

O nouă paradigmă a ingineriei: educația ȘTIM: știință – tehnologie – inginerie – matematică

Dulgheru Valeriu

„Matematicienii de regulă elaborează metodele matematice dar nu le pot aplica fiindcă unii nu cunosc bine domeniile de aplicaare. Inginerii cunosc bine domeniile de aplicare ingunerești dar nu cunosc metodele matematice”.

Rezumat. Ingineria se confruntă cu noi provocări precum: evoluția spectaculoasă a tehnologiilor comunicației și procesării informațiilor; evoluția sistemelor de fabricație spre sisteme inteligente → procese și produse inteligente → întreprinderi inteligente; explozia noilor domenii: nanotehnologii, biotehnologii și cyber – infrastructuri; transformări tehnologice și societale foarte rapide. Toate acestea cer pentru inginerul viitorului o pregătirea fundamentală solidă cu abilități practice consistente: matematica, științele (fizică, chimia, biologia), tehnologia și ingineria – elemente esențiale pentru pregătirea viitorului inginer (STEM). Aceasta se poate realiza doar prin restructurarea întregului sistem de educație inginerească în concordanță cu cerințele actuale dar mai ales cu cele de viitor.

Trăim poate mai mult ca oricând în istorie, într-o „civilizație a produselor”. Produsele generează un standard de viață, alimentează un nivel de conduită culturală. Produsele de mare complexitate încorporează, de multe ori, o spiritualitate comparabilă cu o carte sau o operă de artă. Pe de altă parte, produsele sunt percepute mai puternic de către oameni, pentru că ele se adresează într-un cod mai simplu, mai accesibil, unor activități de rangul întâi ale existenței umane și, implicit, sunt receptate direct de grupuri sociale mai largi. Dar aceste produse necesită o îmbunătățire permanentă.

Progresul general al omenirii datorează în cea mai mare măsură rezultatelor remarcabile ale personalităților creatoare. Ce ar fi fost muzica universală fără operele lui Mozart, Brahms, Beethoven, Verdi, Ceaikovski, Rossini, List, Enescu, Bizet, Schuman etc.?

La ce s-ar reduce creația literară universală, dacă s-ar șterge din memoria omenirii operele lui Shakespeare, Hugo, Balzac, Zola, Goethe, Schiller, Eminescu, Tolstoi, Dostoevski etc.?

Ce ar fi rămas din zestrea artistică de pictură sau sculptură fără Michelangelo, Leonardo da Vinci, Rafael, Rembrandt, Goia, Van Gogh, Rodin, Picaso, Brâncuși, Repin sau Constable ?

Care ar fi fost astăzi nivelul științei, dacă n-ar fi existat Euclid, Pitagora, Calilei, Copernic, Bernoulli, Euler, Huygens, Curie, Bohr, Fermi etc.?

Cum ar fi arătat societatea contemporană dacă marele inventator necunoscut n-ar fi realizat prima aprindere prin fiecare, dacă un alt inventator necunoscut n-ar fi conceput roata, dacă marele mecanician al epocii antice Arhimede n-ar fi inventat pârghia, dacă Guttenberg n-ar fi inventat tiparul în 1440, Denis Papin, mașina de vapori în 1695, Faraday motorul electric în 1826, Morse telegraful în 1843, Edison lampa incandescentă și fonograful 1878, Wright, avionul în 1903, H. Coanda, motorul cu reacție în 1910? Cu cât s-ar fi reținut zborul primului sputnic al lui Korolev, lansat în 1957, dacă n-ar fi existat părinții astronauticii universale Țiolkovski, Oberth, Goddard, Esnault-Pelterie?

Este firesc, în aceste condiții, să se dezvolte o „*filozofie a producției*” care pune în conjuncție cunoștințe din cele mai diverse domenii ale științei pentru a raționaliza atât procesul de elaborare a produselor, cât și procesul de producție a lor, pentru a-i amplifica rezultatele utile și a-i diminua influențele nefavorabile asupra mediului și, în general, asupra vieții omului. Toate subordonate necruțătoarelor comandamente economice. Deci produsele trebuie să fie nu doar utile dar și, estetice, ieftine și ecologic inofensive.

