumentul matematic, a putut ajunge relativ repede, pe cale teoretică, la rezultatul final, pe care l-a verificat experimental, în loc de a recurge la interminabile încercări și tatonări empirice. Dacă Edison ar fi avut cunoștințe profunde de fizică și de matematică, drumul de la inspirație la rezultatul final ar fi fost cu siguranță cu mult mai scurt și cu mai puțină transpirație, fiind scutit de nenumăratele încercări empirice. Aceasta nu reduce, desigur, faima de care se bucură Edison, cel mai mare inventator din toate timpurile.

3.8. Cooperarea știință – inginerie

Au fost identificate trei etape ale interacțiunii între știința „pură” și inginerie:

- în Antichitate, ca și în Evul Mediu, oamenii de știință studiau ceea ce meseriașii făceau de mult;

- începând cu mijlocul secolului al XIX-lea, în inginerie se aplică unele rezultate obținute în știință. Cooperarea știință – inginerie se poate considera că a început în 1870 în industria chimică a coloranților, a continuat, după 1890, în electrotehnică și energetică și a cuprins toate ramurile ingineriei după 1920;

– în prezent, știința (atât cea fundamentală cât și cea inginerescă) este principala forță motoare a dezvoltării socio-economice, care se înfăptuiește prin intermediul inginerilor.

În secolul al XVII-lea știința, denumită încă „filosofia naturii”, nu era divizată în capitolele pe care le cunoaștem astăzi; ea cuprindea: astronomia, optica, statica, hidraulica și matematica. Științe precum chimia și medicina erau considerate împreună.

Legile de mișcare conturate de Galileo Galilei, formulate în formă definitivă de Isaac Newton și publicate de acesta în 1687 în cartea sa *Philosophiae naturalia principia mathematica*, au devenit fundamentul fizicii și al astronomiei pentru următoarele secole.

Contactul științei cu tehnica, și anume cu mecanica, pneumatica și cu balistica, în timpul Renașterii (circa 1453 – 1550), precum și cu tehnica fermentației, a distilării și prelucrării chimice a textilelor în secolul XVIII, i-a îngăduit inițial să iasă de pe făgașul astronomiei matematice oarecum sterile, iar mai târziu, dezvoltarea și progresul tehnicii au dus la crearea de noi ramuri ale științei. Astăzi se poate afirma că progresele științifice au fost întotdeauna asigurate atunci când au putut fi integrate unei ramuri productive și rentabile a tehnicii. Astfel, progresul opticii s-a datorat constructorilor de lentile, progresul magnetismului s-a datorat constructorilor de busole, teoria căldurii a fost și este încă stimulată de industria motoarelor cu ardere internă și de cea frigotehnică, industria electrotehnică stimulează progresul științei electricității, industria cinematografică, pe cea a opticii, iar industria radiofonică, pe cea a acusticii ș.a.m.d.

Ingenieria mecanică și roadele gândirii inginerului mecanic reprezintă și vor reprezenta și în viitor structurile de bază ale civilizației umane. Fără acestea, elementele de suprastructură precum automatizările, calculatoarele, produsele electrotehnicii ș.a.m.d. nu au obiect, deoarece ele, în marea lor majoritate, se atașează produselor ingineriei mecanice ca automobile, locomotive, vapoare, avioane, rachete, reactoare și instalații chimice și petrochimice, instalații alimentare, tractoare, batoze, strunguri etc., etc. Pe de altă parte, fără produsele inginerilor automatiști, electroniști, electrotehniști și inginerilor chimiști, societatea riscă să cadă în timp, spre prima parte a secolului XX.

Dacă în secolele XVII – XIX revoluțiile industriale au succedat revoluției științifice, în a doua parte a secolului XX, ca urmare a cooperării științei și tehnicii, revoluțiile au fost simultane, motiv pentru care a fost denumită revoluția tehnico - științifică.

Privită în evoluția sa, tehnica a fost – inițial – mecanică (de altfel, se și spune că mecanica a fost mama științelor), a urmat tehnica electrică și apoi cea electronică, iar în paralel cu acestea din urmă s-au dezvoltat cea chimică și cea nucleară. Trecerea de la tehnica mecanică la cea electronică este percepută ca trecerea de la ingineria puterii la ingineria comenzi.

Științele ingineresti s-au dezvoltat și au evoluat sprijinindu-se pe științele fundamentale (matematică, fizică, chimie și biologie), fără a fi doar o prelungire a capitolelor unora dintre acestea, așa cum încearcă să acrediteze unii istorici ai științei.

În fizică se cercetează relația dintre cauză și efect, care este redată sub forma legilor fizicii. Inginerii caută să ajungă la un anumit rezultat, deci la efect și, în acest scop, trebuie să evalueze grupul de acțiuni care permite aceasta. Este o problemă inversă în raport cu cea a omului de știință, în înțelesul clasic. Se spune uneori că omul de știință, dintre problemele pe care și le pune, rezolvă ceea ce poate, pe când inginerul rezolvă ceea ce trebuie, iar inventatorul, ceea ce celorlalți nu le-a trecut prin minte.

Scientizarea preocupărilor ingineresti a făcut ca și în domeniul ingineriei, îndeosebi în a doua parte a secolului XX, să se nască ceea ce se numește *cercetarea fundamentală în domeniul științelor ingineresti*, cercetare în care se caută conexiunile cauzale ale etapelor corespunzătoare rezolvării unor probleme tehnice concrete.

Conform definiției din dicționarul Oxford (*scientific research* = endeavour to discover new facts), *cercetarea științifică este străduința de a descoperi fapte noi*. Științele ingineresti au în prezent cu pregnanță această caracteristică.

În științele ingineresti au fost elaborate numeroase teorii proprii, în baza cărora inginerii optimizează procesele, mașinile, aparatele, tehnologiile etc. Pe lângă aceasta, inginerilor le sunt proprii activitățile de concepție, dezvoltare, de proiectare constructivă și tehnologică, de fabricație, de montare și de exploatare a mașinilor, aparatelor și instalațiilor. Ingineria este mult mai complexă decât cercetarea științifică. Aceasta din urmă este adeseori doar o parte a preocupărilor și realizărilor inginerilor. Inginerul se ocupă de tehnologii, or, prin *tehnologii* se înțelege *știința artelor industriale* (dicționarul Oxford).

Se poate spune că unii oamenii de știință încă mai fac „*știință pentru știință*”, pe când inginerilor li se potrivește mai bine sintagma „*știință pentru societate, pentru civilizație*”. De altfel, în prezent, centrul de greutate al științei se deplasează tot mai mult spre sfera industrială.

Astăzi nu se mai poate efectua cercetare fundamentală fără mijloace adecvate, dar nici mijloacele tehnice, din ce în ce mai performante, nu pot fi realizate fără cunoștințe fundamentale. În prezent, ingineria și științele fundamentale conlucrează și, pe alocuri, se suprapun, ceea ce se constată și la nivelul factorului uman, slujitor al celor două domenii, formal separate. De exemplu, Paul Adrien Dirac, laureat al Premiului Nobel pentru fizică (1933), cel care a formulat cel dintâi teoria cuantică relativistă, a fost *inginer electrician*, pe când inventatorul și constructorul primului reactor nuclear de fisiune (1942) a fost Enrico Fermi (1901 – 1954), de profesie *fizician*, laureat al Premiului Nobel pentru fizică (1938).

Din asocierea unei necesități cu scripirea de geniu a unui inventator s-a asigurat evoluția condiției umane, deoarece geniul face ceea ce este imposibil talentului. Inginerii, prin efortul lor, au găsit soluții adeseori neașteptate la problemele care-i preocupau pe contemporanii lor, asigurând astfel mereu altceva, mai bun și mai folositor oamenilor. Fără aceasta, traiul nostru nu s-ar fi deosebit cu nimic de cel al oamenilor primitivi.

3.9. Inginerii și inventatorii creatori de întreprinderi industriale

La originea multor întreprinderi sau societăți de succes, unele cu o vechime de peste un secol, s-au aflat ideile și invențiile unor ingineri și inventatori geniali. Câteva exemple de societăți de renume, astăzi adevărate concernuri, ale căror nume reprezintă garanția calității produselor create, sunt prezentate în continuare:

- Inventatorii Goodyear Charles (1800 – 1860) și fiul său, Charles, (1833 – 1896) în Statele Unite ale Americii, francezii Michelin André (1853 – 1931) și Édouard (1859 – 1940) și britanicul Dunlop John Boyd (1840 – 1921), în Europa, au fost creatorii industriei de anvelope și pneuri din cauciuc, iar numele lor au fost date cunoscutelor *societăți Goodyear, Michelin* și, respectiv, *Dunlop*;
- Singer Isaac Merrit (1811 – 1875), inventator american, a creat prima mașină de cusut performantă, pe baza căreia a deschis la New York o uzină care avea să devină *Compania Singer*;
- Pullman George Mortimer (1831 – 1897) a creat, în 1863, împreună cu prietenul său, Ben Field, planurile primului vagon de dormit pentru calea ferată. Pe baza aceasta a înființat *Pullman Palace Car Company*;
- Nobel Alfred (1833 – 1896), inginer și inventator suedez, a creat industria de pulberi explozive sub formă de dinamită; și-a lăsat întreaga avere pentru a fonda cinci premii anuale care se acordă celor mai importante realizări din fiecare an (fizică, chimie, fiziologie și medicină, literatură, pace), prin intermediul *Fundației Nobel*;
- Bell Alexander Graham (1847 – 1922), inventator american de origine scoțiană, în 1876 a inventat telefonul, după care împreună cu prietenii săi a format o companie care este strămoșul companiei *American Telephone and Telegraph* (AT&T), care devenise, la un moment dat, cea mai mare corporație din lume;
- Edison Thomas (1847 – 1931), inventator american, a brevetat peste o mie de invenții, a înființat laboratorul de cercetări de la Menlo Park, New Jersey și a fost și conducător de întreprinderi industriale; cea mai importantă dintre acestea a devenit compania *General Electric*;
- Gustaf de Laval (1845 – 1913), inginer suedez, a inventat un separator centrifugal (separatorul De Laval) cu numeroase aplicații, al cărui principiu funcțional și constructiv se utilizează și în prezent, turbina cu abur (Laval) și duza convergent-divergentă pentru expansiunea gazelor și a aburului la presiuni superioare presiunii critice. Pe această bază a fost fondată compania *α-Laval*;
- Daimler Gottlieb (1834 – 1900), inginer german și principalul său colaborator, Maybach Wilhelm, (1846 – 1929), inginer german, au avut importante creații în domeniul motoarelor cu ardere internă, la Uzinele *Daimler – Motoren Gesellschaft*;
- Benz Carl (1844 – 1929), inginer german, inventator și creator în domeniul motoarelor cu benzină, a creat *societatea Benz & Co.* care, în 1926, a fuzionat cu Daimler – Motoren Gesellschaft;

- Bosch Robert (1861 – 1942), tehnician german, pionier al aprinderii electrice a motoarelor cu ardere internă, cu ajutorul magnetoului, a fondat *firma Bosch*, care astăzi are o producție diversificată;
- Werner von Siemens (1816 – 1892), inginer și inventator german, a creat în domeniul generatoarelor electrice de curent continuu, a realizat prima locomotivă electrică și o linie de tramvai cu două șine conductoare etc., a creat, în asociație cu J.G. Halske (1814 – 1890), societatea Siemens și Halske, cunoscută în prezent ca *societatea Siemens*, de fapt un concern cu multe sucursale în lume.

Din aceste câteva exemple rezultă că unii ingineri și inventatori au contribuit, prin profunzimea gândirii și muncii lor, la fondarea unor societăți durabile. Pentru ei a contat în primul rând realizarea tehnică și abia apoi profitul. În acest sens, sunt de notorietate cuvintele inginerului Werner von Siemens: „*Nu voi sacrifica viitorul pentru profituri imediate*”.

Conștient sau nu, în creațiile lor acești ingineri și inventatori au respectat principiul conform căruia „*invenția nu este pentru tine însuși, ci pentru ceilalți, pentru viitor*”.

3.10. Istoria și civilizația

La finele secolului XVIII a apărut *Iluminismul*; convingerile anterioare (credința în Dumnezeu și în clasici) sunt examinate critic, prin prisma raționalismului.

În publicația de căpătâi a Iluminismului, *L'Encyclopedie*, editată între 1751 și 1780 de Denis Diderot și Jean le Rond d'Alembert, în 17 volume de text și 11 de ilustrații, *tehnologiei* i se dă o importanță la fel de mare ca și științelor pure sau filosofiei. Pentru prima dată publicul larg a putut conștientiza marea importanță a tehnologiilor, elemente caracteristice ale ingineriei.

Istoricul german Theodor Mommsen (1817 – 1903), laureat al Premiului Nobel (1902), contrar altor istorici care considerau Imperiul Roman mai mult o istorie a împăraților și a evenimentelor petrecute la Roma, a acordat o deosebită atenție vieții populațiilor din provincii. Spre deosebire de alți istorici care se preocupau de numeroasele intrigi de palat sau revolte ale gărzii imperiale, Mommsen a descris viața supușilor din imperiu, viața unităților social-politice din Imperiul Roman [14].

A fost o abatere de la regula de până atunci, *un prim pas important*, acela de-a nu se preocupa numai de succesiunea și evoluția conducătorilor imperiului și de evenimentele direct legate de aceștia.

Este necesar un al doilea pas, acela de-a numi pe cei cărora le datorăm evoluția civilizației omenirii, de la prima unealtă cioplită din silex și până la toate obiectele, uneltele, aparatele, mașinile, instalațiile și ansamblurile construite care aparțin civilizației contemporane.

Marile invenții, marile realizări ale ingineriei care au schimbat profund civilizația sunt rareori pomenite în manualele de școală, care – din păcate – socotesc mai important să povestească despre războaiele și victoriile unor comandanți sau ale unor națiuni, în loc să consemneze adevăratele triumfuri, cele care au dus la civilizația contemporană și care s-au datorat, inițial, numai inginerilor și inven-

tatorilor, iar începând cu secolul al XX-lea s-au datorat inginerilor și acelor oameni de știință care au fost preocupați de aplicarea practică a rezultatelor cercetărilor lor.

Deci: „cine ești *Dumneata domnule Inginer?!?*”

Să mă recomand: *Eu*, generic vorbind, sunt cel ale cărui creații tehnice au permis omenirii să construiască succesiv:

- luntrea scobită într-un trunchi de copac, barca, barca cu pânze, apoi vaporul cu pânze (*a*), vaporul cu zbatouri, vaporul cu elice acționată de mașina cu abur și apoi de motorul cu ardere internă (*b*), portavionul (*c*) și submarinul cu propulsie nucleară (*d*) (fig. 3.9);

- căruța, carul de luptă, bicicleta (*a*), triciclul cu motor cu ardere internă (*b*), automobilele în toate variantele sale din ultimii 100 de ani (*c – e*) (fig. 3.10);

- plugul tras de oameni (*a*), plugul tras de vite, plugul tras de tractor (*b*), precum și semănători trase de tractor (*c*), batoze, combine (*d*) etc. (fig. 3.11);

- locomotiva cu abur (*a – c*), locomotiva acționată electric (*d*), vagoane și trenuri din ce în ce mai perfecționate, până la varianta actuală a trenului de mare viteză (*e*) (fig. 3.12);

- parașuta, aerostatul cu aer cald, planorul, dirijabilul, avionul de la primele sale forme (figurile 3.4 și 3.5) la variantele de avioane cu elice (*a*), cu turbopropulsoare (*b, c*), elicoptere (*d*), precum și navele spațiale (*e*), rachetele interplanetare (*f*), stațiile orbitale etc. (fig. 3.13);

- podurile (*a*), turnurile, clădirile monumentale, șoselele (*b*), barajele, zgârie-norii (*c*) (fig. 3.14);

- pilele electrice, centralele electrice, motoarele și generatoarele electrice, dispozitivele electronice, radiourile, televizoarele, calculatoarele, telefoanele fixe și mobile (fig. 3.15) și multe, multe altele;

- de la procesele chimice discontinue în vase și coloane de distilare primitive (sec. XV), realizate cu precădere din lemn și sticlă, la platforme industriale complexe, cu funcționare continuă, fabricate din oțeluri înalt aliate (fig. 3.16).

Dezvoltarea transporturilor terestre, navale și aeriene în secolul XX, pe baza motoarelor cu combustie internă, iar după anii 1950, dezvoltarea domeniului rachetelor pentru misiuni spațiale, au condus la statuarea unor industrii aflate atunci în stadiu incipient, și anume, *industriile de proces*, precum și la extinderea și diversificarea industriilor constructoare de componente, aparate și mașini electrice, mașini-unelte, acționări, turbine hidraulice, turbine cu abur sau gaze etc., etc.

Nevoia crescândă de combustibil, de lubrifianți, de vopsele, de tubulatură și pneuri din cauciuc, iar mai târziu, de componente din materiale plastice, îndeosebi pentru automobile și avioane, a stimulat crearea și dezvoltarea *industriilor de proces*, între care cele mai reprezentative sunt industriile de foraj-extracție, de rafinare a țițeiului, industriile chimică și petrochimică. Industriile de proces se bazează pe tehnologii și procese care se desfășoară în echipamente și instalații de proces.

Conceperea, fabricarea și montarea acestora fac obiectul constructorilor de echipamente și instalații de proces.

Funcționarea automobilelor, camioanelor, avioanelor, navelor maritime depinde de existența combustibililor și lubrifianților. Iar construcția automobilelor etc. depinde astăzi de existența curentului electric; aproape totul se bazează pe acesta. Dar și obținerea curentului electric este condiționată de existența turbinelor și a combustibililor adecvați. Niciuna nu este mai importantă decât cealaltă, deoarece aproape toate industriile sunt interdependente. Dispariția unei ramuri industriale, fără a fi înlocuită în prealabil cu altceva, poate determina prăbușirea întregului edificiu industrial contemporan.

Priviți în jur la tot ceea ce vă face viața mai ușoară, la tot ceea ce vă eliberează de munca fizică și vă lasă să gândiți, să vă împliniți spiritual, să vă satisfaceți curiozitățile călătorind etc., etc., toate acestea sunt rezultatul muncii inginerului.

Pentru toate acestea a ridicat cineva inginerului o statuie? Nu, deoarece inginerul, prin munca sa, nu ne amenință, nu ne asuprește, nu ne vinde iluzii, ci, dimpotrivă, ne face un bine nesfârșit. Statui ridicăm celor ce ne-au dus copiii în războaie, de nu s-au mai întors, politicienilor, care deseori ne mint, dar și unor scriitori, filosofi, actori, sculptori și, mai rar, unor oameni de știință.

Dar, inginerului nici nu este nevoie să-i ridicăm o statuie. „Statuile sale” sunt peste tot în jurul nostru; *statuia sa este de fapt nivelul de civilizație la care a ajuns societatea*. Oare va fi capabil vreun sculptor să creeze, simbolic, *statuia inginerului*?!

3.11. Inginerii și inventatorii creatori de tehnică, de civilizație și de istorie

Arta și artiștii au avut o influență relativ mai mică asupra istoriei și asupra vieții noastre cotidiene. Cu toate acestea, creatorii de artă se bucură de o mult mai mare celebritate decât inginerii, inventatorii și oamenii de știință.

Alvin Toffler, în cartea sa *Puterea în mișcare*, consideră că: *revoluția agrară* (neolitică) a fost *primul val* de schimbări transformatoare ale societății omenești, *revoluția* (revoluțiile de fapt) *industrială* – *al doilea val* de schimbări, iar *revoluția tehnico-științifică* de la mijlocul anilor 1950 – *al treilea val* al schimbărilor, startul unei noi civilizații, ulterioare coșului de fum.

Inginerii și inventatorii au creat de-a lungul mileniilor roata, scripetii, macaralele, roata dințată, șurubul, manivela, lanțul pentru transmisii, arborele cotit, menghina, rulmenții, pivoții, pompele hidraulice, compresoarele, mașinile cu abur, motoarele cu ardere internă, turbinele cu acțiune și cu reacțiune, elevatoarele (ascensoare, lifturi...), fierăstrăul, banda rulantă, laminoarele, strungurile, presele și celelalte numeroase mașini-unelte, ciocanul pneumatic, robinetele, vagoanele, locomotivele, tramvaiele, autobuzele, avioanele, recipientele sub presiune, coloanele de distilare și de rectificare, centrifugele, concasoarele, elicea, plugul, grapa, batoza, tunelurile submarine, podurile, mitralierele, puștile, rachetele, tunurile, bisericile, motorul electric, generatorul de curent electric, aparatele de măsură și control, radioul, televizorul, casetofonul, calculatorul modern, stațiile și navele spațiale, zecile de mii de substanțe chimice artificiale, de materiale, de medicamente, fermoarul etc., care nu își găsesc corespondent în natură.

Cele dintâi creații ingineresti au fost în mecanică și în hidraulică, deoarece baza lor empirică are drept suport simțurile omenesti. Creațiile tehnice bazate pe electromagnetism au apărut mult mai târziu, în secolul al XIX-lea.

Inițial, prin natura sa, știința a fost în esență contemplativă. După secolul al XVII-lea, știința începe să-și găsească împlinirea prin utilizarea ei în domeniul tehnicii. Prin intermediul creației ingineresti, științele fundamentale și științele ingineresti se perfecționează reciproc și sunt puse în slujba oamenilor, în folosul societății. În această evoluție a științelor către aplicații practice, inginerii au jucat un rol important, dacă nu chiar rolul principal, dacă se ține seama de faptul că înflorirea științei este condiționată de un progres tehnic rapid.

Din analiza evoluției condițiilor de viață ale omenirii, de-a lungul timpului, se constată că civilizația a început să evolueze în mod vizibil, odată cu declanșarea primei revoluții industriale.

Evoluția civilizației s-a datorat în cele din urmă câtorva personalități ale căror realizări au avut o înrăurire hotărâtoare asupra progresului științei și a tehnicii bazate pe știință. Descoperirile și invențiile lor au reprezentat un salt în continuarea realizărilor predecesorilor lor, fără a căror muncă pregătitoare un astfel de salt adeseori nu ar fi fost posibil.

A doua jumătate a secolului al XIX-lea și începutul secolului al XX-lea au format o perioadă în care au fost inițiate două revoluții industriale și o revoluție științifică. Desăvârșirea acestora s-a făcut pe tot parcursul secolului XX și s-a concretizat într-o creștere, fără precedent, a nivelului de civilizație al omenirii.

Omenirea a intrat în secolul XX călare pe cal și l-a părăsit utilizând navele spațiale, avioane, automobile, trenuri de mare viteză, tractoare, tancuri blindate, submarine etc.

În ultimele două secole s-a creat mai mult în domeniul civilizației decât în toate mileniiile anterioare. Și toate acestea s-au datorat ingineriei, bazată pe știință. Știința s-a născut în Antichitate; a evoluat în epoca babiloniană și în epoca greacă, după care aproape a stagnat. Evoluția științei a fost relansată, aproximativ, după anul 1500.

Dezvoltarea civilizației, pe toată durata existenței umane, s-a datorat numeroșilor ingineri și inventatori preocupați de tehnică, ei fiind cei care au contribuit la evoluția și răspândirea civilizației.

Cele mai mari implicații asupra civilizației, cele care au dus omenirea la civilizația actuală le-au avut: crearea mașinilor motoare (motorul cu abur, motorul cu ardere internă în patru timpi, motorul electric...), crearea surselor de curent electric (pile electrice, generatoarele de curent electric, centralele termo-hidro- și atomoelectrice), utilizarea undelor electromagnetice (în comunicații etc.), crearea ciberneticii, crearea tranzistorilor și producerea industrială a cipurilor (microprocesoarelor).

Astăzi, mai mult decât oricând, *principiului tehnic* „a ști cum să faci” trebuie să i se asocieze *principiul științific* „a ști de ce să faci”. *Asocierea dintre știință și tehnică a făcut ca știința să devină ceea ce tehnica a fost dintotdeauna, parte inseparabilă a forțelor productive ale societății.* De altfel, după anul 1940 se poate aprecia că știința s-a transformat dintr-un obiect de lux într-o necesitate a existenței.

Teoriile revoluționare în știință au dus – în general – la eliberarea oamenilor de știință de prejudecățile anterioare și le-a permis elaborarea unor noi teorii pentru explicarea fenomenelor naturale. Însă unele teorii științifice, acceptate la un moment dat, pot deveni obstacole în calea descoperirilor științifice ulterioare, deoarece înțelegerea și

interpretarea noilor observații pot fi împiedicate de vechile teorii. Succesul în astfel de cazuri depinde de puterea cercetătorului de a se desprinde de ideile tradiționale.

Ideile practice, revoluționare, ale unor inventatori și ingineri, transformate în „obiecte fizice” (mașini, aparate, dispozitive, procedee...) au permis inginerilor să creeze mijloacele și produsele materiale care au schimbat condițiile de viață ale omenirii și au determinat progresul civilizației.

Inginerii creează, cercetează, simplifică și eficientizează produsele care fac obiectul profesiei lor și toate acestea, în favoarea creșterii nivelului de civilizație.

O parte a comunității inginerilor, implicați în fundamentele științelor ingineresti, lucrează – ca și o parte a comunității oamenilor de știință – pentru viitorul apropiat sau mai îndepărtat al omenirii. De pregătirea, implicarea, activitatea, inteligența și motivația lor va depinde nivelul de civilizație al omenirii în viitor. Viitorul omenirii este în mintea și în strădania lor.

Istoria civilizației este strâns legată de istoria tehnicii și, de fapt, de istoria ingineriei.

*„Creatorii de tehnică au fost și sunt creatori de istorie, deoarece istoria tehnicii este parte a istoriei omenirii. Inginerii sunt cei cărora le datorăm lumea artificială, paralelă, diferită de tot ceea ce natura a creat pe Pământ. Inginerul este în primul rând un **creator**, prin gândire profundă și logică, prin inventivitate și muncă ordonată”* [12].

Herbert Clark Hoover (1874 – 1964), președinte al SUA (1929 – 1933), a scris o adevărată odă închinată inginerilor, pe care o redau în continuare:

„Ingineria... este o mare profesiune. Este fascinația de a vedea cum o plăsmuire a imaginației se transformă cu ajutorul științei într-un plan pe hârtie. Ca apoi să se materializeze în piatră, metal sau energie. Ca apoi să creeze locuri de muncă și locuințe pentru oameni. Ca apoi să ducă la creșterea standardului de viață și la sporirea confortului. Acesta este înaltul privilegiu al inginerului.

Marea responsabilitate a inginerului în comparație cu cei de altă profesie este că operele lui se află sub văzul tuturor. Acțiunile sale se concretizează, pas cu pas, în material palpabil. El nu-și poate îngropa greșelile, ca medicul. El nu le poate face nevăzute și da vina pe judecător, ca avocatul. El nu-și poate ascunde erorile cu pomi și iederă, ca arhitectul. El nu poate, ca politicianul, să-și ascundă lipsurile dând vina pe opoziție, sperând că oamenii vor uita. Inginerul, pur și simplu, nu poate nega că el a făcut-o. Dacă lucrarea nu este bună, este condamnat.

Pe de altă parte, spre deosebire de medic, viața sa nu se scurge între oameni slabi. Spre deosebire de militari, nu distrugerea e scopul vieții lui. Spre deosebire de avocat, nu-și câștigă pâinea din conflicte. Inginerului îi revine menirea să îmbrace scheletul științei cu viață, confort și speranțe. Desigur, pe măsură ce anii trec, oamenii uită care inginer este autorul lucrării, chiar dacă au știut odată. Sau un politician oarecare își pune numele pe ea. Sau oamenii o atribuie unui promotor care s-a folosit, de fapt, de banii altora ... pe când singur inginerul privește înapoi spre binele nesfârșit ce se desprinde din succesul său, cu o satisfacție pe care o cunosc puține profesii. Iar verdictul colegilor săi este singura recunoaștere pe care și-o dorește.”

O seamă de descoperiri științifice, precum și multe dintre creațiile tehnice au fost rodul unor nenumărate etape, de-a lungul unei lungi perioade de timp în care treptat s-au cristalizat unele adevăruri particulare înaintea marelui pas care a

reprezentat adevărul final, descoperirea sau creația epocală; altele au fost rezultatul unei inspirații de moment sau – mai rar – al unei întâmplări fericite.

Ne aflăm la începutul unui nou secol și al unui nou mileniu; care vor fi oare noile descoperiri și noile creații tehnice pe calea progresului și cât de mult ne vor schimba ele viețile?! Dacă analizăm progresul civilizației în ultimii o sută de ani, putem oare extrapola, putem bănuî cum va arăta viața oamenilor peste o sută de ani? Dar peste o mie de ani? Oricum va arăta civilizația noastră în viitor, suntem siguri că atunci când oamenii vor privi înapoi, la secolul XX, vor constata că în acel secol știința și tehnica au făcut pași uriași și că înaltul nivel de civilizație la care s-a ajuns s-a datorat în mod covârșitor inginerilor.

Bibliografie

1. **Antoniou, D., Cicoș, G.** *Romanian Aeronautical Construction*. AVI - SRL, Craiova.
2. **Bărbulescu, N.** *Bazele fizice ale relativității Einsteiniene*. Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1975.
3. **Bernal, J. D.** *Știința în istoria societății*. Editura Politică, București, 1964.
4. **Bratu, Em.** *Ingineria chimică*. Discurs de recepție rostit la 20 decembrie 1974, la Academia Română, Editura Academiei RSR, 1976.
5. **Drimba, O.** *Istoria culturii și civilizației*. Editura Saeculum I.O. și Vestala, București, 1997.
6. **Drăgănescu, Mihai.** *Știința, tehnologia și civilizația*. În volumul „Revoluțiile industriale în istoria societății”, Editura Politică, București, 1981, p. 216.
7. **Ghiță, Simion.** *Premisele sociale și epistemologice ale apropierei dintre știință și tehnică în epoca modernă*. În volumul „Revoluțiile industriale în istoria societății”, Editura Politică, București, 1981, p. 349.
8. **Hart, H. M.** *100 de personalități din toate timpurile care au influențat evoluția omenirii*. Editura Lider, București, 1992.
9. **Hellemans, A., Bunch, B.** *Istoria descoperirilor științifice*. Editura Orizonturi, Editura Lider, București, 1999.
10. **Ivașcu, Marin.** *Fizica și revoluțiile industriale*. În volumul „Revoluțiile industriale în istoria societății”, Editura Politică, București, 1981, p. 102.
11. **Jianu, I., Bașgan, I., Macoveanu, L.** *George Constantinescu*. Editura Științifică, București, 1966.
12. **Jinescu, V. V.** *Elogiu ingineriei*. Discurs de recepție rostit la 28 noiembrie 2001, la Academia de Științe Tehnice din România, Editura AGIR, București, 2002.
13. **Jinescu, V. V.** *Știință, tehnică, civilizație*. Manuscris pentru cursurile post-universitare de Educație Tehnologică, 2002.
14. **Mommsen, Th.** *Istoria Romană*. (Cuvânt înainte de acad. Emil Condurachi), Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1987.
15. **Novac, V., Novac, Anca.** *Fizica și tabloul lumii*. Editura Științifică, București, 1996.
16. **Prigogin, I., Stengers, Isabelle.** *Noua alianță. Metamorfoza științei*. Editura Politică, București, 1984.
17. **Roman, Valter.** *Revoluțiile industriale în istoria societății*. În volumul „Revoluțiile industriale în istoria societății”, Editura Politică, București, 1981, p. 174.

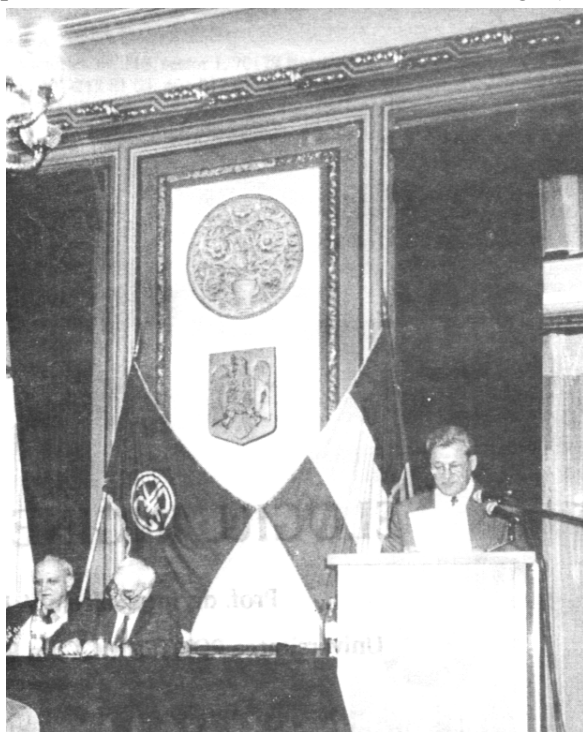
18. **Servan-Schreiber, J. J.** *Sfidarea mondială*. Editura Politică, București, 1982.
19. *** *Larousse, Cronica Universală*. Editura Lider, București, 1996.
20. *** *Larousse, Dicționar, inventatori și invenții*. Editura Tehnică, București, 2001.
21. *** *Larousse de Poche*. Librairie Larousse, Canada, 1990.
22. *** *Mic dicționar enciclopedic*. Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1987.
23. *** *Revoluțiile industriale în istoria societății*. Editura Politică, 1981.
24. *** *Știința și tehnica secolului XX*. Editura Aquila '93.

4

ELOGIU INGINERIEI*

4.1. Introducere

Anterior au mai fost scrise unele elogii, și anume, „Elogiul nebuniei sau discurs spre lauda prostiei”, a lui Erasmus din Rotterdam, și „Elogiul satului românesc” – discurs de recepție la Academia Română, al lui Lucian Blaga (5 iunie 1937).



Discurs de recepție.

În Prezidiu, de la stânga la dreapta: acad. Radu P. Voinea, președintele Academiei de Științe Tehnice, și prof. dr. ing. Mihai Mihăiță, vicepreședinte al Academiei de Științe Tehnice și președintele Asociației Generale a Inginerilor din România.

Am ales totuși ca subiect al discursului de recepție „Elogiu ingineriei”, datorită influenței determinante a inginerilor în evoluția și dezvoltarea industrială a secolului care tocmai s-a încheiat, o influență permanentă, în continuă creștere, asupra nivelului de viață al fiecăruia. Sunt fapte care au intrat în obișnuit și, fiind

* Discurs de recepție rostit la 28 noiembrie 2001, la Academia de Științe Tehnice din România, cu câteva adăugiri.

de o permanentă evidență, în ochii opiniei publice și-au pierdut originea. Din când în când trebuie conștientizat adevărul: originea și finalitatea vieții noastre, mai bună azi decât oricând înainte, se află în îngemănarea dintre științele fundamentale și meșteșug care, prin evoluție și sinteză, au dus la științele ingineresti.

4.2. Inginerii

Suportul spiritual al ingineriei se datorește inginerului. Indirect, elogiul se va adresa, generic vorbind, inginerului. Ca urmare, se pune în mod firesc întrebarea: *Cine ești Dumneata, domnule Inginer?*

În vremurile noastre, prin inginer se înțelege „o persoană calificată prin învățământ superior (tehnic) pentru a putea presta activități tehnice de concepție și de conducere” [36], sau „persoană aptă să elaboreze, organizeze sau să dirijeze planuri, cercetări sau lucrări tehnice” [37].

Toți marii creatori de tehnică de dinaintea definirii profesiei de inginer pot fi considerați că au fost ingineri. Primul inginer, pierdut în negura vremii, a fost inventatorul roții, denumit de Lucian Blaga „marele inginer”. Descoperirea roții cu peste 3400 de ani î.e.n. a constituit o invenție capitală în istoria umanității, prin contribuțiile aduse la dezvoltarea tehnicii, în general, și la dezvoltarea transporturilor, în special. Putem spune că atunci s-a născut *ingineria*.

Inginerii sunt cei cărora le datorăm lumea artificială, paralelă, diferită de tot ceea ce natura a creat pe Pământ. Inginerii sunt creatorii bunurilor materiale care au adus fiecărui cetățean al lumii mai mult confort decât își putea permite un rege cu două secole în urmă. *Inginerul este în primul rând un creator, prin gândire profundă și logică, prin inventivitate și muncă ordonată.*

După inventarea mașinilor de război, cum ar fi catapultele și tunurile mobile, care impuneau cunoștințe de mecanică, s-a născut oficial *profesiunea de inginer*. Deși calificarea acestei profesii era – inițial – de proveniență civilă, ea s-a transformat ulterior într-o profesiune militară. Inginerii acelor timpuri aveau ca misiune construirea și deservirea mașinilor de luptă, crearea planurilor de fortificații, a valorilor de pământ și a șanțurilor de apărare.

În perioada Renașterii, profesiile de artist, arhitect și inginer nu erau separate. Această sinteză a preocupărilor, caracteristică Renașterii, este întruchipată de Leonardo da Vinci, care, oricât de desăvârșit a fost ca artist, s-a manifestat cel mai pregnant în domeniul ingineriei. El a efectuat studii de mecanică, de hidraulică precum și studii privind zborul; a desenat laminoare, mori, excavatoare mobile ș.a. Deși a schițat mai multe mașini, niciuna nu ar fi putut funcționa deoarece – la vremea aceea – nu existau mașini motoare.

Galileo Galilei a fost profesor de fizică și de inginerie militară la Padena. El a corelat matematica cu mecanica, devenind astfel unul dintre întemeietorii tehnicii bazate pe știință.

Inginerul englez George Stephenson (1781 – 1848) a conceput locomotiva cu abur (1814), utilizată inițial în mină, după care a construit, în 1825, prima locomotivă („Rocket” = rachetă), cu care a reușit să efectueze un transport de persoane cu viteza de 6 mile/oră (≈ 10 km/h). Ca urmare, a început să se răspândească

transportul pe cale ferată. Construcția căilor ferate și a vapoarelor, în secolul XIX, au fost rodul noii profesii ingineresti, aceea de *inginer mecanic*. Inginerul mecanic modern nu este descendentul direct al vechiului inginer militar, ci al constructorului de mori și al metalurgului, din perioada meșteșugurilor. George Stephenson, de exemplu, a fost un astfel de inginer.

În istoria civilizației constatăm perioade de dominație a diferitelor ramuri ale culturii. Au fost perioade în care au dominat sculptura, arhitectura, pictura, filosofia sau literatura. Ultimele două secole pot fi considerate ca dominate de știință și de tehnică. Realizările tehnice remarcabile ale secolului XX ne dau dreptul să spunem că acesta a fost *secolul ingineriei*.

Progresul economic american în perioada de după 1930 s-a datorat în esență inovației tehnice, afirmă Servan-Schreiber [29]. Pe de altă parte, Linus Carl Pauling, laureat al Premiului Nobel pentru chimie (1954), afirma că „*progresul tehnic reprezintă una dintre căile prin care lumea poate fi îmbunătățită prin știință*” [23]. Cu alte cuvinte, *descoperirile științei* ajung să mărească bunăstarea societății prin intermediul *creației ingineresti*.

Ilya Prigogin (n. 1917), laureat al Premiului Nobel pentru chimie (1977), și Isabelle Stengers, în cartea „*Noua Alianță*” [26], scriau că „*știința modernă, o știință a inginerilor și astronomilor, este o știință de intervenție și previziune care nu se poate mulțumi cu convingerea generală că totul este explicat prin atomi*”.

Inginerul, posesor al unei pregătiri pluridisciplinare, știe să aplice principiile pur științifice la crearea sau la dezvoltarea unor produse noi sau a unor procese industriale noi. Gândirea inginerescă, o gândire cauzală, cu formație științifică centrată pe concepția și creația de mașini, aparate, instalații, construcții etc., dă inginerului puterea și capacitatea de adaptare în aproape toate domeniile de activitate.

La români, Dimitrie Sturdza, pe vremea când era prim-ministru, încrezător în priceperea, conștiinciozitatea și patriotismul inginerilor, le-a încredințat misiuni diplomatice. După 1960, precum și în prezent, diplomația românească a fost și este reprezentată, între alții, și de ingineri.

De altfel, omul politic I.C. Brătianu, inginer prin formație, afirma că: „*țara se poate ridica numai prin ingineri*”. Deci, nu *și cu inginerii*, ci *numai cu ei*.

Creatorii de tehnică au fost și sunt creatori de istorie, deoarece istoria tehnicii este parte a istoriei omenirii. Istoria omenirii este împărțită în capitole de civilizație, în funcție de un fapt sau de o realizare dominantă a perioadei respective: civilizația din epoca pietrei, civilizația din epoca bronzului, civilizația din epoca fierului etc.