Epoca, pe care o trăim, este „*în permanentă stare de schimbare*”. Condițiile economice astăzi sunt în ascensiune accelerată. Această „*stare de permanentă schimbare*” bulversează ideile tradiționale acumulate. Eforturile enorme ale inginerilor nu sunt orientate numai în direcția măririi numărului invențiilor și descoperirilor, dar, în special, în direcția exploatării lor industriale, elaborării produselor noi. Pentru a trece de la stadiul de invenție științifică până la stadiul de exploatare industrială a fost nevoie de: 112 ani pentru fotografie (1727-1839), 56 de ani pentru telefonie (1820-1876), 35 de ani pentru radio (1867-1902), 15 ani pentru radar (1925-1940), 13 ani pentru televiziune (1932-1945), 6 ani pentru bomba atomică (1939-1945), 5 ani pentru tranzistor (1948-1953), 3 ani pentru circuite integrate (1958-1961), 1 an pentru laser (1965-1966). Se observă o tendință clară de reducere a perioadei de timp de la idee până la produs. Și asta e bine. Invenția trebuie să-și găsească utilizare cât mai rapid posibil.

Ținând cont de această accelerare a tehnicii și a punerii ei în valoare calitatea primordială a inginerului de motor al întreprinderii industriale devine deosebit de importantă pentru integrarea posibilităților științifice noi, fapt ce condiționează expansiunea întreprinderilor și a piețelor produselor lor. El trebuie să integreze într-un mod fericit datele de laborator, problemele de producere,

perspectivele marketingului, toate lucrurile care dau în ansamblul unei industrii o coeziune și o vedere exhaustivă a problemelor pentru o mai bună utilizare.

Am intrat în Societatea Cunoașterii.

Dar societatea de astăzi se confruntă cu câteva mari probleme:

Globalizarea Progresul științific și tehnologic

Schimbările demografice.

Schimbările climatice.

Surse de energie sigure, durabile și competitive;

Epuizarea resurselor naturale.

„Rezolvarea acestor probleme este posibilă doar printr-o economie bazată mai mult pe cunoaștere. În discuții la nivel european se constată însă că uneori nu se reușește ca dezvoltarea tehnologică să se transforme în produse și procese comerciale... Trebuie să gândim global și să promovăm creativitatea și inovarea. Aceasta se face la mai multe niveluri: sistemul școlar face parte din schemă, ca și instituțiile de educație continuă și universitățile. Dacă rămânem în urmă în acest domeniu, nu ne va fi posibil să fim mai creativi și inovatori decât alții. Creativitatea și inovarea reprezintă și o problemă de mentalitate: cei care vor să cunoască și să avanseze numai în domeniile în care sunt specializați vor eșua. Ceea ce este important este să gândim dintr-o perspectivă diferită, să trecem dincolo de gândirea standardizată... Ingineria înseamnă dezvoltarea tehnologiilor pentru a ajuta oamenii și pentru a ne face viețile mai ușoare și plăcute. Dacă aleg mereu aceeași cale, lucrurile ar deveni plictisitoare și nu ar mai fi posibil să rezolvăm problemele pe care le întâlnim în prezent. În concluzie: „nu se poate”, nu este un răspuns acceptabil, atâta vreme cât sunt respectate legile de bază ale fizicii. Inginerii trebuie să fie mereu pregătiți să descopere răspunsuri neașteptate la probleme bine cunoscute – la aceasta ne referim când vorbim despre „invenție”... Institutul European de Inovație și Tehnologie (EIT) este un organism nou, creat de Comisie, care urmărește să promoveze colaborarea dintre universități, centrele de cercetare și întreprinderi. EIT va avea ca obiectiv transferul de cunoștințe și să demonstreze că cercetarea duce cu adevărat la produse comercializabile inovatoare. Principalele priorități vor fi în domeniile schimbărilor climatice, al energiei regenerabile și al tehnologiei comunicațiilor” a declarat unul din ambasadorii Anului creativității și inovării profesorul Karl-Heinz Brandenburg, profesor și inventator, cercetător în domeniul tehnologiilor informației și comunicațiilor, directorul de

cercetare din domeniul tehnicilor mass-media electronice, și directorul Institutului Fraunhofer pentru tehnologii mass-media digitale (IDMT) [6].”.

Sunt strategii extrem de actuale, capabile să rezolve Problemele Globale ale Omenirii. Iar inginerii reprezintă pilonul esențial pentru soluționarea marilor și complexelor provocări ale acestui secol. Deoarece, chiar în capul acestui capitol s-a scris că educația este una din cele două probleme globale ale Omenirii apare tot mai imperios întrebarea. Cine este inginerul de mâine? Cum trebuie să fie pregătit pentru a face față acestor provocări?