Civilizația modernă, care a început cu circa un secol în urmă este, evident, *civilizația inginerescă*. Se poate pune întrebarea: „care este particularitatea sa esențială?” Aceasta este legată atât de varietatea mare de mașini și aparate create, cât și de un fapt particular, și anume, *transformarea muncii umane din manuală în intelectuală, adică din fizică în spirituală*.

De-a lungul timpului, părerile cu privire la tehnică, obiectul ingineriei, au fost diferite. Unii gânditori au înălțat tehnica până la ceruri, alții au doborât-o la pământ. Iată câteva exemple.

George Paget Thompson (1892 – 1975), profesor de fizică la Colegiul Imperial de Știință și Tehnologie din Londra, laureat al Premiului Nobel pentru fizică (1937),

afirma [30]: „*Tehnica este tot atât de captivantă și tot atât de dificilă ca și știința pură, dar se deosebește de aceasta la fel cum se deosebește cultivarea pământului de creșterea trandafirilor sau arhitectura de sculptură*”.

În Antichitate, pe primul plan erau considerați filosofii, detașați de activitatea practică, specifică inginerilor. Totuși, grecii, creatori ai logicii ca mod de gândire, considerau că „*tehnica este un dar al zeilor*”. Cu toate acestea, în ierarhia pe care au făcut-o în lumea zeilor, Hefaistos, zeul focului, patron al fierarilor, deci zeul cu activitatea tehnică, așa cum i-am spune în prezent, era considerat unul dintre cei mai mărunți zei, cu o înfățișare dezagreabilă, șchiop, cocoșat și urât, însă tehnica de care dispunea îi dădea putere, producând teamă printre zei. Pe Hefaistos am putea să-l numim „zeul inginer”.

Legenda spune că lui Hefaistos, Moira (soarta) i-a hărăzit drept soție pe Afrodita, cea mai frumoasă dintre zeițe. Am putea conchide că, deși conceptul de inginer încă nu era definit, activitatea inginerescă era prețuită în Olimp.

Într-un manuscris din perioada noului regat din Egipt (1750 – 1100 î.e.n.) se afirma: „*munca inginerului, ca orice lucru legat de necesitățile vieții, este josnică și vulgară*”. Știința era privită ca o ocupație rafinată, pe când tehnica era considerată o ocupație vulgară.

Vechii ingineri erau reprezentați îndeosebi de ionienii și alexandrinii practici, iar oamenii de știință, de către teoreticieni ca Pitagora (582 – 500 î.e.n.), Platon (427 – 348 î.e.n.) și Aristotel (384 – 322 î.e.n.). Lucrările experimentale ale ionienilor și alexandrinilor în domeniul artelor practice erau considerate ca „magie neagră”, ca o ocupație intelectuală inferioară.

Intervenția divină – pe de-o parte – și matematicile, pe de altă parte, erau principalele ocupații ale oamenilor de știință. Din vremurile acelea datează porunca lui Platon: „Nimeni nu poate intra aici dacă nu este matematician”.

În Evul Mediu, oamenii de știință disprețuiau activitățile cu finalitate practică. Lucrurile nu se deosebeau prea mult de vremea lui Pitagora.

Cu toate acestea, ingineria a progresat și s-a dezvoltat continuu. După ce Arhimede (287 – 212 î.e.n.) a pus ordine în problemele de mecanică ale timpului, au trecut 17 secole până ce inginerul Leonardo da Vinci (1452 – 1519) a pus mecanica pe temelia rezultatelor experimentale. Ca urmare, marile lucrări practice ca navele, pompele, tunelele, șoselele și palatele, unele dintre ele dăinuind peste veacuri, au fost rodul cunoașterii și al experienței inginerilor acelor vremuri.

Francis Bacon (1561 – 1626) a arătat că „*printre toate binefacerile care ar putea fi date omenirii n-am găsit nici una atât de mare ca descoperirea de noi meșteșuguri și mijloace pentru îmbunătățirea vieții omului. Căci chiar pentru barbarii din timpurile primitive, autorii invențiilor și descoperirilor erau considerați și numărați printre zei*”.

Pitagoreicii (urmașii lui Pitagora) au introdus ideea purificării prin cunoaștere pură, prin contemplație pasivă. Aristotel – de exemplu – afirma că „*activitatea care depășește orice imagine a fericirii este actul contemplării pure*”. Cu alte cuvinte, contemplare, și nu creație. Aceasta îmi amintește de o glumă: „Cum îți imaginezi paradisul?”, a fost întrebat un bătrân marinăr. „Ca un loc unde ești totdeauna beat și cu pipa plină”, a venit imediat răspunsul. Deci, o stare care permite contemplarea, și nu acțiunea, creația.

După stabilirea legilor mecanicii de către Galilei și Newton, prin utilizarea acestora, s-a trecut *de la contemplația sublimă la acțiunea utilă*. Descoperirile din știință au început să devină instrument de lucru pentru ingineri.

La finele secolului XVIII, inginerul scoțian James Watt (1736 – 1819), de la Universitatea din Glasgow, după descoperirea căldurii latente de către Joseph Black, a perfecționat mașina cu abur și a transformat-o în primul motor cu abur. După ce James Clark Maxwell (1831 – 1871) – în secolul XIX – a enunțat legile câmpului electromagnetic, s-au dezvoltat electrotehnica și, apoi, în secolul XX – electronica, automatizările și calculatoarele.

Deși alchimia datează de milenii, chimia a devenit cu adevărat știință destul de târziu, în momentul în care a folosit balanța (deși aceasta era cunoscută încă de pe vremea egiptenilor, 1200 î.e.n.), ceea ce i-a permis efectuarea de măsurători precise, care au condus la enunțarea primelor legi. Apoi, întâi prin Mihail Vasilievici Lomonosov (1711 – 1765) – gigantul intelectual rus al secolului al XVIII-lea – și ulterior prin valoroasele contribuții ale chimistului francez Antoine-Laurent Lavoisier (1743 – 1794), alchimia a devenit chimie. Un pas important spre dezvoltarea industriei chimice și, odată cu aceasta, spre apariția *profesiunii de inginer chimist* s-a făcut după inventarea „turnului de absorbție a vaporilor nitroși” de la fabricarea acidului sulfuric, în 1827, de către Joseph Louis Gay-Lussac, și apoi a turnului de absorbție al anhidridei acidului cloric, în 1835, de către William Gosage. Dată fiind importanța produselor industriei chimice, inginerul chimist a avut un rol determinant în desăvârșirea civilizației secolului XX.

În secolul XIX, ingineria, care se baza pe o suită de rețete, a început să se transforme treptat din meșteșug în știință inginerască, drept urmare a recurgerii la principiile, legile și teoriile generale ale științei, cărora le-a adăugat treptat principii, legi și teorii proprii. Abia după primele decenii ale secolului XX se poate spune cu certitudine că ingineria a devenit știință de sine stătătoare, *știința inginerască*.

În acest sens, despre tehnică, produs al ingineriei moderne, academicianul Radu Voinea afirma cu peste două decenii în urmă: „*Tehnica este un mod de gândire, nu o culegere de rețete*”.

Prăpastia care s-a produs cu peste 2500 de ani în urmă, între *știința pură* – cum își numeau oamenii de știință domeniul lor – și *știința practică* – domeniul inginerilor – se poate spune că a dispărut în a doua jumătate a secolului XX, diferențele anterioare atenuându-se, îndeosebi ca urmare a serviciilor multiple și de proporții pe care realizările ingineresti le-au adus societății, prin aceasta favorizând și dezvoltarea „științelor pure”.

4.3. Unele realizări de seamă ale inginerilor de-a lungul veacurilor

În Antichitate, pentru contribuțiile lor în domeniul ingineriei sunt de remarcat inginerul Ctesibios (170 – 117 î.e.n), Heron din Alexandria (150 – 100 î.e.n), inginerul și arhitectul roman Marcus Pollio Vitruvius (sec. I î.e.n.), inginerul Apolodor din Damasc (60 – 125 e.n.) – arhitect și constructor roman, constructor al templului Venerei din Roma (una dintre minunile arhitectonice ale timpului), al

termelor, forumului și Columnei lui Traian. A fost perioada unor realizări tehnice importante, precum pompa pentru apă, șurubul arhimedic, principiile de funcționare ale pârghiilor (Arhimede, 287 î.e.n.), ceasul și orga acționate hidraulic etc.

Prima mașină motoare utilizabilă industrial a fost mașina cu abur creată de inginerul James Watt, în 1781. Această mașină, prima care a putut acționa un mecanism, a marcat *începutul revoluției industriale*, care a contribuit în mod esențial la progresul omenirii.

În domeniul mașinilor, sunt de remarcat creațiile inginerului suedez Carl Gustaf Patrik de Laval (1845 – 1913), care a inventat separatorul centrifugal (1878) și turbina axială cu abur, cu acțiune, cu o singură treaptă, cu ajutaje convergent-divergente (1889). Câteva decenii mai târziu, frații Ljungström – ingineri suedezi – au inventat turbina radială cu mai multe trepte.

Dintre cei cinci oameni de știință care au ajuns – aproape simultan – la *principiul conservării energiei*, doi erau ingineri, și anume, inginerul francez Sadi Carnot (1796 – 1832) și inginerul danez L. A. Colding (1815 – 1888).

Creațiile inginerilor de-a lungul veacurilor s-au reflectat în dezvoltarea societății. Cele dintâi creații ingineresti au fost în mecanică și în hidraulică, deoarece baza lor empirică are drept suport simțurile omenești. Creațiile tehnice bazate pe electromagnetism au apărut mult mai târziu, în secolul al XIX-lea. Datorită gradului mare de abstractizare din domeniul electromagnetismului, realizările tehnice se datorează în cea mai mare parte inginerilor.

O trăsătură dominantă a secolelor XVIII-XIX a constituit-o *triumful mașinii*. Perfecționarea construcției mașinilor și instalațiilor de forță a devenit sarcina inginerilor. Domeniul generării energiei s-a împărțit în două: *motorul cu ardere internă* – care a condus la motorul ușor de automobil și, ulterior, la cel de avion – și *turbina*, care a permis construirea unor motoare puternice pentru nave, apoi pentru avioane și pentru producția energiei electrice ușor de distribuit.

Inventarea și crearea motoarelor cu ardere internă de către inginerii germani Nikolaus August Otto (1876), Karl Friederich Benz (1878) și Rudolf Diesel (1892) au deschis „era automobilelor” și au stimulat dezvoltarea industriei constructoare de mașini, care, la rândul ei, a creat echipamentele necesare industriei de extracție și de rafinare a petrolului, deoarece motoarele cu ardere internă aveau nevoie de benzină, motorină și lubrifianți. A început astfel formarea *industriilor de proces*, între care industriile de rafinare a petrolului, chimia și petrochimia sunt industrii reprezentative.

Mașina care a transformat cel mai mult atât industria cât și condițiile de viață din secolul XX a fost motorul cu ardere internă. Mii de ingineri au contribuit, de-a lungul secolului XX, la perfecționarea și optimizarea mașinilor termice.

În contextul realizărilor remarcabile ale inginerilor, trebuie amintit suedezul Alfred Nobel (1833 – 1896), „*inginer și inventator*”, așa cum el însuși s-a recomandat împăratului Napoleon al III-lea, atunci când i-a solicitat sprijinul financiar pentru „îmblânzirea” nitroglicerinei, care făcuse numeroase victime în fabricile producătoare și în depozite. A creat *dinamita* (prin înglobarea nitroglicerinei într-un material inert), care nu mai exploda prin lovire, ceea ce a făcut ca ea să fie utilizată în industria minieră, a căilor ferate și a tunelurilor. Pe baza imensei sale averi s-au instituit Premiile Nobel care sunt decernate la Stockholm.

Din 1901, când au fost decernate pentru prima dată aceste premii, datorită *inginerului Alfred Nobel*, Suedia a devenit un arbitru al științei mondiale. Este premiul râvnit de orice om de știință. După părerea unora, dacă n-ar fi existat Premiul Nobel, probabil că fizicienii nu ar fi descoperit atât de multe particule elementare câte sunt cunoscute în prezent.

Tot datorită inginerilor s-au dezvoltat, în secolul XX, industria electrotehnică, industria electronică, automatizările și producerea de calculatoare și procesoare, ceea ce a permis ridicarea performanțelor mașinilor termice, ale instalațiilor din industriile de proces (chimică, petrochimică, alimentară, metalurgică etc.), precum și ale instalațiilor energetice.

4.4. Raportul dintre știința „pură” și inginerie

În domeniul larg al științei, supremul act al creației este *descoperirea* unui adevăr, a unei substanțe, a unui element, a unei structuri biologice etc., existent, dar necunoscut anterior cercetării. De exemplu, legea atracției universale exista înainte de a fi descoperită de Newton (1687), planeta Uranus exista înainte de a fi descoperită de W. Herschel (1781).

În tehnică, creația se manifestă prin realizarea de obiecte, procedee tehnologice, materiale, mașini etc., inexistente anterior; ele sunt *inventate*.

În trecut, inventatorii se bazau mai mult pe imaginație creatoare și mai puțin pe cunoașterea științifică. Începând cu secolul XX, progresul accelerat al științei și apoi scientizarea ingineriei au făcut ca, *la realizarea unei invenții*, să fie la fel de importantă și cunoașterea științifică și imaginația creatoare, adeseori *prevalând cunoașterea științifică asupra imaginației creatoare*.

Fizicianul Kuhn, de exemplu, în *analiza raportului dintre știința „pură” și inginerie*, arată că până cu circa un secol în urmă, *tehnica s-a dezvoltat fără aporturi semnificative din partea științei*.

Cooperarea știință – inginerie a început în 1870 în industria chimică a coloranților, apoi a continuat, după 1890, în electrotehnică și energetică, iar după 1920 a cuprins toate ramurile ingineriei. Ca o consecință, ingineria a încetat a mai fi o activitate artizanală, ea a devenit o activitate științifică. Inginerul nu mai este un inventator bazat doar pe inspirație și pe muncă strict empirică; el a devenit un cercetător ale cărui căutări se sprijină pe teorie. Ca urmare, în ultimele opt decenii au apărut capitole noi, care nu au corespondent în fizică sau în celelalte științe fundamentale, și anume: automatica, bionica, transmisia datelor, teoria sistemelor, micro- și nanotehnologiile, tribologia, aeroelasticitatea, elastohidrodinamica, ingineria nucleară etc.

Astăzi nu se poate efectua cercetare fundamentală fără mijloace tehnice adecvate, dar nici mijloacele tehnice, din ce în ce mai performante, nu pot fi realizate fără cunoștințe fundamentale. În prezent, ingineria și științele fundamentale conlucrează și, pe alocuri, se suprapun. Disputa dintre știința pură, sau știința fundamentală, și inginerie este astăzi lipsită de sens. Important este ce se face și nu cine ori ce profesie are cel care face ceva anume, deoarece în profunzimea ei, știința este unică și nu reprezintă monopolul cuiva.

Un lucru însă este cert: fără ingineri, societatea nu s-ar fi schimbat radical, chiar dacă în domeniul științelor fundamentale s-ar fi pus în evidență fenomene dintre cele mai interesante.

În general, omul de știință descoperă tainele ascunse ale naturii. Inginerul folosește aceste descoperiri pentru a crea construcții, aparate, materiale, substanțe, mașini etc., pe care le pune în slujba omului, în general și în particular în slujba științei.

Răspunderile legale și morale față de actul său de creație sunt atribute inseparabile ale inginerului. În științele fundamentale, când ceva nu merge, se spune că în spatele chestiunilor respective este ceva subtil, care deocamdată ne scapă. În activitatea inginerască, totul trebuie să fie clar, bine înțeles și corect aplicat, altfel putem avea „șansa” să nu mai ajungem să descoperim ascunsele subtilități neclarificate.

Analizând atitudinea omului de știință și a inginerului față de știință, inginerul și inventatorul român George Constantinescu observa că „*ambii se servesc de știință, dar în moduri diferite. Omul de știință este un fel de preot, iar știința este divinitatea lui, inginerul este un constructor, iar știința este slujitoarea lui*”. Această dualitate a științei, fie de divinitate, fie de femeie la toate, a determinat de-a lungul timpului contradicția dintre oamenii de știință și ingineri, contradicție care – așa cum am arătat – astăzi putem spune că a dispărut.

Efectuarea unei lucrări tehnice necesită mult mai mult decât știință, în sensul clasic al cuvântului. Dacă ne referim la primele aeroplane, se pune întrebarea cu ce a contribuit știința acelor vremuri la apariția lor?! Când inventatorii – majoritatea ingineri – au voit să zboare, oamenii de știință au „dovedit” că omul nu va putea zbura niciodată. Din analiza istoriei dezvoltării tehnicii se constată cu surprindere cât de puțin datorează inginerii oamenilor de știință.

Totuși, dezvoltarea ingineriei în unele cazuri s-a datorat rezultatelor obținute de oamenii de știință. Astfel, teoria electromagnetismului a lui James Clark Maxwell stă la baza înțelegerii fenomenelor electromagnetice și a permis inginerilor să obțină rezultate practice remarcabile. Este adevărat însă că opera fundamentală *Tratatul de electricitate și magnetism* (1873) al lui J.C. Maxwell a apărut după aproape 200 de ani de la publicarea cărții *Principiile matematice ale filosofiei naturale* (1687) de către Isaac Newton în domeniul mecanic, ceea ce a făcut ca progresele în domeniul mașinilor și aparatelor bazate pe fenomene electromagnetice să se producă abia în secolul XX.

Teoria *vâscoelasticității* a fost inițiată de James Clark Maxwell, de William Thomson – Lord Kelvin (1824 – 1907) și de Waldemar Voigt (1850 – 1919). Cu aceasta și pe baza observațiilor practice legate de comportarea vopselelor ale lui Eugene C. Bingham (profesor la Lafayette College Easton), s-a născut un nou capitol al științei, *reologia* (știința deformării și curgerii materiei), odată cu înființarea Societății Americane de Reologie (1929). Conceptele și rezultatele reologiei sunt adesea utilizate de ingineri în proiectele lor, ceea ce a permis progrese remarcabile, inițial în domeniul armamentului și apoi în domeniul larg al echipamentelor de proces.

Nu trebuie să uităm influența matematicii, cu conceptele ei abstracte, asupra formării inginerului și ca mijloc de exprimare sintetică a fenomenelor și proceselor întâlnite în inginerie.

În România, zece ingineri, la inițiativa inginerului Ion Ionescu, profesor la Școala Națională de Poduri și Șosele din București, au fondat, în 1895, „Gazeta Matematică”; ea apare de atunci fără întrerupere și a contribuit în mod hotărâtor la formarea pentru știință a tinerilor. *Corpul ingineresc datorează recunoștință Gazetei Matematice și tuturor celor care au cultivat cunoștințele matematice la noi, pentru rolul pe care l-a avut matematica în dezvoltarea spiritului rațional al tinerilor, al disciplinei și ordinii spiritului, calități prețioase pentru ingineri.*

Progresele și dezvoltarea chimiei și, ca o consecință, industrializarea rezultatelor obținute, au permis ca la finele secolului XX, în industriile de proces, atomii și moleculele să fie tot atât de ușor de mânuit precum au fost în secolul al XIX-lea pârgھیile și roțile dințate.

În industria chimică, în secolul XX, ca rod al *colaborării chimiști – ingineri chimiști*, producția discontinuă a fost înlocuită cu producția continuă. S-a trecut de la descompunerea substanțelor în componentele lor de bază la sinteza componentelor, ceea ce a permis obținerea a numeroase substanțe noi, multe inexistente în natură.

Din *colaborarea chimist – inginer chimist – inginer mecanic* au rezultat echipamente și instalații care au permis sinteza continuă a multor substanțe cu impact puternic asupra societății. Un exemplu semnificativ în acest sens este procedeul Haber-Bosch pentru sinteza amoniacului din elemente, la 20 MPa (200 bar) și 550°C, în prezența unui catalizator. Chimistul Fritz Haber a descoperit condițiile necesare sintezei amoniacului din hidrogen și azot (1904), însă până la trecerea procedurii la nivel industrial mai erau de învins greutăți enorme legate de tehnica presiunilor înalte. Inginerul Karl Bosch a reușit să le învingă: a construit reactorul rezistent la 200 de bari, cu recirculație de gaze, din care se elimina continuu amoniacul format, cu recuperarea căldurii și evitarea degradării oțelului din cauza decarburării la contactul cu hidrogenul din gazul de sinteză.