În general ingineria este profesiunea în care cunoștințele din științele, naturale, sociale și politice obținute prin studiere, experiență și practică sunt aplicate cu sensibilitate și judecată pentru a dezvolta căile de utilizare, economice și ecologice, a materialelor și forțelor naturii pentru beneficiul tuturor persoanelor și pentru a prevedea impactul fiecărei utilizări în plan individual și al societății. În același context V. Olaru declară că „...*Ingineria este tot ce are ea frumos, o simbioză creatoare între abstractul matematic, concretul tehnologic și inefabilul artei*”. Un inginer trebuie să fie competent, în virtutea studiilor de bază și a practicii, să aplice metode științifice și puncte de vedere personale pentru analizarea și rezolvarea problemelor ingineresti, deseori și celor sociale și ecologice generate de progresul tehnico-științific. Din acest motiv formarea viitorilor ingineri trebuie să fie multilaterală, să cuprindă atât aspectul profesional-intelectual, cât și cele social și moral. Profesia de inginer presupune efort continuu, acumulare de cunoștințe, capacitate de analiza și sinteză, abilități creative și inovative, capacitate de a rezolva probleme, de a implementa soluții, capacitate de organizare și conducere de procese de colective și instituții.

Educația inginerilor – o nouă viziune

- Provocările actuale ale ingineriei sunt multidimensionale, științifice, tehnologice și societale, chiar politice (alimentarea cu energie, apă, hrană, încălzire globală, mediu, sănătate, conservarea solului, etc.).
- Deplasarea de la instrucția centrată pe profesor la instrucția centrată pe student → trecerea de la paradigma „*teaching*” la paradigma „*learning*”.
- Inginerii trebuie să aibă excelente abilități de comunicare, de înțelegere a secolului și a responsabilităților într-o societate în continuă schimbare.
- Educația inginerilor trebuie să fie flexibilă, capabilă să anticipeze noi tehnologii, noi domenii inspirate din biologie.

- Profesia de inginer pentru noua revoluție industrială nu se poate obține în 4 ani. Se poate vorbi de inginerul specialist după (2-3) ani de experiență.

- Includerea cercetării în programele de educație a inginerilor apare ca o necesitate → stimularea creativității, inovării.

Educația STEM percepută ca o latură a viitorului sigur.

Conform profilului inginerului format de Asociația Inginerilor din Germania (VDI) printre abilitățile intelectuale se evidențiază : abilitatea de a aplica instrumente științifice, matematice și tehnologice (STEM);

Sistemul de educație la nivel global este într-o reală regândire și restructurare încercând să răspundă provocărilor globalizării, ale societății bazată pe cunoaștere și competitivitate.

Noua societate bazată pe cunoștințe presupune creșterea nivelului de pregătire profesională a tuturor membrilor societății și implicarea directă în crearea de bunuri și produse inovative pentru dezvoltarea și auto-reglarea economiilor bazate pe inovare și creație.

Dezvoltarea rețelelor inovative globale și impactul lor potențial asupra performanțelor economiei reprezintă un factor cheie în adoptarea unor politici care să faciliteze dezvoltarea de noi întreprinderi inovative.

Universitățile, prin specificul funcțiilor asumate în societate, sunt chemate să dezvolte programe de cercetare științifică orientate spre noi direcții și priorități în știință, să gestioneze colective de cercetare și școli de excelență optimizând resurse printr-un management avansat al cunoștințelor și resurselor;

Universitatea care se prefigurează pentru acest mileniu va fi cu certitudine o instituție inovativă, cu puternice valențe creative, ancorată dinamic în evoluția societății și economiei.

Trecerea de la economia bazată pe resurse la economia bazată pe cunoaștere impune regândirea întregului sistem de educație-cercetare și inovare în contextul globalizării;

Formarea inginerilor pentru noua revoluție industrială

- Se impune restructurarea programelor formative în direcția extinderii transdisciplinarității, elaborare de proiecte complexe în echipe de lucru.

- Creativitatea implică sinteza cunoștințelor interdisciplinare, o mai mare concentrare pe rezultate sistemice.