În legătură cu efectul rezultatelor obținute în știință și, respectiv, în inginerie, fizicianul englez Joseph John Thomson (1856 – 1940), laureat al Premiului Nobel pentru fizică (1906), spunea: „*cercetările în știința aplicată duc la reforme, cercetările în știință pură duc la revoluții*”. Îmi permit – peste timp – să-l corectez. Tehnica, produs al ingineriei, a determinat revoluțiile industriale, ale căror consecințe se constată în evoluția civilizației.

4.5. Tehnica – domeniu al culturii contemporane

În prezent, progresul rezultă din cooperarea științelor fundamentale și ingineriei. Inginerii rezolvă în folosul societății ceea ce oamenii de știință, întâmplător sau nu, reușesc să descopere. *Ingineria are propriul său limbaj, are propria sa literatură, inaccesibilă celor neinițiați. Începând cu a doua jumătate a secolului XX, se poate afirma că ingineria a devenit cultura dominantă în societate.* Privită în evoluția sa, tehnica a fost – inițial – mecanică, a urmat tehnica electrică și apoi cea electronică, iar în paralel cu acestea din urmă s-au dezvoltat tehnica chimică și tehnica nucleară.

Din al doilea sfert al secolului XX, filosofii au început să analizeze structura culturii tehnice, valorile tehnice, spațiul și timpul tehnic, puterea tehnică, invenția tehnică și altele. Din punct de vedere filosofic, *tehnica este considerată un domeniu distinct al culturii*, comună tuturor activităților umane. De altfel, cultura actuală în ansamblul ei este o cultură tehnică, rod al ingineriei.

4.6. Ingineria și inginerii la români

Învățăatul italian Del Chiaro, secretar al voievodului Constantin Brâncoveanu și al urmașului acestuia pe tron, Ștefan Cantacuzino, scria că românii posedă un dar deosebit, un „*ingeniu de a-și însuși orice fel de meserie, ori de unde ar veni ea, din Turcia, din Italia sau din lumea apuseană*”.

Activități cu caracter ingineresc au existat pe teritoriul României de astăzi încă din vremuri străvechi. Prin realizările tehnice de excepție, în ultimii 150 de ani românii și personalitățile ingineresti din România au confirmat cele scrise de italianul Del Chiaro. Românii au confirmat vocația pentru tehnică în două moduri: *prin creația tehnică și prin receptivitatea la noutățile tehnice autentice*. Iată și câteva exemple.

Inginerul George Constantinescu (1881 – 1965) a utilizat compresibilitatea apei pentru a transmite energia mecanică cu ajutorul undelor. A creat un nou capitol al științei, „sonicitatea”, dar și motoare sonice, convertorul sonic (care înlocuiește cutia de viteze, ambreiajul și diferențialul la automobile) și multe alte dispozitive cu aplicație practică, între care și cunoscutele aparate de sincronizare sonică pentru tragerea printre palele elicei, care – montate pe avioanele aliaților din Primul Război Mondial – le-a asigurat supremația aeriană, iar creatorului lor, un binemeritat prestigiu. Inginerul George Constantinescu a fost considerat unul dintre cei mai importanți inventatori și oameni de știință din intervalul 1900 – 1925. Revista engleză „The Graphyc”, din 10.01.1926, publica o fotografie cu 17 cei mai mari oameni de știință ai acelei perioade, în care George Constantinescu apărea alături de Albert Einstein, Guglielmo Marconi, Lord Rayleigh, Thomas Edison, Marie Curie (fig. 4.1). Marii ingineri și inventatori se aflau alături de marii oameni de știință ai primului sfert de secol XX.

Lucrarea fundamentală „Theory of Sonics”, baza noului capitol al științei *Sonicitatea*, a fost publicată de inginerul George Constantinescu în 1918, în Anglia, și în 1922, în România. O nouă ediție a fost publicată în 1985, în România [4].

După aproape 80 de ani, în 1997, un alt inginer român [13] a creat un nou capitol al științei, *Energonica*, având mari implicații în aproape toate ramurile științelor contemporane. Principiile și legile naturii descoperite, enunțate și înscrise în volumele referitoare la *energia în acțiune* (Energonica) [13 – 15], au un mare grad de generalitate, deoarece se bazează pe conceptul de energie, ceea ce poate reprezenta un pas important în unificarea diferitelor capitole în care este împărțită știința contemporană.

În domeniul transporturilor, inginerul Dimitrie Vănescu (1859 – 1909) a construit, în 1880, la Paris, un automobil cu motor cu abur, care a circulat o vreme pe străzile Parisului (era considerat „cel mai reușit tren fără șine”).

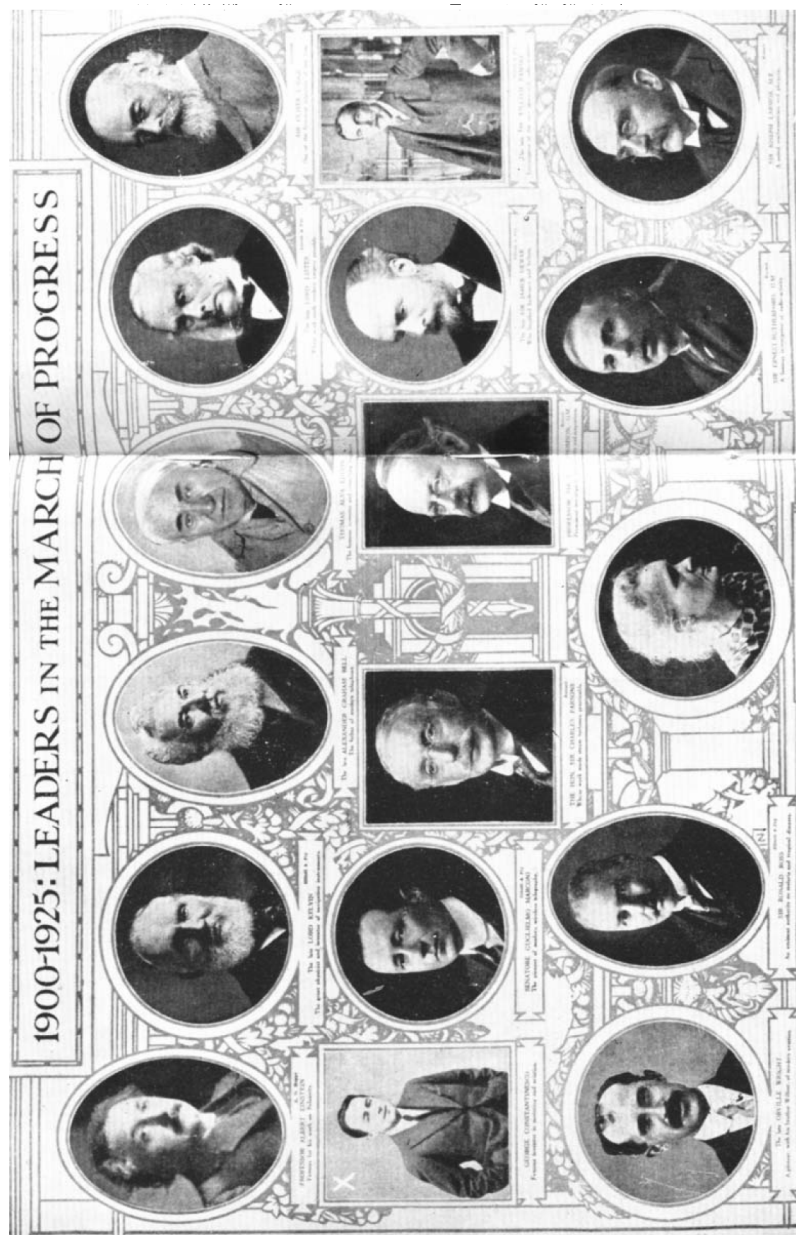


Fig. 4.1. Inginerul George Constantinescu, printre marii savanți și tehnicieni ai vremii. De la stânga la dreapta și de sus în jos: Einstein, Kelvin, Graham Bell, Edison, Lister, Oliver Lodge,

G. Constantinescu, Marconi, Ch. Parsons, J.J. Thomson, J. Dewar, W. Ramsay,

D. Wright, Donald Ross, Marie Curie, E. Rutherford, J. Larmor. Planșă apărută în

„The Graphic” din 16 ianuarie 1926, sub titlul „1900 – 1925: Pionierii pe calea progresului

La începutul secolului XX, în martie 1906, inginerul Traian Vuia (1872 – 1950), cu avionul construit de el, a reușit pentru prima dată să decoleze cu mijloacele proprii de bord (până atunci, decolarea se făcea cu ajutorul unor dispozitive aflate la sol, sau prin tractare). Santos Dumont, căruia i s-a recunoscut oficial această performanță, a zburat în septembrie 1906, deci la șase luni după Traian Vuia.

Trebuie amintite și contribuțiile importante ale inginerului Aurel Vlaicu (1882 – 1913), care a realizat elicea în tandem (care se învârtteau în sens contrar, anulând cuplurile giroscopice și de răsturnare), primul avion fuzelat aerodinamic (1910) și trenul de aterizare cu roți independente (soluție pe care o regăsim utilizată abia în 1934, la avionul Eisler Starch).

Inginerul Henri Coandă (1886 – 1972), una dintre cele mai ingenioase minți, a avut realizări deosebite în diverse domenii ale tehnicii; a fost un pionier al aviației mondiale, a construit primul avion cu motor cu reacție, cu care a efectuat primul zbor la 16 decembrie 1910, a descoperit și a brevetat *„procedeul și dispozitivul pentru devierea unui fluid în alt fluid”*, cunoscut sub numele de *„efect Coandă”* (1938), utilizat în multe aplicații. A realizat aerodina lenticulară (1933), *primul laborator mobil din lume* pentru studiul profilului aripilor avionului, iar spre sfârșitul vieții a realizat, în concepție originală, rezervorul sub formă de clopot submarin fără fund, deplasabil în apă, destinat stocării produselor petroliere (în Dubai).

Dacă în Primul Război Mondial aviația britanică a utilizat, în premieră, dispozitivul sonic pentru tragerea cu mitraliera printre palele elicei, brevetat de George Constantinescu, în al Doilea Război Mondial a utilizat, în premieră, tunul fără recul pentru avioanele de vânătoare, conceput de inginerul român Henri Coandă.

Inginerul Henri Coandă a fost, indirect, elogiât de un celebru contemporan al său, și anume, de constructorul turnului din Paris care îi poartă numele, inginerul Gustave Eiffel (1832 – 1923), care, văzând expus avionul cu reacție conceput și construit de Henri Coandă, i-a spus: *„Păcat tinere că te-ai născut cu 30 de ani, dacă nu cu 50 de ani mai devreme, cu mult prea devreme!”*.

În timpul zborului, din cauza efectului care îi poartă numele, avionul lui H. Coandă a luat foc și s-a prăbușit. În același an, compozitorul Igor Stravinski a compus lucrarea *„Pasărea de foc”*. Conexiune sau coincidență?!

La aproape 30 de ani după Coandă au început să fie construite avioane cu reacție în Germania, Italia și Anglia, desăvârșind epocala sa descoperire. Inginerul Gustave Eiffel avusese dreptate!

Inginerul Alexandru Ciurcu (1854 – 1922), în colaborare cu francezul Just Buisson, a inventat un motor cu reacție pe care l-a utilizat la prima barcă cu reacție din istoria tehnicii.

Nu trebuie uitat inginerul Aurel Persu (1890 – 1977), care în 1923 a brevetat, în Germania, automobilul cu caroserie aerodinamică sub formă de picătură în cădere și cu includerea roților în caroserie, pionierate la vremea aceea.

În 1930 a fost construit primul avion de luptă românesc, proiectat de inginerul Elie Carafoli (1901 – 1983), profesor fondator al școlii românești de aerodinamică de la Politehnica din București, și de inginerul I. Grosu. Școala industrială aviatică românească s-a afirmat și prin crearea avionului de vânătoare IAR80, renumit în timpul celui de-al Doilea Război Mondial.

Inginerul german de origine română, Hermann Oberth (1894 – 1989), fost profesor la Sighișoara și Mediaș, a descoperit și a brevetat în 1930 efectul, denumit ulterior, „*efectul Oberth*”, fenomen care privește arderea în camerele de ardere ale rachetelor. El este considerat „fondatorul astronauticii moderne”. Referindu-se la Hermann Oberth, inginerul german Werner von Braun (1912 – 1977), creatorul faimoaselor rachete V₁ și V₂ din cel de-al Doilea Război Mondial, creierul programului spațial american, spunea: „*Marile inovații spirituale se nasc în creierele unor genii individuale. Hermann Oberth, steaua călăuzitoare a vieții mele, a influențat hotărâtor dezvoltarea rachetelor mari*”. Este un elogiu pe care numai spiritele înalte îl pot aduce unui confrate.

Societatea Internațională de Astronautică poartă numele lui Oberth, iar unul dintre cele trei premii pe care aceasta le acordă anual poartă numele lui Hermann Oberth.

Tot aici trebuie menționat inventatorul Conrad Haas (1509 – 1579) din Sibiu, care a conceput racheta cu trei trepte reactive (cu o sută de ani înaintea lui Kasimierz Sziemieonowicz), echipată cu aripioare „delta” pentru stabilizare și direcționare. El face parte din grupul ctitorilor zborului interplanetar.

Și nu în ultimul rând, se cade să menționăm pe inginerul Dumitru Prunariu, cel dintâi cosmonaut român.

Am insistat poate ceva mai mult asupra realizărilor din domeniul aerospațial, deoarece este un domeniu de vârf, cu multe contribuții românești. În continuare, voi face câteva observații privind dinamica progresului acestui domeniu în secolul XX, comparativ cu toată istoria tehnicii.

La numai trei ani după prima ridicare de la sol cu mijloace proprii de bord a unui avion, în 1909, inginerul francez Louis Blériot traversa, în avion, Canalul Mânecii, apoi, după încă 48 de ani, la 4 octombrie 1957, este lansat în Uniunea Sovietică primul satelit artificial al Pământului, iar, după alți 12 ani, la 16 iulie 1969, din nava spațială americană Apollo 11, doi astronauți pășesc pe Lună. Urmează sateliții și navele spațiale, navele interplanetare trimise spre Marte etc. Dinamica și progresele în acest domeniu au fost de-a dreptul fantastice. Nicicând istoria omenirii nu a mai cunoscut astfel de evoluții. Și în acest domeniu, ***atât timp cât nu au fost necesare mari investiții materiale, ci investiții de inteligență, inginerii români s-au situat pe cel mai înalt podium.*** Din acele vremuri datează gândurile lui Henri Coandă: „*Ce noroc ar avea omenirea dacă ar exista multe nații care să-i fi adus – față de numărul de locuitori – atât cât i-a adus nația română în ultimii 120 de ani!*”. Dacă la aceasta adăugăm numeroasele premii, deci recunoașteri, obținute de tinerii din România la concursurile și olimpiadele internaționale de matematică, fizică, chimie, artă (vioară, canto), mai recent și informatică, precum și destul de numeroasele medalii olimpice obținute de tinerii sportivi români la jocurile olimpice și la campionatele mondiale, chiar cei rău intenționați se văd obligați să recunoască valoarea spiritului românesc, căci ce altceva creează performanța?! Nevoia performanței caracterizează societatea omenească, dar realizarea performanței aparține spiritelor pregătite.

În încheierea acestor prime considerații mi se pare potrivit să amintim spusele istoricului Gheorghe I. Brătianu (1898–1953): „*poporul român, o enigmă și un miracol istoric*”.

Trebuie să mai adăugăm unele premiere mondiale legate de numele inginerului și profesorului Petrarhe Poenaru (1799 – 1875), care a brevetat la Paris, în 1827, invenția intitulată „*condeiul portăreț fără sfârșit, alimentându-se însuși cu cerneală*”, precursorul stiloului de mai târziu, sau de cele ale inginerilor chimiști Costin D. Nenițescu (1902 – 1970) și Alexandru T. Balaban (1931), profesori la Politehnica din București, cărora li se datoresc „*reacțiile Nenițescu*” pentru sinteza unor derivați ai indolului și, respectiv, „*sinteza Balaban-Nenițescu-Praill*” pentru obținerea sărurilor de piriliu și multe alte realizări în domeniul chimiei organice.

Domeniul construcțiilor civile, căilor ferate etc. este și el ilustrat de nume de ingineri români deveniți celebri, precum Elie Radu, Anghel Saligny, Teodor Dragu și alții. Inginerul Anghel Saligny (1854 – 1925), profesor la Școala Națională de Poduri și Șosele din București (Politehnica de azi), a coordonat echipa de ingineri români care a conceput podul de peste Dunăre de la Cernavodă, pe atunci (1895) cel mai lung pod din Europa (4088 m). Anghel Saligny a avut colaboratori, ingineri români de mare valoare profesională, fapt pe care l-a recunoscut atunci când a spus: „*Datoresc norocului, împrejurărilor și eminenților mei colaboratori prestigiul de care mă bucur!*”.

Inginerul Elie Radu (1853 – 1931), și el profesor la Școala Națională de Poduri și Șosele, a fost realizatorul unui număr impresionant de lucrări în domeniul construcțiilor de căi ferate, drumuri, poduri, clădiri publice și edilitare. Despre el, un contemporan spunea: „*Dacă duceți orice secantă pe întinsul țării, nu puteți să nu atingeți una dintre operele pe care le-a clădit ziditorul Elie Radu*” [28].

Un valoros constructor de locomotive cu abur și inventator în acest domeniu a fost inginerul Teodor Dragu (1848 – 1925), și el fost profesor la Școala Națională de Poduri și Șosele.

În domeniul forajului sondelor s-a remarcat prin invenții valoroase inginerul Ion Șt. Basgan (1902 – 1980).

Înaltul profesionalism al inginerilor români s-a remarcat și în proiectarea și construirea barajelor și amenajărilor hidroelectrice (lanțurile de hidrocentrale de pe Bistrița, Argeș, Olt, Lotru, Someș și Dunăre). Primele proiecte de amenajare a bazinelor hidraulice au aparținut inginerilor Dimitrie Leonida și Dorin Pavel, foști profesori la Institutul Politehnic din București, precum și inginerilor Cristea Mateescu și Radu Prișcu, profesori la Institutul de Construcții din București.

Pe lângă acestea, toate construcțiile de după anii 1950, uzinele și platformele industriale chimice, petrochimice, siderurgice, metalurgice, petroliere, de construcții de mașini etc. au fost rodul concepției inginerilor români. Spațiul și timpul acordate nu îmi permit să numesc pe toți inginerii valoroși din ultimii 50 de ani, dar cei interesați pot consulta, de exemplu, cărțile scrise de academicianul Remus Răduleț [27] și, respectiv, de dr.ing. Mihai Mihăiță și colaboratorii [18; 35].

În statisticile internaționale, România apare – în anul 1857 – ca *prima și singura țară din lume cu o producție industrială de petrol* (250 t), prin intrarea în funcțiune a rafinăriei de la Rîfov (sudul Ploieștiului), construită de Marin Mehedințeanu; această rafinărie producea petrol lampant pentru aprovizionarea Bucureștiului, *primul oraș din lume iluminat cu petrol lampant*.

În 1936 a fost construită, la Târnăveni, *prima instalație din Europa* pentru fabricarea amoniacului sintetic, în care hidrogenul necesar se obținea din gaz metan.

Procedul a fost aplicat și la Făgăraș, în 1943. La Uzinele Chimice Copșa Mică se producea industrial, începând cu anul 1941, formaldehidă, pentru prima dată în lume prin oxidarea directă a metanului.

Iată câteva priorități industriale internaționale aparținând României, datorate deopotrivă inginerilor și chimiștilor care lucrau pentru industrie. Comentariile sunt de prisos. **România, prin inteligența, îndrăzneala și implicarea tehnică a fiilor ei, face parte din grupul țărilor cu mari contribuții la construirea și la progresul civilizației tehnice de care azi beneficiază întreaga omenire.**

Este cazul să spunem aceasta generațiilor actuale și viitoare, pentru a ne ridica din pulberea drumului și a ne ocupa, demn și responsabil, locul în „orchestra ingineriei universale”, unde va în primele rânduri, nu departe de Anglia, Germania, Franța, SUA.