- Atributele inginerului pentru noua revoluție industrială includ:

✓ *descoperirile și ideile noi din fizică, biologie, chimie și matematică ne conduc la un moment „revoluționar” pentru reconceptualizarea, perceperea realității.*

- Procesul de formare a resurselor umane se impune a fi regândit și orientat spre dezvoltarea de noi competențe și abilități care să permită înțelegerea schimbării ca o oportunitate cu deschidere la idei noi într-o diversitate culturală, în noua societate bazată pe cunoaștere.

- Creșterea capacității inovative, valorificarea capacității creatoare a dascălilor și a studenților prin transferul de cunoștințe, produse și tehnologii în mediul economic reprezintă unul dintre factorii determinanți ai menirii socio-economice a universităților.

- Formarea viitorilor ingineri va trebui să fie subordonată asigurării abilităților analitice consistente având la bază principiile fundamentale din știință, gândirii sistemice pentru înțelegerea complexității, ingeniozității practice și creativității;

- Inginerii trebuie pregătiți pentru a învăța pe întregul parcurs al vieții și de a colabora în echipe interdisciplinare cu abilități reale de comunicare;

- Inginerii trebuie să probeze capacitatea de a înțelege și transforma inovațiile tehnologice în produse viabile-vândabile.

Este evident că formarea intelectuală a studenților ingineri este în dependență deplină de faza de dezvoltare industrială a țării respective. Totuși pot fi formulate principiile directoare de bază care servesc în calitate de numitori comuni.

Învățarea creativă este activitatea procesuală de asimilare de către persoane și grupuri a cunoștințelor și de formare a motivației, priceperilor, deprinderilor, capacităților, convingerilor, caracterelor etc., astfel încât acestea să ducă, în final, la formarea comportamentului și colectivităților în consens cu idealul educativ al unei anumite societăți, exprimat în sistemul ei de valori și de norme educative.

Dar tocmai transformarea cunoștințelor în produse comerciale rămâne deocamdată o problemă globală. Deseori se elaborează teorii fără cercetări la nivel teoretic deosebit de înalt, se fac

În aceste condiții un rol deosebit de important capătă Matematicile Aplicate. Modelarea și simularea diferitor procese fizice, chimice, industriale, inclusiv societale,

Sunt strategii extrem de actuale, capabile să rezolve Problemele Globale ale Omenirii. Iar inginerii reprezintă pilonul esențial pentru soluționarea marilor și complexelor provocări ale acestui secol. Deoarece, chiar în capul acestui capitol s-a scris că educația este una din cele două probleme globale ale Omenirii apare tot mai imperios întrebarea. Cine este inginerul de mâine? Cum trebuie să fie pregătit pentru a face față acestor provocări?

În proiectarea mașinilor tot mai mult iau amploare metodele de proiectare prin analiză. Este foarte apropiată de metodele utilizate în sculptură. Sculptorul ia o piatră, pe care o cioplește, eliminând tot ce-i în plus pentru a crea opera de artă. Perfecțiunea înseamnă că nu poți nici adăuga nici elimina din material. În inginerie este la fel. Din bucata de metal trebuie eliminat surplusul de metal ca în final piesa să fie cât mai suplă, să aibă formele optime sub aspectul designului, dar în același timp să reziste cât mai bine sarcinilor funcționale.

Definirea ideilor, dezvoltarea de politici „*Inovarea și economia cunoașterii, trecerea la o economie creativă, educația pentru creativitate și inovare, creativitatea și inovarea în sectorul public, diversitatea culturală ca vehicul al creativității și inovării, provocările dezvoltării durabile, potențialul unor industrii creative și culturale*” [6], toate aceste chestiuni se află la ordinea zilei. În acest scop se urmărește:

În concluzie autorul formulează propuneri extrem de importante pentru asigurarea unei pregătiri a inginerilor adecvate cerințelor viitorului.

- *Restructurarea întregului sistem de educație a inginerilor în concordanță cu cerințele actuale dar mai ales cu cele de viitor.*
- *Pregătirea pentru specializări de perspectivă.*
- *Reconsiderarea întregului sistem de finanțare a învățământului tehnic.*
- *Promovarea și susținerea universităților tehnice de excelență prin programe de cercetare avansată.*
- *Evaluarea și acreditarea programelor formative pornind de la rezultate și performanțe, tinând seama de particularitățile învățământului tehnic.*

Dulgheru Valeriu

Universitatea Tehnică a Moldovei