Se cade – de asemenea – să amintim pe inginerul Nicolae Malaxa (1884 – 1970), care a avut cutezanța, priceperea și simțirea patriotică să demonstreze Europei vocația industrială a românilor, pe care străinii îi considerau, ori îi voiau a fi, numai plugari și păstori. Un ecou al unei dorințe similare răzbate și azi de după ușile unor politicieni ai lumii.

Industria chimică și petrochimică românească s-a dezvoltat cu o dinamică impresionantă, după anul 1950. Inginerul Mihail Florescu (1912–2000), arhitectul industriei chimice românești moderne, care a fost mulți ani ministrul industriei chimice, la aniversarea a 50 de ani de apariție a Revistei de Chimie, în 1999, a declarat public că cei trei stâlpi care au stat la originea dezvoltării industriei chimice au fost inginerii Costin D. Nenițescu (1903 – 1970) – fondatorul școlii de chimie organică, Emilian Bratu (1904 – 1992) – fondatorul școlii de inginerie chimică, și Mihail Renert (1908 – 1996) – fondatorul școlii de utilaj chimic, toți trei profesori universitari, șefi de catedre la Institutul Politehnic din București.

În domeniul prelucrării petrolului și petrochimiei au adus contribuții importante inginerii Viorel I. Robu și Gheorghe Suciu, iar în domeniul echipamentelor petrochimice, inginerul Ștefan Teodorescu, foști profesori la Institutul de Petrol și Gaze din Ploiești. Profesorilor Nenițescu, Bratu, Renert, Robu, Suciu, Teodorescu și altora li s-a datorat în mare parte nivelul ridicat, internațional, al inginerilor destinați industriei chimice și petrochimice. Acesta este unul dintre exemplele care atestă aserțiunea conform căreia „*nivelul de cultură (tehnică) al unei țări depinde de valoarea profesorilor săi*”.

Importanța inginerilor în societatea modernă nu mai este necesar să o demonstrăm, deoarece *civilizația actuală fără ingineri este de neconceput*.

„Miracolul japonez” s-a datorat victoriei totale a inginerilor în Japonia. Pe de altă parte, declinul ingineriei prin marginalizarea inginerilor este drumul cel mai scurt către lumea a treia.

În 2001, de Ziua Braziliei, ambasadorul Braziliei la București, Jeronimo Moscardo, făcând elogiul muzicienilor români, afirma că o țară căreia i-a aparținut un muzician de valoarea lui George Enescu este o putere a spiritului.

Îndrăznesc să adaug că o țară ca România, căreia i-au aparținut și îi aparțin, încă, atâția ingineri și inventatori din prima linie a științei și practicii ingineresti, cu multe priorități în domeniile de vârf ale tehnicii ultimilor 150 de ani, *a contribuit la afirmarea și statuarea puterii ingineresti în societatea modernă*.

În inginerie, românii au însă și altfel de priorități.

Elisa Leonida Zamfirescu (1887 – 1973) a absolvit Academia Tehnică Regală din Charlottenburg (Germania) în 1912, devenind *prima femeie inginer din Europa*, iar, conform unor recente estimări [35], a fost chiar *prima femeie cu titlu de inginer de pe Terra*, remarcându-se prin studiile și cercetările efectuate în domeniul geologiei.

Gheorghe Botezatu (1883 – 1940), matematician și inginer, a fost *primul* în lume care a susținut o *teză de doctorat în domeniul aviației* (la Sorbona, cu titlul „Studiul stabilității aeroplanului”, în 1911, conducătorul științific fiind Paul Panlevé). El a fost și unul dintre pionierii construcției de elicoptere, varianta GB-5 reprezentând cel mai perfecționat elicopter din perioada respectivă (C. Dolfuss, H. Bouché, „Histoire de l’Aéronautique”, Paris, 1932). De asemenea, calculele sale privind traiectoria Pământ – Lună au fost luate în considerare în cuprinsul programului spațial american APOLLO.

Cel de-al doilea aspect al vocației tehnice a românilor, receptivitatea la noutățile tehnice ale momentului, rezultă din următoarele câteva exemple.

Descoperirea dinamului a stimulat trecerea la iluminatul electric în locul iluminatului cu petrol sau cu gaz. La nici șase luni de la realizarea, la New York, a primei centrale electrice pe uscat, la București se instalează prima centrală electrică din România (1882) pentru iluminarea unor obiective publice. După numai doi ani, în 1884, Timișoara devine primul oraș european cu străzile iluminate electric.

La nici două decenii după brevetarea betonului armat, acesta a fost utilizat în România de către inginerul Anghel Saligny, la construirea silozurilor de la Brăila (1888) și Galați (1889). La acestea se adaugă vechea clădire a hotelului Athénée Palace și altele.

4.7. Soarta societății contemporane fără ingineri. Puterea latentă a inginerilor

Inginerii s-au afirmat în societatea ultimului secol și continuă să domine latura creatoare a societății. Să ne imaginăm pentru moment ce s-ar întâmpla cu civilizația terestră dacă Dumnezeu ar selecta pe toți inginerii și i-ar teleporta cu toată știința și cu proiectele lor pe altă planetă, sau dacă, pur și simplu, toți inginerii ar declanșa grevă pe termen nelimitat. Pentru început, dezvoltarea și apoi producerea mijloacelor de producție ar stagna. Apoi, treptat, treptat, nu vor mai putea fi înlocuite generatoarele de curent electric, turbinele defecte ale centralelor termoelectrice, hidroelectrice și nucleare. Compresoarele și pompele, motoarele electrice, hidraulice ș.a. vor ceda și nu vor mai putea fi vehiculate diferitele substanțe în industriile de proces. Ca urmare, societatea nu va mai dispune de energie, țițeiul și gazele naturale nu vor mai putea fi vehiculate prin conducte, nu vom mai avea combustibili pentru automobile, avioane, navete spațiale, încălzirea locuințelor etc. Nu vor mai putea fi industrializate produsele alimentare, nu vom mai avea medicamente, coloranți și produse cosmetice, dar nici aparatură medicală de investigare sau pentru tratament, nu vom mai avea hârtie, sticlă, polimeri, cauciuc sintetic, benzină, uleiuri, mijloace de transport etc., etc.

Omul va sta în fața naturii ca și în urmă cu mii de ani, doar cu puterea brațelor și a minții, însă fără mijloacele de producție pe care le-au conceput și produs inginerii.

Omul va putea filsofa, va putea emite legi, va face poezii, iar numărul celor care vor avea acces la toate acestea va fi din ce în ce mai mic. Selecția naturală își va reintra în drepturi.

Acesta este tabloul lumii terestre fără ingineri! Stagnarea, urmată de declin rapid și, în final, de colapsul total al societății moderne.

Oare inginerii își dau seama de puterea lor uriașă, decisivă în societatea modernă?! *Aproape totul se sprijină astăzi pe comunitatea inginerească!*

4.8. Câteva concluzii

Inițial, prin natura sa, știința a fost în esență contemplativă. Odată cu secolul al XVIII-lea, știința începe să-și găsească împlinirea prin utilizarea ei în domeniul tehnicii. În secolul XX s-au format științele ingineresti. Prin intermediul creației ingineresti, științele fundamentale și științele ingineresti se perfecționează reciproc și sunt puse în slujba oamenilor, în folosul societății. În această evoluție a științelor către aplicații practice, inginerii au jucat un rol important, dacă nu chiar rolul principal.

Dacă analizăm interacțiunea dintre om și natură, constatăm că întâi omul a privit natura ca și cum era în afara ei, și nu parte a acesteia. Apoi, omul a ajuns în situația de a atenta la echilibrul naturii din care el însuși făcea parte. În prezent, conștientizând apartenența sa la natură, omul s-a aliat cu natura, străduindu-se să-i mențină echilibrul, împotriva propriilor sale acțiuni distructive. În multe compartimente ale alianței omului cu natura este așteptată contribuția inginerilor.

În ultimii cincizeci de ani, imaginea noastră asupra naturii s-a schimbat drastic. Considerarea ireversibilității ca urmare a disipării sub formă de căldură a unei părți a energiei care intervine într-un anumit proces a condus la teorii ingineresti mai elaborate. Considerarea materialelor ca structuri disipative a rupt simetria timpului în raport cu orice proces, ceea ce este în contradicție cu legile clasice, unde trecutul și viitorul sunt identice cu prezentul. Aceste legi, invariante la schimbarea semnului timpului, simple și elegante, sunt acceptate și utilizate fără rezerve în științele fundamentale. În științele ingineresti, însă, realitatea a obligat să se considere efectele disipative, fapt care a complicat exprimarea matematică a fenomenelor și proceselor. Nu întotdeauna exprimarea matematică a acestora îndeplinește „cerința” lui Paul Dirac de a avea „*frumusețe matematică*”, dar ele reflectă adevărul fizic și s-au dovedit utile. Pe această bază inginerii au putut optimiza procesele din mașinile și instalațiile proiectate de ei, le-au conceput mai simple și cu eficiență mărită. Inginerii creează, cercetează, simplifică și eficientizează produsele care fac obiectul profesiei lor, și toate acestea în favoarea societății, a creșterii nivelului de civilizație.

Putem spune că *științele ingineresti în cooperare cu științele fundamentale, de aici înainte, sunt stăpâne pe destinele omenirii, conducând-o spre un viitor necunoscut și de neînchipuit.*

În încheiere voi cita părerea despre ingineri a lui George Paget Thomson, laureat al Premiului Nobel pentru fizică (1937):

„Sunt plin de admirație pentru priceperea inginerilor de a transforma experiențele simple din fizică în ceva util, la îndemâna oricui”.

Bibliografie

1. **Banciu, M. D., Balaban, A. T. C.D. Nenițescu. Viața și opera.** Editura Academiei Române, București, 1995.
2. **Bernal, J. D. Știința în istoria societății.** Editura Politică, București, 1964.
3. **Bratu, Em. Ingineria chimică.** Discurs rostit la 20 decembrie 1974, Editura Academiei RSR, 1976.
4. **Constantinescu G. Sonicitatea.** Editura Academiei RSR, 1985.
5. **Florescu, M. Ingineria, o știință multidimensională.** Editura Tehnică, București, 1982.
6. **Ghejan, I., Nica, A. Ingineria prelucrării hidrocarburilor, Vol. 5,** Editura Tehnică, București, 1999.
7. **Giurescu, C. C. Contribuții la istoria științei și tehnicii românești în secolele XV – începutul secolului XIX.** Editura Științifică, București, 1973.
8. **Halliday, D., Resnick. Fizica. Vol. 1,** Editura Didactică și Pedagogică, București, 1975, pp. 57 – 77.
9. **Hellemans, A., Bunch, B. Istoria descoperirilor științifice.** Editura Orizonturi, Editura Lider, București, 1999.
10. **Iacovachi, I., Cojocaru, I. Traian Vuia.** Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1988.
11. **Ionescu, I. Lucrările publice la romani sub împăratul Traian.** În B.S.P. XXXVI, 1992, pp. 49 – 78.
12. **Jianu, I., Basgan, I., Macoveanu, L. George Constantinescu,** Editura Științifică, București, 1966.
13. **Jinescu, V. V. Energonica.** Editura Semne, București, 1997.
14. **Jinescu, V.V. Principiile și legile Energonicii.** Editura Politehnica Press, București, 2003.
15. **Jinescu, V.V. Principiul energiei critice și aplicațiile sale.** Editura Academiei Române, București, 2005.
16. **Korach, M. Știința despre știință.** Editura Politică, București, 1968.
17. **Mateescu, C. Ion Ionescu.** Editura Științifică, București, 1966.
18. **Mihăiță, M., Tănăsescu, F. T., Olteneanu, M. Repere ale ingineriei românești.** Editura AGIR, București, 2000.
19. **Mitru, Al. Legende Olimpului.** Hyperion, Chișinău, 1990.
20. **Moisil, G. Cercetarea în științele fizice și în cele ingineresti.** În vol. „Cercetarea fundamentală și științele ingineresti”, Institutul Politehnic București, 1988, pp. 33 – 40.
21. **Olivotto, C. Făuritorii de miracole, Franklin, Edison, Coandă.** Editura ARA, București, 1991.
22. **Pană, Laura. Filosofia culturii tehnice.** Editura Tehnică, București, 2000.

23. **Pauling, L.** *General Chemistry*. W. H. Freeman Comp., San Francisco, 1970.
24. **Petrescu, S., Petrescu, Valeria.** *Principiile termodinamicii*. Editura Tehnică, București, 1983.
25. **Petrescu, S., Petrescu, Valeria.** *Metode și modele în termodinamica tehnică*. Editura Tehnică, București, 1988.
26. **Prigogin, I., Stengers, Isabelle.** *Noua alianță. Metamorfoza științei*. Editura Politică, București, 1984.
27. **Răduleț, R.** *Istoria cunoașterii și a științelor tehnice pe pământul României*. Editura Academiei Române, București, 2000.
28. **Roșianu, Gh. D.** *Viața și opera inginerului Elie Radu*. Editura Tehnică, București, 1958.
29. **Servan-Schreiber, J. J.** *Sfidarea mondială*. Editura Politică, București, 1982.
30. **Thomson, G.** *Inspirație și descoperire*. Editura Enciclopedică Română, București, 1973.
31. **Țugulea, A.** *Probleme de cercetare fundamentală în electrotehnică*. În vol. „Cercetarea fundamentală și științele ingineresti”, Institutul Politehnic București, 1988, pp. 143 – 157.
32. **Voinea, R.** *Cercetarea fundamentală*. În vol. „Cercetarea fundamentală și științele ingineresti”, Institutul Politehnic București, 1988, pp. 5 – 21.
- *** *Dicționar cronologic al științei și tehnicii universale*. (coordonator acad. Ștefan Bălan), Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1979.
- *** *Precursori români ai ciberneticii*. Editura Academiei RSR, 1979.
- *** *Romanian Inventors*. Editura OSIM and AGIR, Bucharest, 2000.
- *** *Mic dicționar enciclopedic*. Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1987.
- *** *Larousse de Poche*. Librairie Larousse, Canada, 1990.
- *** *Revoluțiile industriale în istoria societății*. Editura Politică, București, 1981.

5

ECHIPAMENTE PENTRU PROCESE INDUSTRIALE*

5.1. Introducere

Timp de milenii, preocuparea principală a omenirii a fost: „*cum să apărăm omul de forțele oarbe ale naturii?*”. Omul și natura erau pe poziții opuse!

La finele secolului XX a apărut o nouă provocare: „*cum apărăm natura de inconștiența, nepăsarea, excesele și activitatea nocivă a omului*”. Răspunsul la această provocare a fost:

- *alianța omului cu natura*, în scopul menținerii echilibrului acesteia împotriva propriilor sale acțiuni distructive;
- *asigurarea dezvoltării durabile*, spre a nu primejdui destinul generațiilor viitoare prin diminuarea resurselor naturale și accentuarea poluării.

Urmare a noilor orientări, totul a început să se schimbe; societatea, mentalitatea oamenilor și, mai ales, se schimbă structura și conținutul educației și instrucției, atât a tinerilor cât și a adulților.

Și peste toate acestea se afirmă un adevăr indubitabil: *viitorul omenirii depinde, în cea mai mare parte, de ingineri*.

De exemplu, la „Stevens Institute of Technology” din Statele Unite ale Americii s-a lansat ideea că *ingineria reprezintă factorul de securitate al Americii*, prin capacitatea sa de a crea mijloacele necesare protejării Americii și americanilor împotriva provocărilor de tot felul, de la acte teroriste până la securizarea rețelelor de comunicații.

5.2. Echipamente și industrii de proces

Inginerii mecanici specializați în *Echipamente pentru procese industriale* (o dezvoltare a specializărilor anterior denumite, începând cu anul 1954, *Utilaje și instalații pentru industria chimică*, *Mașini și aparate pentru industria chimică*, *Utilaj chimic*, *Utilaj tehnologic-chimic*, iar după 1992, *Echipamente de proces și Utilaje și instalații de proces*) pot avea un rol important în reducerea până la eliminarea poluării industriale, reducerea consumului de energie, atât la fabricarea echipamentelor de proces cât și în timpul exploatarei acestora. Toate acestea pot fi obținute atât prin mărirea randamentelor proceselor și a sistemelor de acționare, cât și prin imprimarea, încă din etapa de concepție, a unei fiabilități ridicate și a mentenabilității, precum și prin asigurarea unei disponibilități cât mai îndelungate pentru fiecare dintre componentele unei instalații de proces, precum și a instalației în ansamblul ei.

* Conferință susținută în cuprinsul Zilelor Universității „Politehnica” din București, la Târgul Internațional București, pe 06.10.2005.

Industriile de proces sunt industrii fundamentale (de transformare fizică, chimică sau biochimică a materiei), ca și industria energetică (de transformare a energiei) sau industria de fabricare (de modelare funcțională).

Scopul principal al industriilor de proces este transformarea materiei. În cele mai multe instalații de proces se produce *transformarea la nivel molecular a materiilor prime* (de exemplu, reacțiile chimice, fermentația), iar în unele, doar transformarea fizică a acestora (distilarea, mărunțirea).

Principalele industrii de proces sunt: chimică, petrochimică, carbochimică, de medicamente, alimentară, de fabricație biotehnologică, de celuloză și hârtie, de prelucrare a materialelor plastice și cauciucului, a materialelor de construcții, o parte a industriei energetice și o parte a industriei metalurgice. Ele se referă la operații unitare, procese, mașini și aparate similare. În urma analizei și sintezei cunoștințelor din aceste industrii, anterior tratate distinct, s-a ajuns la conceptele de *inginerie de proces, echipamente de proces, instalații și industrii de proces*.

Caracteristica principală a industriilor de proces o reprezintă *diversitatea*, și anume: diversitatea materiilor prime, diversitatea mijloacelor de lucru (proces, mașini, aparate, instalații) și diversitatea produselor obținute. Aceasta constituie o provocare continuă la inovare, optimizare și schimbare, pentru inginerul specialist în echipamente de proces și impune lucrul în echipă.

Inginerul mecanic cu specializarea *Echipamente de proces* are și va avea un rol vital în lumea de azi și de mâine, în care se creează tot mai multe substanțe noi la *nivel industrial*, iar fiecare dintre acestea se obține într-o *instalație de proces* (medicamente, coloranți, lacuri, vopsele, cosmetice, antidăunători, îngrășăminte chimice, combustibili, uleiuri, polimeri, elastomeri, ciment, zahăr etc., etc.).

Drumul de la idee la produsul finit trece de la laboratorul de chimie sau biologie la cel de inginerie de proces și de aici la stația de proiectare de proces, de proiectare a automatizării, de proiectare mecanică, de fabricare, montare, punere în exploatare, operare și mentenanță (fig. 5.1). După finalizarea etapei de proiectare a procesului și stabilirea dimensiunilor principale din punctul de vedere al procesului și după proiectarea și realizarea automatizării și implementării conducerii automate, etapele 1 – 4 și 9 aparțin inginerului mecanic specializat în echipamente de proces, iar la etapele 6 – 8, acesta participă alături de inginerii specializați în inginerie de proces și de inginerii automatiști. Ingineria mecanică a echipamentelor de proces succede ingineriei de proces în șirul activităților cuprinse între ideea inițială și produsul finit (fig. 5.1).

Ca regulă generală, orice mașină sau aparat de proces trebuie conceput astfel încât să fie cât mai *economic* (ieftin), însă *sigur în exploatare*. Fiabilitatea în exploatare a unui echipament se obține prin asigurarea *rezistenței, rigidității și etanșeității* acestuia, pe toată durata de exploatare prescrisă.

Calculul *duratei de viață preliminate sau prescrise* a unui echipament oarecare în faza de proiectare, durata de viață „implementată” în decursul fabricării precum și calculul *duratei de viață restantă*, după suprasolicitări accidentale, reprezintă deziderate importante pentru inginerul mecanic. În cazul echipamentelor de proces, calculul duratei de viață este important, dacă se ține seama de faptul că în multe dintre ele sunt vehiculate substanțe toxice, letale, inflamabile sau explozive, care se pot afla la presiuni și temperaturi ridicate, deci cu atât mai periculoase.

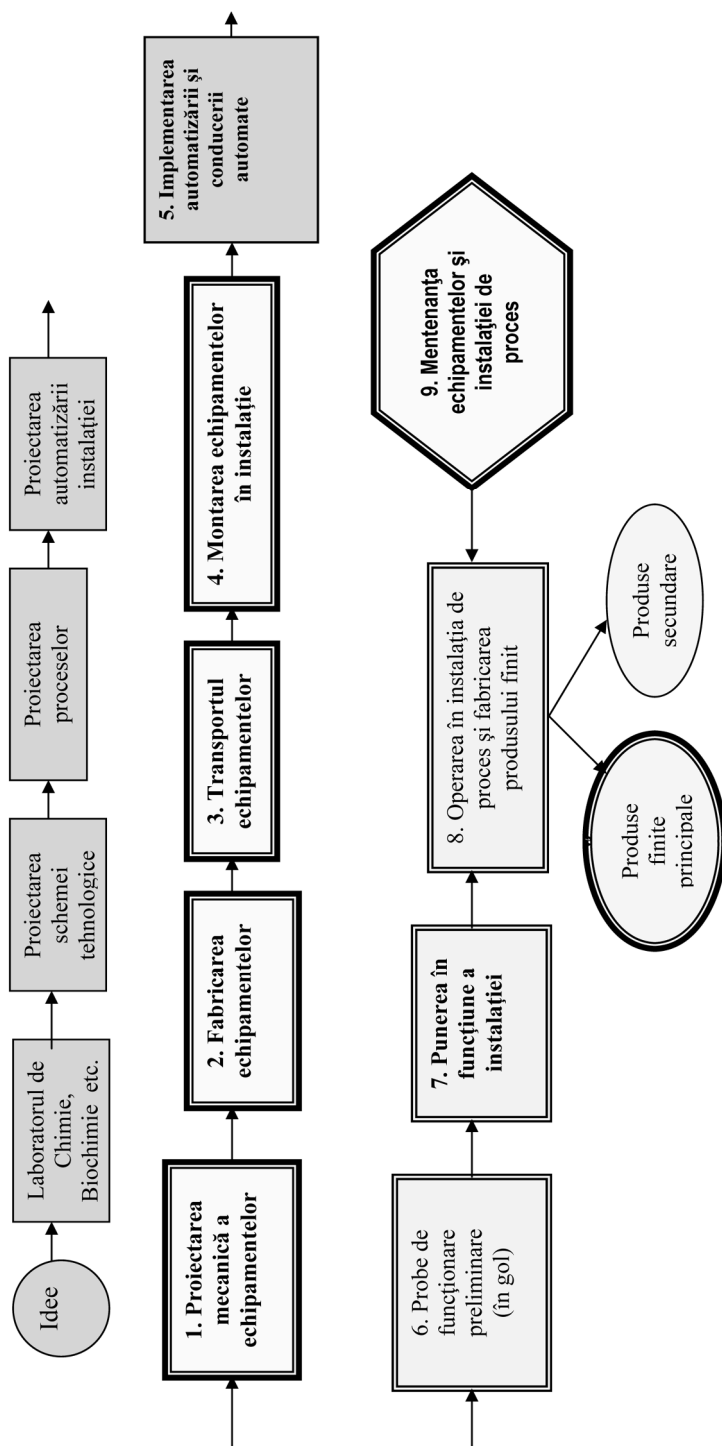


Fig. 5.1. Succesiunea etapelor de la idee la produsul finit. Etapele 1 – 4 și 9 aparțin inginerilor mecanici specializați în Echipamente pentru procese industriale. La etapele 6 – 8, inginerii mecanici participă la rezolvarea problemelor tehnice împreună cu inginerii specializați în inginerie de proces și inginerii automatiști

Fisurarea, ruperea sau pierderea etanșeității pot avea consecințe grave: poluarea mediului, accidentarea personalului din instalație, pagube materiale ș.a.

Inginerul mecanic trebuie să fie sensibilizat în legătură cu deteriorarea materialelor, a structurilor mecanice și chiar cu problemele care privesc deteriorarea mediului. Dar aceasta este numai o fațetă a problemei, care se corelează cu problema duratei de viață. Cealaltă fațetă o reprezintă reabilitarea materialelor, structurilor și mediului, cu scopul fie al măririi duratei de viață restante, fie al asigurării dezvoltării durabile.

5.3. Ingineria echipamentelor pentru procese industriale în societatea contemporană

Astăzi, adeseori, proiectarea se poate face fără a mai trece prin teste prealabile în laborator, și aceasta deoarece ingineria este o știință. Nu a fost întotdeauna așa. Se poate aprecia că până la inițierea primei revoluții industriale, care s-a petrecut în jurul anilor 1781, ingineria a fost *meșteșug* sau arta de a produce ceva anume; se baza pe multe cunoștințe practice și pe puține cunoștințe teoretice. Aceasta a fost *etapa empirică a ingineriei*, caracterizată prin lipsa de curiozitate științifică a producătorilor. Ei nu înțelegeau că explicarea corectă a unui proces sau fenomen putea servi pentru a prevedea desfășurarea altuia asemănător. Se foloseau tehnici și procedee tradiționale transmise din generație în generație, cărora rareori li se aduceau îmbunătățiri. A fost etapa în care ingineria a progresat lent.

Abia la începutul secolului al XX-lea, în jurul anului 1920, se poate spune că *ingineria a devenit știință*. În a doua parte a secolului XX s-a acceptat, aproape fără rezervă, sintagma de *științe ingineresti*. În prezent, orice soluție constructivă imaginată de inginer poate fi evaluată prin calcul, corectată și adusă la forma optimă.

Societatea și civilizația contemporană sunt profund marcate de produsele tehnicii, rod al gândirii și creației ingineresti (fig. 5.2). Inginerul observă, cercetează și gândește la rezolvarea unor probleme sau creează noi produse. În acest scop utilizează cunoașterea acumulată anterior, dezvoltă idei, soluții constructive, invenții, proiecte etc. prin intermediul cărora mărește sfera tehnicii. Produsele tehnicii transformă societatea, ridică bunăstarea oamenilor, contribuie la crearea unei noi civilizații, *civilizația ingineriei*.

Începând cu a doua jumătate a secolului XX, se poate afirma că ingineria a devenit cultura dominantă în societate.

* *

Dacă privim cu obiectivitate rolul ingineriei în societatea contemporană, vom constata că nu se poate spune că o ramură sau o specializare oarecare este mai importantă decât alta, ci că este doar mai recentă și, ca orice lucru nou – momentan – trezește un mai mare interes. Fiecare domeniu sau specializare nou apărută se bazează pe specializările anterioare.

Ingineria mecanică împreună cu ingineria construcțiilor și cu ingineria materialelor sunt cele mai vechi ramuri ale ingineriei. Ele formează ingineria de bază. După ele au apărut – în a doua parte a secolului al XIX-lea și la începutul secolului al XX-lea – ingineria chimică, ingineria electrică, apoi electronica și, de curând, ingineria nucleară, ingineria calculatoarelor și, cu aceasta, informatica. Fără ingineria mecanică nu este posibilă manifestarea ingineriei chimice și biochimice, ingineriei electrice, ingineriei electronice și ingineriei calculatoarelor.

Importanța ingineriei de bază în legătură cu industria chimică rezultă din următorul exemplu [1]: în 1904 chimistul Fritz Haber a descoperit condițiile necesare sintezei amoniacului din hidrogen și azot. Sinteza trebuia făcută la 20 MPa (200 bar) și la 550°C, în prezența unui catalizator; era nevoie de un reactor construit dintr-un material rezistent la această temperatură și astfel conceput încât să reziste la presiunea de 20 MPa. Fără un astfel de reactor, industrializarea amoniacului nu era posibilă. Cel care a rezolvat problema a fost inginerul german Karl Bosch. El a conceput și a construit un reactor cilindric rezistent la 20 MPa, cu recirculare de gaze, din care se elimina continuu amoniacul format, cu recuperarea căldurii și evitarea degradării oțelului din cauza decarburării la contactul cu hidrogenul din gazul de sinteză. Pentru această realizare la nivel industrial, fiecare, atât chimistul Haber cât și – separat – inginerul Bosch, au fost răsplătiți cu Premiul Nobel. Este clar că fără inginerie mecanică nu se poate trece la industrializarea majorității tehnologiilor.

Pe de altă parte, inginerul suedez Gustaf de Laval (1845 – 1913) a brevetat și realizat, în 1878, primul separator centrifugal, utilizat întâi la separarea smântânii din lapte, iar ulterior, în aproape toate ramurile industriei de proces.

Inginerii Gustaf de Laval și Karl Bosch pot fi considerați între precursorii specializării Echipamente pentru procese industriale.

Se poate spune că actul de naștere al industriei echipamentelor de proces l-a constituit realizarea acestui prim reactor pentru fabricarea industrială a amoniacului sintetic. Acest exemplu, rămas celebru în istoria tehnologiilor și instalațiilor chimice, ca rod al colaborării dintre chimiști și inginerii mecanici, corespunde etapei raționale a ingineriei. Au trecut de atunci o sută de ani.

Resursele de materii prime ale României (fig. 5.3) pledează pentru dezvoltarea în continuare a unor industrii de proces și, legat de aceasta, pentru *formarea inginerilor specializați în inginerie de proces și ingineria mecanică a echipamentelor de proces*.

Fiecare dintre aceste industrii nu înseamnă numai materiile prime corespunzătoare sau substanțele intermediare și produsele finite, ci, în primul rând, înseamnă procese, echipamente și instalații industriale.

O instalație de proces este alcătuită din mașini și aparate cuplate între ele prin complicate sisteme de conducte, corespunzător unei anumite scheme tehnologice. Într-o astfel de instalație aparent nu se întâmplă nimic; în realitate însă, diferite substanțe în stare solidă, lichidă sau gazoasă sunt deplasate, mărunțite, aglomerate, dispersate, amestecate, filtrate, decantate, distilate, rectificate, supuse reacțiilor chimice etc., cu alte cuvinte sunt supuse unor procese fizice sau biofizice, au loc reacții chimice, biochimice ș.a. În final rezultă un produs finit principal și unul sau mai multe produse secundare.

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 alimentară	• alimentară;
• Lemn, stuf ș.a.	• de celuloză, hârtie etc.;
• Biomasă, floră spontană etc.	• biochimică; • de medicamente naturiste.

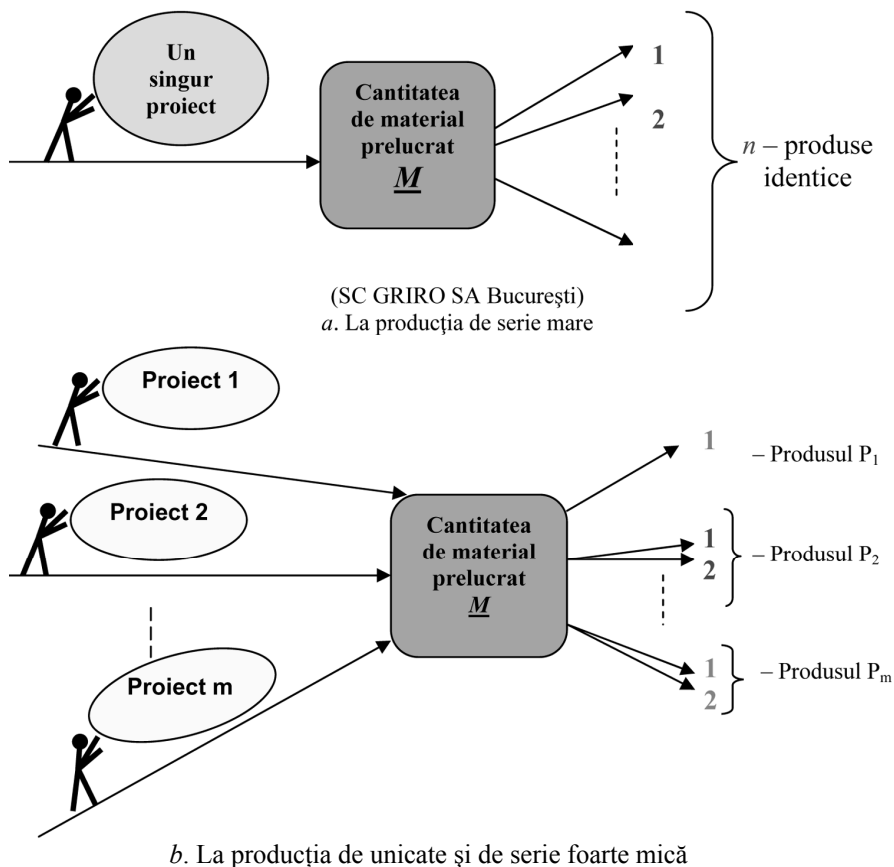


Fig. 5.5. Structura proiectelor și produselor la prelucrarea aceleiași cantități de material în cazul producției de serie mare (a) și al producției de unicate sau de serie foarte mică (b)

Deși la prima vedere două instalații sunt aparent similare și alimentate cu aceleași materii prime de bază, în realitate, prin modificări ale amenajărilor interioare ale unor echipamente și ale unor parametri de proces etc. se obțin produse finite diferite.

Deși un anumit tip de mașină sau de aparat se utilizează în instalații diferite, operațiile unitare sunt în principiu aceleași, principiile de funcționare și de dimensionare mecanică sunt, de asemenea, aceleași și tot aceleași sunt și procedeele de fabricare ale acestora (fig. 5.4).

Rareori se construiesc mai multe instalații de proces de același fel, cu aceeași capacitate. Din acest motiv, producția de echipamente de proces este o *producție de unicate și rareori de serie foarte mică*.

În consecință, la aceeași cantitate de metal prelucrată într-o industrie cu producție de serie mare sau foarte mare se elaborează *un singur proiect și o singură tehnologie de fabricare*. În industria echipamentelor de proces se elaborează mai multe proiecte de execuție și mai multe tehnologii de fabricare, la aceeași cantitate de metal prelucrat. Efortul de concepție în legătură cu industriile de proces este mai mare decât în industriile cu producție de serie mare, astfel încât inginerul din dome-

niul echipamentelor de proces trebuie să facă față provocărilor provenite din specificitatea acestor industrii (fig. 5.5).

5.4. Domeniile de utilizare ale unor echipamente pentru procese industriale

Se examinează, în continuare, câteva tipuri de echipamente pentru procese industriale, cu indicarea domeniilor în care sunt utilizate:

– *rezervoare și recipiente sub presiune* (cilindrice, sferice, tronconice) se întâlnesc în aproape toate industriile. De pildă, rezervoarele cilindrice se utilizează pentru stocarea unor substanțe, rezervoarele sferice – pentru stocarea (fig. 5.6) sau pentru transportul gazelor petroliere lichefiate (în petrochimie), al gazelor naturale și amoniacului (în industria chimică), precum și în instalații din energia nucleară;



Fig. 5.6. Parc de rezervoare sferice

– *echipamente de amestecare* se utilizează în instalații chimice, de medicamente, biochimice, alimentare, metalurgice, la tratarea apelor uzate etc. (fig. 5.7);

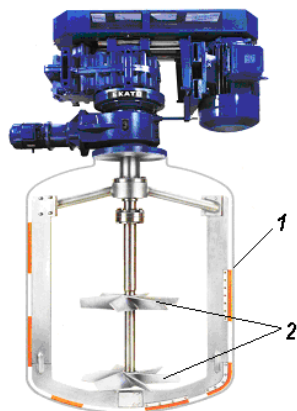


Fig. 5.7. Dispozitiv de amestecare cu arbori coaxiali, prevăzută, respectiv, cu amestecător tip ancoră cu elemente de raclare a suprafeței interioare a recipientului (1) și cu două amestecătoare de tip turbină (2) cu pale înclinate (varianta EKATO-VISCOPROP)

– *centrifuge filtrante și de sedimentare* se întâlnesc în numeroase instalații de proces: în industria minieră, în instalații din industria anorganică, industria de medicamente, în industria celulozei, în industria produselor alimentare, în industria silicaților, la epurarea apelor reziduale industriale etc., etc.;

– *cicloane*, utilizate pentru separarea particulelor solide din sisteme eterogene gaz-solid, se întâlnesc în aproape toate industriile, fie ca entitate distinctă, fie asamblate într-o baterie de cicloane. În industria cimentului, cicloanele sunt însă utilizate pentru preîncălzirea materialelor solide în curent de gaze calde la fabricarea clincherului portland după procedeul uscat, ceea ce are ca rezultat micșorarea consumului de energie. În acest caz, cicloanele au rol de schimbătoare de căldură cu materiale în suspensie de gaz; se face atât uscarea și preîncălzirea materialului cât și o precarbonare a acestuia;

– *separatoare centrifugale*, în industria alimentară (preparate din lapte, prepararea amidonului și drojdiei de bere, purificarea uleiurilor vegetale ...), în microbiologie, la epurarea unor ape reziduale (de exemplu, de la spălarea lânii), în industriile chimică și petrochimică (tratarea hidrocarburilor uzate, limpezirea diverselor substanțe chimice ...) ș.a.;

– *echipamente de tip coloană* (fig. 5.8) se utilizează îndeosebi în industriile chimică, petrochimică în rafinării și uneori în industriile alimentară, energetică etc.;

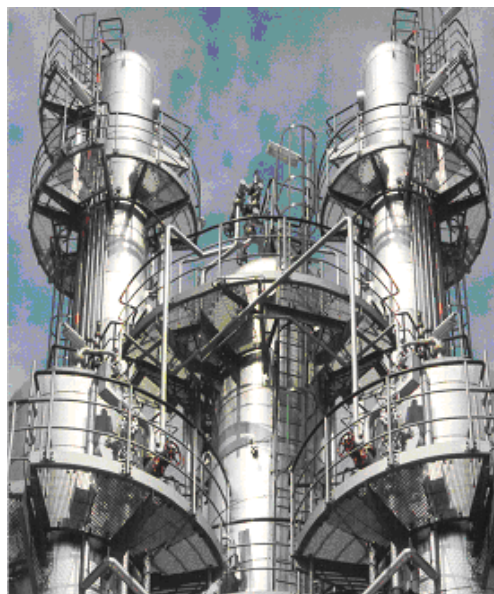
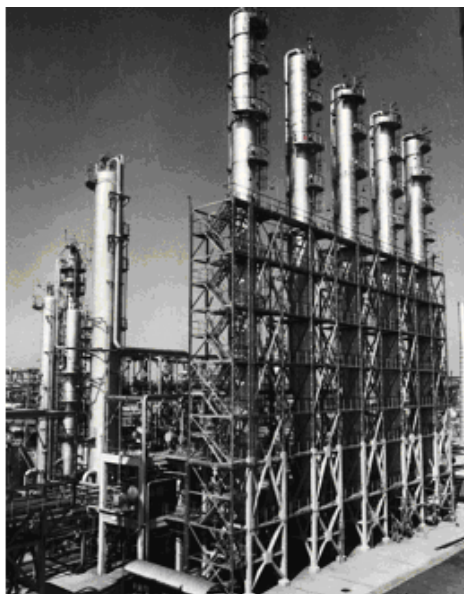
**a.****b.**

Fig. 5.8. Echipamente tip coloană (a) și grup de coloane într-o instalație de distilare atmosferică (b)

– *agregatele cu tambur rotativ* sunt utilizate în industria cimentului (fig. 5.9), în metalurgia metalelor neferoase, în industria chimică (pentru procese fizice sau fizico-chimice), în industria alimentară (agregate pentru extracția zahărului) ș.a.;

– *filtrele* au o foarte mare utilizare, de la filtrele pentru apa curentă sau pentru benzină și uleiul automobilelor până la filtrele de mari dimensiuni din industriile de proces (fig. 5.10).

– *schimbătoarele de căldură tubulare și evaporatoarele* le întâlnim în instalațiile energetice, chimice, petrochimice, alimentare, metalurgice etc.;

– *schimbătoarele de căldură cu plăci* sunt utilizate în industriile chimică (la saramuri clorate, soluții acide și bazice, solvenți), petrochimică (hidrocarburi, amine...), alimentară (răcire, încălzire, pasteurizare ...), energetică nucleară (răcirea circuitelor de siguranță), construcția de mașini (răcirea și reîncălzirea băilor de tratare a suprafețelor metalice prin oxidare anodică etc., menținerea temperaturii uleiului de răcire la motoarele diesel ale navelor maritime ș.a.) precum și în rețele de climatizare și în unele rețele frigorifice etc.;

– *filtrele cu plăci* sunt similare din punct de vedere constructiv schimbătoarelor de căldură cu plăci (au în plus ramele dintre plăci și pânzele filtrante) și sunt utilizate în diverse variante, în industriile de proces;

– *mașinile de extrudare* (fig. 5.11) sunt utilizate, în diverse variante constructive la prelucrarea materialelor plastice, cauciucului, materialelor ceramice, în unele fabricații de produse alimentare etc.

5.5. Tendințe în domeniul echipamentelor pentru procese industriale

Au fost prezentate câteva echipamente uzuale din instalațiile și industriile de proces. Care sunt însă tendințele, ce se întrevede pentru viitor?

Orice beneficiar este interesat să fabrice produse finite ieftine în instalații cât mai compacte. Aceasta înseamnă recurgerea la procese intensive sau la echipamente care să permită obținerea unor debite mari pe unitatea de volum ocupat.

Înlocuirea echipamentelor statice cu mașini de proces poate avea drept consecință instalații mai compacte, reducerea duratei necesare realizării unui anumit proces (fizic, fizico-chimic sau biochimic) și debite mai mari. În plus, și munca operatorilor devine mai ușoară, în comparație cu cazul utilizării echipamentelor statice (fig. 5.12).

O cale de reducere a spațiilor ocupate o reprezintă înlocuirea mașinilor cu pistoane care au mișcare de du-te-vino și puncte moarte succesive în funcționare, cu mașini rotative. În instalațiile de fabricare a amoniacului, de exemplu, compresoarele cu piston cu cinci trepte au fost înlocuite cu compresoare centrifugale mult mai compacte. O altă cale către acest deziderat o reprezintă înlocuirea *aparaterelor* pentru transfer de căldură cu mașini pentru transfer de căldură și a *aparaterelor* pentru transfer de masă, cu mașini pentru transfer de masă.

De exemplu, în locul unor evaporatoare statice se poate utiliza evaporatorul dinamic, prevăzut cu conuri cu pereți dubli, în interiorul unui corp cilindric, toate fiind supuse mișcării de rotație (fig. 5.13).

Transferul de căldură se face între agentul termic în curs de condensare, vehiculat în spațiul dintre pereții fiecărui con și soluția diluată adusă pe suprafețele exterioare ale conurilor, unde, datorită forței centrifuge aceasta se răspândește într-un strat subțire (sub 1 mm). Durata de staționare a soluției pe suprafața încălzită fiind mică, un astfel de evaporator este recomandat pentru concentrarea soluțiilor termolabile. Este utilizat în industria chimică (concentrarea butanolului și a altor alcooli, degazarea și uscarea uleiurilor ...), industria de medicamente (la fabricarea antibioticelor, insulinei, enzimelor, proteinelor, soluțiilor de vitamine), industria alimentară (obținerea unor extracte din bere, cafea, tei, malț, glucoză, soluții de zahăr, siropuri de fructe etc.).

În locul unor evaporatoare statice cu film de lichid ascendent (tip Kestner), cu țevi lungi, se utilizează evaporatoare cu rotor, cu film descendent, mai performante din punct de vedere al transferului termic.

Transferul de masă, adeseori se efectuează în coloane cu umplutură sau în coloane cu talere, care sunt echipamente statice. Prin recurgerea la mașini pentru transfer de masă se micșorează spațiul ocupat la același debit realizat. În aceste mașini se obține o suprafață de contact mult mai mare între fazele procesate, în comparație cu echipamentele statice, dar și o intensificare a procesului de transfer de masă. De exemplu, într-un proces de transfer de masă gaz-lichid în care *se dispersează lichidul în faza gazoasă* (de absorbție a oxigenului și de eliminare a dioxidului de carbon din lichid), prin utilizarea unui *atomizor rotativ* cu nervuri curbe, cu creștături echidistante, performanțele au fost de 15 ori mai mari decât ale unei coloane cu umplutură sau cu talere care funcționează pe principiul barbotării și de 50 de ori mai mari decât ale unui recipient prevăzut cu duze de atomizare; spațiul ocupat prin utilizarea atomizorului rotativ se reduce de 15 – 50 de ori [4].

Procesul de oxidare necesită o cantitate relativ mare de oxigen. Desfășurarea procesului este limitată îndeosebi de cantitatea de oxigen care poate fi introdusă în masa de deșeuri organice. Utilizarea oxigenului pur este foarte scumpă, așa încât se introduce aer dispersat sub formă de bule. Cantitatea de oxigen introdusă în masa de reacție la reactorul cu jeturi de lichid este mult mai mare decât în bioreactoarele clasice.

Spațiul ocupat de reactorul cu jeturi de lichid este mult mai redus decât cel ocupat de alte tipuri de bioreactoare. Jeturile de lichid se obțin prin mișcarea, cu o anumită frecvență și o anumită amplitudine, a unui pachet de discuri perforate, echidistante.

În ambele mașini pentru transfer de masă se creează suprafețe de contact foarte mari între cele două faze, se obțin coeficienți de transfer de masă foarte mari, iar volumul ocupat de o astfel de mașină este cu mult mai mic decât al echipamentelor cunoscute (sub 10% din volumul acestora).

Au fost dezvoltate, în ultimele decenii, mașini în care se efectuează operații termo-hidrodinamice, însoțite de reacții chimice; așa sunt, de exemplu, reactoarele cu dispozitive de amestecare și extruderele – reactoare chimice.

Se poate afirma că viitorul aparține, în cea mai mare măsură, mașinilor de proces care treptat vor înlocui aparatele de proces mai puțin performante și ancombrante.

Aceste câteva exemple au avut menirea să înfățișeze diversitatea tipurilor de echipamente, precum și diversitatea soluțiilor constructive sau de principii de lucru în cuprinsul aceluiași tip de echipament; de exemplu, marea diversitate a amestecătoarelor și dispozitivelor de amestecare, a centrifugelor, a schimbătoarelor de căldură și a evaporatoarelor etc., etc.

În industriile de proces sunt utilizate aproape toate materialele existente în prezent și aproape toate tehnicile existente. Ceea ce în ingineria mecanică generală se încearcă a se evita, în industriile de proces devine sursă pentru noi procedee de prelucrare; este cazul vibrațiilor. Se știe că în construcția generală de mașini nu se dorește ca mașinile să vibreze; se fac calcule pentru evitarea intrării în rezonanță și se utilizează amortizoare pentru reducerea efectului vibrațiilor.

În schimb, în industriile de proces vibrațiile sunt utilizate pentru intensificarea proceselor, pentru mărirea debitelor și pentru realizarea unor procedee tehnice de mare eficacitate. Așa sunt, de exemplu, vibrofluidizarea, ciururile vibratoare, transportoarele vibratoare, centrifugele filtrante cu descărcarea sedimentului prin vibrații; compactarea betoanelor sau a mediilor granulare prin vibrare și altele.

Orice proiect în domeniul echipamentelor de proces este o dublă provocare în planul concepției; ea se adresează întâi specialistului în inginerie de proces, iar apoi inginerului mecanic de echipamente de proces. Generic vorbind, acesta din urmă, după încheierea etapei de concepție, are și misiunea de a realiza fizic echipamentele, sistemele de conducte (țevi și armături), apoi de-a asigura transportul – în siguranță deplină – al echipamentelor agabaritice (fig. 5.14) și de a le monta în instalație (fig. 5.15).

Între schema tehnologică a unei instalații și instalația complet montată, rolul cel mai important este cel al inginerului mecanic specializat în echipamente de proces.

După punerea în funcțiune a echipamentelor este necesară asigurarea unei mentenanțe corespunzătoare, astfel încât disponibilitatea fiecărei componente a unei instalații să fie maximă, iar costurile repartizate asupra produsului finit să fie minime.

Cercetările efectuate pentru a stabili cauzele defectării unor echipamente au dus la concluzia că acestea au fost inițiate din perioada proiectării procesului. Prin dobândirea unor cunoștințe elementare cu privire la solicitările mecanice cărora le sunt supuse echipamentele, proiectantul procesului poate participa la micșorarea costurilor mentenanței acestora [5]; de exemplu, prin micșorarea numărului de tipuri de pompe utilizate într-o instalație sau pe o platformă de proces.

Analiza cheltuielilor efectuate în industria de procesare a hidrocarburilor în anul 1991 a condus la următoarea concluzie [6]: cheltuielile pentru echipamente și materiale a fost de 50%, iar cheltuielile cu mentenanța au reprezentat 42% din totalul cheltuit.

Situații analoage se întâlnesc și la cheltuielile de mentenanță în instalațiile chimice și petrochimice. Rezultă importanța care trebuie acordată reducerii cheltuielilor pentru mentenanța echipamentelor și instalațiilor.

Preocuparea pentru această ramură a tehnicii s-a accentuat în ultimele două decenii. Costuri reduse cu mentenanța se pot obține printr-o concepție corespunzătoare încă din faza proiectului de proces, continuată în etapa realizării proiectului de automatizare și desăvârșirea prin proiectarea mecanică a echipamentelor, fabricarea acestora, transportul și montarea în instalație și monitorizarea lor continuă pe toată durata de funcționare.

5.6. Perspectivele industriilor de proces în România

În final, trebuie subliniate câteva caracteristici importante care individualizează perspectivele industriale și economice ale României (fig. 5.16).

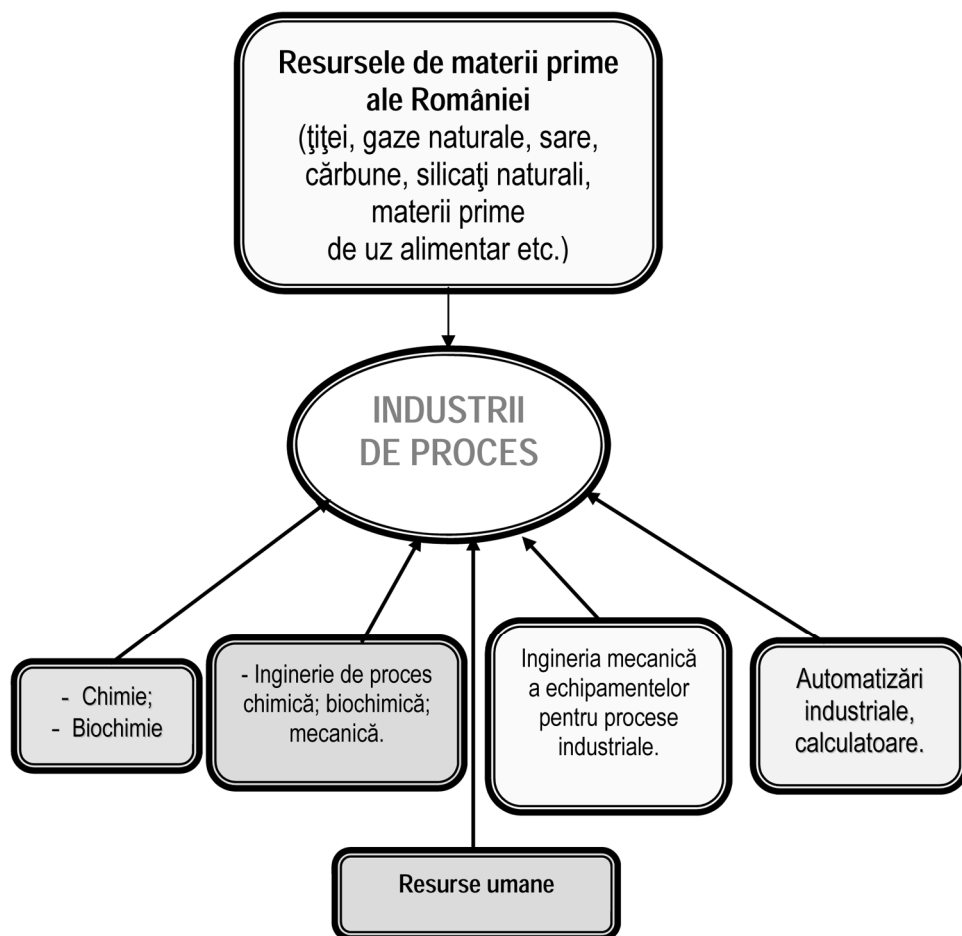


Fig. 5.16. Caracteristici care individualizează perspectivele industriale ale României

Disponem în continuare de aceleași resurse naturale pe care le cunoaștem de peste un veac, există încă pregătirea și experiența necesare pentru realizarea producției în diversele sectoare ale industriilor de proces și o acumulare de profesionalism de înalt nivel tehnic și științific în unele catedre universitare și societăți de proiectare. Ceea ce însă riscă să compromită viitorul în acest domeniu important pentru România, în competiția globalizată, este interesul redus al vârfurilor noilor generații pentru ingineria mecanică. Aici nu are loc potrivit denigrarea ingineriei în ansamblul ei, așa cum s-a făcut după anul 1990, dar nici pledoaria pentru orice fel de inginerie, neținând seama de resursele naturale de care se dispune, iar aceste resurse vizează în primul rând industriile de proces și, în consecință, totalitatea inginerilor care contribuie la menținerea și dezvoltarea acestor industrii (chimști, ingineri chimști, ingineri mecanici, ingineri automatiști etc.).

Consider că, pentru viitorul apropiat, dar mai ales pentru cel de peste decenii, formarea resursei umane corespunzătoare industriilor de proces din România și transferul experienței și cunoașterii dobândite între generații reprezintă dezideratul cel mai important pentru asigurarea unei dezvoltări durabile și competitive a acestui mare și important sector al industriei autohtone, parte a industriilor de proces europeană și mondială.

Să nu trecem nepăsători și indiferenți pe lângă aceste probleme reale ale timpurilor noastre și să facem fiecare în parte atât cât putem, spre a asigura dezvoltarea, în continuare, a industriilor de proces.

Bibliografie

1. **Jinescu, V. V.** *Elogiu ingineriei*. Editura AGIR, București, 2002.
2. **Jinescu, V. V.** *Specializarea și Catedra de Echipamente de proces, după 50 de ani*. Revista de Chimie, 56, nr. 1, 2005, p. 6 – 13.
3. **Jinescu, V. V.** *Utilaj tehnologic pentru industrii de proces*. Vol. III (1988); Vol. IV (1989), Editura Tehnică, București.
4. **Brauer, H.** *International Chemical Engineering*. 28, nr. 2, 1988, p. 207.
5. **Lieberman, N. P.** *Hydrocarbon Processing*. January, 1979, p. 89.
6. *** *Hydrocarbon Processing*. December, 1990, p. 97.
7. **Iatan, R., Vasilescu, I.** *Transportarea utilajelor tehnologice agabaritice*. Editura MatrixRom, București, 2002.
8. **Măcriș, V.** *Benzen, toluen, xileni și derivați industriali*. Editura Tehnică, București, 1992.
9. **Suciu, G., Ghejan, C. I., Sarina Feyer Ionescu, Opriș, I.** *Ingineria prelucrării hidrocarburilor*. Vol. 5, Editura Tehnică, București, 1999.
10. **Buss.** *Druckbehälter für technische Gase mit zentraler Flächenlagerung*. Prospect.

6

DE LA UTILAJUL TEHNOLOGIC PENTRU INDUSTRII DE PROCES LA ENERGOLOGICĂ*

6.1. Introducere

După anul 1975 am inițiat în Institutul Politehnic București un ciclu de conferințe intitulat *Realizări de seamă ale oamenilor de știință români, prezentate de ei înșiși*.

În expunerile lor, academicianul Radu Voinea și academicianul Eugen Macovschi au prezentat și modul în care au ajuns la unele dintre realizările lor importante, ceea ce a stârnit un interes aparte. Amintirea acelor momente a determinat organizarea conținutului expunerii de față.

Întâi, câteva cuvinte despre ingineri.

Inginerii sunt cei cărora le datorăm lumea artificială, paralelă, diferită de tot ceea ce natura a creat pe Pământ. Inginerul este în primul rând un *creator*, prin gândire profundă și logică, prin inventivitate și muncă ordonată.

Inginerii au creat, utilizând întâi descoperirile oamenilor de știință și observațiile proprii, iar apoi utilizând și descoperirile proprii. Prin industrializare, creațiile ingineresti s-au transformat în obiecte utile, la îndemâna oricui.

După o documentare extinsă și o analiză aprofundată a rolului inginerului în societatea ultimelor secole, am constatat imensa lor contribuție la evoluția civilizației. Din acest motiv, în discursul de recepție la Academia de Științe Tehnice din România am făcut elogiul ingineriei [1], iar într-o conferință recentă am demonstrat că inginerii sunt creatorii civilizației [2], realizările lor bazându-se pe cultura științifică, dezvoltată atât de oamenii de știință cât și de inginerii înșiși.

6.2. EnergoLOGIC

Specificitatea aparte a specializării Utilaj tehnologic pentru industrii de proces, denumită și Echipamente de proces, iar în prezent Echipamente pentru procese industriale, de care mă ocup de la terminarea facultății, în 1963, mi-a impus studii suplimentare și aprofundarea unor capitole precum Reologia, Teoria elasticității și plasticității, Ingineria chimică, Mecanica solidului deformabil, Vibrații, Solicitări dinamice, capitole speciale de matematică ș.a.

Începând cu anul 1978 am publicat mai multe volume în următoarele domenii: calculul și construcția utilajului tehnologic pentru industrii de proces [3 – 6];

* Textul discursului rostit după decernarea titlului academic de doctor honoris causa, la Universitatea POLITEHNICA Timișoara (17 ianuarie 2008).

reologia materialelor polimerice și comportarea acestora în legătură cu procesele și mașinile de prelucrare [7].

După numeroase cercetări efectuate în aceste domenii, precum și în domeniul mașinilor pentru prelucrarea materialelor polimerice – în care adeseori comportarea materialelor este *neliniară* și intervin *suprapuneri de efecte* – după acumularea a numeroase cunoștințe și sistematizarea lor pe baza unor criterii personale, a sosit momentul critic, cel al saltului, al străpunerii către o zonă necunoscută până atunci științei. Exprimat în câteva cuvinte, așa s-a născut *Energonica* (energia în acțiune) [8 – 10].

6.3. Cum am ajuns să scriu Energonica?

În liceu eram preocupat de elemente practice, deoarece pe atunci aproape totul era prezentat teoretic. În primii ani de facultate m-a preocupat filosofia. Mai târziu, după absolvirea facultății, am început să fiu preocupat de aspectele fundamentale ale științei, în paralel cu proiectarea și fabricarea unor mașini, aparate și instalații prototip, unele dintre ele realizate chiar în Politehnică. Din preocupările pentru elementele fundamentale în știință a rezultat o primă carte, pe care am scris-o într-o vacanță, în urmă cu peste treizeci de ani, intitulată „Absolut și relativ în comportarea materiei”, dar pe care nu am publicat-o. De atunci a început, de fapt, drumul Energonicii.

De-a lungul timpului oamenii de știință au împărțit universul real în părți și domenii, prin considerarea naturii acțiunii și naturii efectului obținut. Așa s-au născut capitolele actuale ale științei: mecanica, termodinamica, chimia, electricitatea, magnetismul, biofizica etc. Natura, însă, este unitară. Din această constatare s-a născut ideea conform căreia singura modalitate de tratare unitară a fenomenelor proprii naturii și a proceselor generate artificial (fizice, chimice, biochimice etc.) este utilizarea unui concept unic, indiferent de natura acțiunii. Am constatat că un astfel de concept poate fi conceptul de *energie*. El poate fi baza unificării tuturor capitolelor în care este împărțită astăzi știința.

Convins de acest adevăr, am enunțat întâi *principiul reluctanței* [11].

Apoi, fiind preocupat de efectul acțiunii simultane a unor sarcini mecanice asupra stabilității („flambajului”) recipientelor sub presiune, am găsit, într-o lucrare a lui Volmir [12], următoarea relație empirică:

$$\frac{p_e}{p_{e,cr}} + \frac{F}{F_{cr}} + \frac{M_i}{M_{i,cr}} = 1,$$

în care: p_e este presiunea exterioară; F – forța axială de compresiune; M_i – momentul încovoietor.

Relația aceasta este o sumă de rapoarte adimensionale, subunitare. Fiecare raport reprezintă acțiunea efectivă (p_e , F sau M_i) împărțită la valoarea sa critică ($p_{e,cr}$, F_{cr} sau $M_{i,cr}$).

Mi-am pus problema de a găsi un suport logic pentru această relație, deoarece nu obișnuiam să prezint studenților relații de calcul fără a le susține printr-

o demonstrație. Așa avea să se nască un nou principiu, pe care l-am denumit ulterior *principiul energiei critice*.

Întâi am aplicat acest principiu la calculul stabilității învelișurilor cilindrice și la plăci plane, crezând că aplicabilitatea sa este limitată [13 – 15]. Ulterior, sesizând cât de generos este acest principiu, a cărui expresie matematică este o sumă de mărimi adimensionale nelinare, l-am aplicat la evaluarea stabilității învelișurilor de revoluție de orice formă [16], cu considerarea nu numai a încărcărilor de natură mecanică, însă de tipuri diferite (presiuni, forțe axiale și tăietoare, momente de încovoiere, momente de torsiune etc. ...), ci și a încărcărilor de orice altă natură care pot influența stabilitatea învelișurilor (solicitare termică, inducție magnetică etc.). Relațiile teoretice obținute au fost validate cu datele experimentale și relațiile empirice sau semiempirice din literatura de specialitate.

În continuare am rezolvat numeroase cazuri de suprapunere a efectelor de interes practic. Ele sunt cuprinse în „Energonica” și în volumul recent „Principiul energiei critice și aplicațiile sale”.

6.4. Principiile și legile Energonicii

După primele rezultate încurajatoare am extins utilizarea conceptului de energie și, în paralel, am sistematizat relațiile bazate pe conceptul de energie, existente în fizică, în hidrodinamică, în mecanica solidului deformabil, în rezistența materialelor, în mecanica ruperii materialelor etc. ... [17; 18]. Reunind toate aceste rezultate proprii cu cele din literatură, am ajuns la concluzia că principiul energiei critice, un principiu central al Energonicii, are un foarte mare grad de generalitate [19], ceea ce rezultă și din enunțul său [10; 14]: „*În desfășurarea unui fenomen sau proces oarecare, starea critică se atinge atunci când suma energiilor specifice implicate, cu considerarea sensului în care acționează acestea, devine egală cu valoarea energiei specifice critice, caracteristică procesului sau fenomenului analizat.*”

Expresia matematică generală a acestui principiu este dată de participația totală:

$$P_T = \sum_j P_j, \quad (6.1)$$

în care:

$$P_j = \left(\frac{E}{E_{cr}} \right)_j \cdot \delta_j,$$

este *participația acțiunii energiei specifice* E_j la declanșarea fenomenului sau procesului analizat, caracterizat prin energia specifică critică E_{cr} , a cărei valoare este o constantă într-un caz dat;

$$\delta_j = \begin{cases} 1, & \text{dacă } E_j \text{ acționează în sensul desfășurării fenomenului;} \\ 0, & \text{dacă } E_j \text{ nu are niciun efect asupra fenomenului considerat;} \\ -1, & \text{dacă } E_j \text{ se opune desfășurării fenomenului considerat.} \end{cases}$$

Prin intermediul energiei specifice se introduce atât comportarea materialului implicat, cât și viteza de desfășurare a fenomenului sau procesului analizat. De exemplu, în cazul unei *comportări neliniare*, conform legii funcție de putere:

$$Y = C \cdot X^k, \quad (6.2)$$

unde: Y este acțiunea exterioară; X – efectul acțiunii; C, k – constante de material, s-a obținut:

$$P_j = \left(\frac{Y}{Y_{cr}} \right)_j^\alpha \cdot \delta_j, \quad (6.3)$$

unde valoarea exponentului $\alpha = 1/k + 1$ depinde de viteza de desfășurare a procesului sau fenomenului:

$$\alpha = \begin{cases} \frac{1}{k} + 1, & \text{la solicitarea statică;} \\ \frac{1}{2k} + 1, & \text{la solicitarea rapidă;} \\ 1, & \text{la solicitarea prin șoc.} \end{cases}$$

În cazul comportării liniare a materialelor $k = 1$. Dacă:

$P_T < P_{cr}$ – nu se atinge starea critică;

$P_T = P_{cr}$ – se atinge starea critică; (6.4)

$P_T > P_{cr}$ – starea critică este depășită.

În general, $P_{cr} \leq 1$. Participația critică, pentru procese în care intervin mărimi *deterministe*, poate fi calculată cu relația:

$$P_{cr}(t) = 1 - D(t), \quad (6.5)$$

în care $D(t)$ este deteriorarea materialului sau structurii, mărime dependentă de timp.

Prin introducerea conceptului de *participație a energiei specifice*, mărime adimensională, a devenit posibilă suprapunerea efectelor neliniare și echivalarea efectelor unor procese și fenomene, indiferent de natura lor fizică, cu considerarea vitezei de evoluție a acestora.

De exemplu, dacă o structură cu comportare neliniară este supusă acțiunii unei sarcini mecanice care produce tensiuni normale (σ), unei sarcini mecanice care produce tensiuni tangențiale (τ) și unei inducții magnetice B , care toate acționează în sensul desfășurării procesului ($\delta_j = 1$), atunci participația totală este suma participațiilor individuale și are expresia:

$$P_T = \left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}} \right)^{\alpha_\sigma} + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}} \right)^{\alpha_\tau} + \left(\frac{B}{B_{cr}} \right)^{\alpha_B}. \quad (6.6)$$

Posibilitatea de a însuma efectele unor acțiuni de natură și de tipuri diferite este marele avantaj pe care-l oferă principiul energiei critice, așa cum rezultă din relația (6.6).

Recent am constatat că principiul energiei critice poate fi utilizat și la *calculul duratei de viață* a unei structuri. De exemplu, în cazul unor sarcini constante și al unor caracteristici critice *determinate*, din condiția:

$$P_T = P_{cr}(t), \quad (6.7)$$

ținând seama de relația (6.5), se poate calcula durata de viață a structurii, t_v . Determinarea lui t_v conform relației (6.7) este ilustrată în figura 6.1.

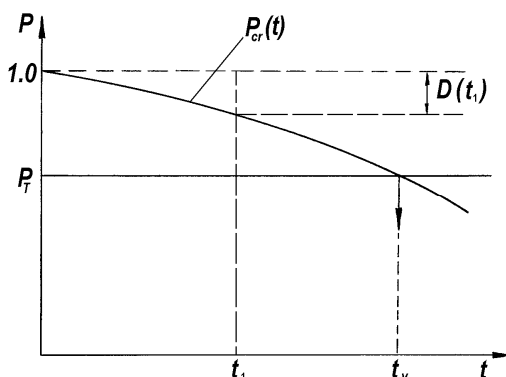


Fig. 6.1. Durata de viață, t_v , în cazul în care caracteristicile critice ale materialului sunt mărimi deterministe, iar sarcina este constantă în timp

În cazul în care participațiile sunt mărimi *probabiliste*, în locul relației (6.5) se recurge la:

$$P_{cr}(t) = P_{cr}(0) - D(t), \quad (6.8)$$

unde: $P_{cr}(0) \in [P_{cr,\min}(0); P_{cr,\max}(0)]$ este participația la $t = 0$, cu $P_{cr,\max}(0) \leq 1$.

În consecință, și $P_{cr}(t)$ este o mărime probabilistă, care ia valori într-un anumit interval:

$$P_{cr} \in [P_{cr,\min}; P_{cr,\max}]. \quad (6.9)$$

Pentru generalitate se consideră cazul în care participația totală a acțiunii sarcinilor exterioare este și ea o mărime probabilistă:

$$P_T \in [P_{T,\min}; P_{T,\max}]. \quad (6.10)$$

Din intersectarea celor două domenii pe care pot lua valori $P_{cr}(t)$ și P_T , se obține o distribuție (un spectru) a duratelor de viață:

$$t_v \in [t_{v,\min}; t_{v,\max}], \quad (6.11)$$

așa cum rezultă din figura 6.2.

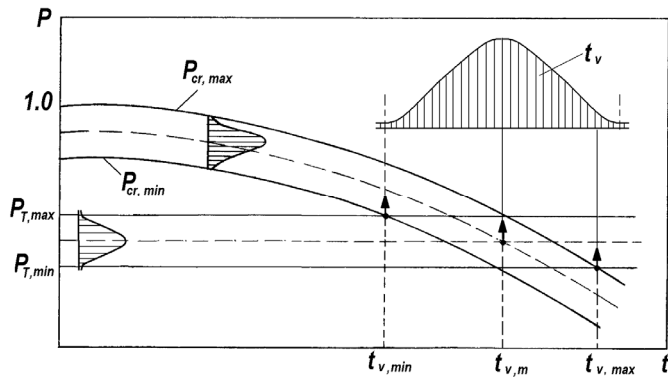


Fig. 6.2. Spectrul duratelor de viață, t_v , ca rezultat al intersecției domeniilor pe care iau valori P_T și $P_{cr}(t)$

Pasul următor l-a reprezentat *reformularea principiului conservării energiei*, prin evidențierea *neconservării calității energiei* într-un proces oarecare, în care cantitatea totală de energie se conservă, apoi formularea *principiului accesibilității energiei* și a *principiului ireversibilității*, prin intermediul căruia s-a introdus conceptul de grad de ireversibilitate a energiei [8].

Aceste cinci principii formează grupul principiilor Energonicii. Rezultatele obținute până acum prin utilizarea conceptului de energie au arătat importanța acestuia în evaluarea diverselor procese și fenomene. În sensul acesta este interesantă afirmația cunoscutului fizician german Max Planck (1858 – 1947): „După ce am făcut cercetări asupra atomului pot spune: nu există materie propriu-zisă. Toată materia se formează și există numai prin energie.”

Pe baza principiul energiei critice – așa cum s-a arătat – s-a introdus conceptul de participare a energiei specifice de acțiune. Cu utilizarea acestui concept, au rezultat:

– *legea coexistenței și complementarității ordinii și dezordinii*, conform căreia [20]:

$$P_{ord} + P_{dez} = 1, \quad (6.12)$$

ceea ce atestă faptul că în desfășurarea oricărui fenomen sau proces suma dintre participarea la crearea ordinii (P_{ord}) și dezordinii (P_{dez}) este egală cu unitatea. Mișcările ordonată și dezordonată coexistă și sunt complementare, fapt dovedit și experimental, atât în cazul solicitării termomecanice cât și în cel al unor fenomene termoforomagnetice;

– *legea echivalenței proceselor și fenomenelor*, conform căreia, două fenomene sau procese oarecare sunt echivalente dacă participările totale ale energiilor specifice implicate, raportate la aceeași stare critică, sunt egale [21]. Două procese sau fenomene sunt echivalente dacă:

$$P_{T,1}(t) \equiv P_{T,2}(t), \quad (6.13)$$

unde: $P_{T,1}(t)$; $P_{T,2}(t)$ reprezintă participația totală a energiei specifice dependente de timp, pentru procesul 1 și, respectiv, 2.

Prin aplicarea practică a principiului energiei critice au fost rezolvate numeroase probleme de suprapunere a efectelor: la solicitări de natură mecanică (în domeniul vibrațiilor mecanice, al calculului rigidității structurilor, în cazul solicitărilor variabile – oboseală –, al solicitărilor compuse, în mecanica ruperii materialelor [22]); la solicitări de natură termomecanică (solicitarea statică în condiții de fluaj, solicitarea variabilă în condiții de fluaj [23]); în termodinamică (la determinarea temperaturii de vitrifiere a polimerilor, la transformarea de fază a substanțelor, la deducerea și generalizarea legii lui Dalton și a legii lui Amagat...); în electrodinamică (la solicitarea electromecanică, în termoelectromagnetism); în mecanochimie (solicitări mecanice și coroziune, procese de adsorbție); în biologie [10].

Cu ajutorul legii echivalenței proceselor și fenomenelor, între altele, s-a obținut o teorie de rezistență a materialelor neizotrope cu comportare neliniară, precum și echivalarea solicitărilor statice cu cele prin șoc sau rapide ș.a. [10].

6.5. Unele opinii despre Energonică

Fizicianul și matematicianul american Josiah Willard Gibbs (1839 – 1903) spunea că „*Unul dintre principalele obiective ale cercetării teoretice în orice departament al cunoașterii este de a găsi punctul de vedere de la care subiectul apare în simplitatea sa cea mai mare*”.

Principiul energiei critice precum și legea echivalenței proceselor și fenomenelor, ale căror numeroase aplicații le-am prezentat [10], atât prin enunț cât și prin exprimarea matematică sunt în acord cu observația lui Gibbs.

Pentru conceptul de participație a energiei specifice de acțiune s-a propus denumirea de *criteriul Jinescu* [24], în legătură cu care au fost făcute următoarele afirmații [24]:

... ”*putem conchide că descoperirea și introducerea criteriului Jinescu reprezintă nu numai un eveniment important, de sinteză unificatoare în domeniul științei comportării materialelor, dar și un eveniment important în știință în general, cu numeroase aplicații.*”

De-a lungul timpului s-au acumulat numeroase cunoștințe și date științifice, majoritatea lor cu caracter particular. Metaștiințele recent constituite (știința sistemelor, cibernetica, teoria informației, sinergetica) își propun o cunoaștere deasupra științelor particulare, calitativ deosebită de acestea.

Energetica, prin gradul ei mare de generalitate, include, de exemplu, preocupările Sinergeticii, ale Teoriei catastrofelor, ale Termodinamicii [25], ale Mecanicii solidelor deformabile etc., ceea ce îi dă dreptul să se înscrie în cursa pentru constituirea unei științe generalizate.

Energetica face posibilă și reprezintă un îndemn către sistematizare, unificare și sinteză în știință, în inginerie. Una dintre consecințe o reprezintă cartea recentă „Mașini cu elemente elicoidale” [26], ca încercare de-a unifica tratarea tuturor mașinilor ale căror elemente active au formă elicoidală, de la mașinile pentru procese industriale (pompe, compresoare, transportoare și centrifuge elicoidale, extrudere pentru materiale ceramice, alimentare sau polimerice etc.) și până la elicele propulsoare ale avioanelor și navelor maritime.

6.6. Concluzii

Odată cu dezvoltarea rapidă a tehnicii în secolul XIX, au intrat în prim-planul istoriei ingineriei, prin a căror activitate o asemenea dezvoltare a fost posibilă. Progresul tehnologic accelerat și creșterea acumulării de cunoștințe științifice în diverse domenii au permis creșterea producției de alimente și îmbunătățirea condițiilor de viață, comparativ cu secolele precedente. Ca urmare, s-a produs o adevărată explozie demografică.

La populația lumii, care în anul 1800 era de aproape un miliard, pe parcursul secolului XIX s-a mai adăugat un miliard. În secolul XX, populația lumii a crescut, depășind, în anul 2000, șase miliarde.

Creșterea populației este în strânsă legătură cu creșterea numărului descoperirilor, a invențiilor și a produselor industrializate pe parcursul secolului al XX-lea, ceea ce a îmbunătățit condițiile de viață și a mărit speranța de viață.

Teoria și calculele la începutul secolului XX apropiu pe inginer de soluțiile practice; azi, teoria și calculele ingineresti reprezintă chiar soluțiile practice.

Descoperirile oamenilor de știință, creația inginerască și cooperarea, ca niciodată până acum, între ingineri și oamenii de știință, crearea științelor ingineresti și îmbinarea descoperirii cu creația în inginerie au dus la aceste rezultate neașteptate.

Principiile Energeticii circumscriu domeniile de valabilitate ale unor principii și legi cunoscute. Prin utilizarea principiilor și legilor Energeticii au fost obținute rezultate noi, dar și unele comprimări de cunoștințe științifice. Sper ca, în continuare, să se obțină simplificări și restrângeri în știință, unele pe care astăzi nici măcar nu le întrevădem. Dacă se va întâmpla așa, știința va putea deveni mai simplă, mai ușor de înțeles, dar și mai profundă.

Cu trecerea timpului, pe măsură ce vom avea perspectiva trecutului, odată cu aprofundarea și sedimentarea cunoașterii Energoniciei, inginerii și oamenii de știință îi vor decide soarta. Va fi inclusă într-un capitol existent al științei, va fi un capitol distinct al științei sau va fi începutul acelei mult așteptate științe generalizate, deasupra capitolelor în care este divizată știința contemporană?!

Independent de aceasta sper ca Energonica, prin principiile și legile ei, să devină un instrument util atât oamenilor de știință cât și inginerilor, și aceasta deoarece principiile și legile Energoniciei nu sunt principii ale mecanicii sau termodinamicii, ale electrodinamicii sau chimiei sau biofizicii. Ele sunt principii și legi ale energiei, care traversează toate capitolele în care este împărțită astăzi știința.

Am prezentat cu precădere Energonica, precum și consecințele și aplicațiile sale, dar am ajuns aici pornind de la utilajul tehnologic pentru industrii de proces, de la reologie și de la ingineria de proces aplicată în domeniul mașinilor pentru prelucrarea materialelor polimerice.

Pe drumul pe care l-am parcurs, de la utilajul tehnologic pentru industrii de proces la Energonică, pasiunea pentru știința pură s-a confruntat permanent cu inginerul și cu pasiunea sa pentru concret, pentru util.

Bibliografie

1. **Jinescu, V. V.** *Elogiu ingineriei*. Editura AGIR, București, 2002.
2. **Jinescu, V. V.** *Creatorii civilizației*. (manuscris).
3. **Jinescu, V. V.** *Utilaj tehnologic pentru industrii de proces*. Vol. 1 (1983); vol. 2 (1984); vol. 3 (1988); vol. 4 (1989), Editura Tehnică, București.
4. **Jinescu, V. V.** *Aparate de tip coloană*. Editura Tehnică, București, 1978.
5. **Jinescu, V. V.** *Calculul și construcția utilajului chimic, petrochimic și de rafinării*. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.
6. **Jinescu, V. V., Nicoleta, Teodorescu.** *Calculul echipamentelor de proces*. Politehnica Press, București, 2002.
7. **Jinescu, V. V.** *Proprietățile fizice și termomecanica materialelor plastice*. vol. 1 și 2, Editura Tehnică, București, 1979.
8. **Jinescu, V. V.** *Energonica*. Editura Semne, București, 1997.
9. **Jinescu, V. V.** *Principiile și legile Energoniciei*. Politehnica Press, București, 2003.
10. **Jinescu, V. V.** *Principiul energiei critice și aplicațiile sale*. Editura Academiei Române, București, 2005.
11. **Jinescu, V. V.** *Reluctanța, o proprietate fundamentală a materiei*. Revista de Chimie, **34**, 1983, p. 491 – 494.
12. **Volmir, A. S.** *Ustoicivosti deformiruemâh sistem*. Nauka, Moskva, 1967.
13. **Jinescu, V. V.** *Gruparea critică la pierderea stabilității învelișurilor*. Revista de Chimie, **33**, 1982, p. 70.

14. **Jinescu V.V.** *Principiul energiei critice*. Revista de Chimie, **35**, 1984, p. 858.
15. **Jinescu, V. V.** *Utilaj tehnologic pentru industrii de proces*. vol. 1, Editura Tehnică, București, 1983.
16. **Jinescu, V. V.** *Stability Determination of Structure under Groups of Loads by Using the Principle of Critical Energy*. Int. J. Pres. Ves.&Piping, **48**, 1991, p. 343.
17. **Jinescu, V. V.** *Conceptul de energie în proiectare*, Construcția de Mașini, **37**, nr. 4, 1985, p. 183 – 198.
18. **Jinescu, V. V.** *The Energy Concept in Critical Group of Loads Calculation*. Int. J. Pres. Ves.&Piping, **38**, 1989, p. 211.
19. **Jinescu, V. V.** *The High Degree Generality of the Principle of Critical Energy*. Revue Roumaine de Chimie, **34**, 1989, p. 491.
20. **Jinescu, V. V.** *Legea coexistenței și complementarității ordinii și dezordinii*. Revista de Chimie, **52**, 2001, p. 91.
21. **Jinescu, V. V.** *Legea echivalenței proceselor și fenomenelor și aplicațiile ei*. Revista de Chimie, **52**, 2001, p. 768.
22. **Jinescu, V. V.** *The Principle of Critical Energy in the Field of Materials Fracture Mechanics*. Int. J. Pres. Ves.&Piping, **53**, 1993, p. 39.
23. **Jinescu, V. V.** *Effects Superposition by Buckling, Fatigue and Creep*. Int. J. Pres. Ves.&Piping, **53**, 1993, p. 377.
24. **Petrescu, S.** *Un criteriu al stării critice a materiei. Criteriul Jinescu*. Revista de Chimie, **50**, 1999, p. 473.
25. **Jinescu, V. V.** *Energonics beyond Thermodynamics*. Int. Thermal Science Seminar, Bled, Slovenia, 13 – 14 iunie, 2004.
26. **Jinescu V.V.** *Mașini cu elemente elicoidale*. vol. 1, Editura AGIR, București, 2007.

ISBN 978-973-720-204-8



9 789737 202048