

MEC

Introducere

De ce este necesar un asemenea curs ? Există cel puțin 2 motive:

a – noțiunile privind cercetarea științifică, metodologia cercetării etc. sunt puțin cunoscute, inclusiv modul în care trebuie realizată prima lucrare cu caracter de cercetare, care este **lucrarea de disertație**.

b – nu sunt cunoscute aspectele de etică a cercetării, legate de noțiunea de proprietate intelectuală și reglementate legal (Legea Educației), inclusiv sub aspect penal.

În Uniunea Europeană s-a elaborat **Cadrul european al calificărilor: (EQF)**, care este în curs de asimilare și în țara noastră. Această reglementare se referă la :

a) care sunt treptele de calificare, pornind de la meserii, continuând cu profesii bazate pe licență și terminând cu doctorat;

b) ce trebuie să știe/să facă absolventul fiecărei trepte.

Obs. Importanța EQF în contextul mobilității forței de muncă în UE, (dar și în SUA, Canada etc).

În viziunea actuală, educația presupune cel puțin 3 aspecte esențiale:

a) cunoaștere, care reprezintă forma tradițională de învățământ,

b) a ști să faci, care orientează educația în sensul eficienței. În UE, programele analitice ale disciplinelor din sistemele de învățământ sunt puternic orientate spre acest aspect: fiecare programă analitică pornește de la următoarea cerință: **ce trebuie să știe să facă** studentul la absolvirea disciplinei respective (evaluarea este obiectivă și exigentă);

c) a ști să fii. Această componentă stimulează capacitatea unei persoane de a **se valorifica** în societate (în colectiv) și capacitatea societății (unui colectiv) de a valorifica o persoană, într-un domeniu de activitate. În esență, sunt importante două aspecte:

a) capacitatea de a lucra în colectiv (abilitate impusă în standardele EQF);

b) capacitatea de comunicare în scris și oral (multă vreme eludată în sistemul românesc de educație).

Obs. Dacă în trecut, unele testări la angajare vizau strict capacitatea intelectului (exprimată prin indicatorul IQ), în prezent contează mult și indicatorul EQ ("inteligența" emoțională). La unele firme, ponderea celor doi indicatori este: 20% IQ și 80% EQ !

Treptele educație universitare sunt:

a) licență; sintetic, pentru domeniul ingineriei, cerințele se referă la stăpânirea metodologiilor de proiectare de echipamente, tehnologii diverse (inclusive de exploatare și menenanță). **Metodologiile respective sunt cunoscute și trebuie aplicate corect în diverse situații concrete.**

b) masterat; conform Legii Educației, masteratul poate fi **professional** (în acest caz cerințele se referă la stăpânirea metodologiilor de proiectare avansate – de ultimă oră – dar totuși cunoscute) sau **științific**. La masteratul științific, cerința se referă la **obținerea de rezultate noi sub aspect științific, însă contribuțiile științifice pot să nu fie de amploare**;

d) doctorat; în acest caz, cerința se referă la **aptitudinea de a aduce contribuții pe frontul cunoașterii științifice (cercetarea doctorală se definește ca fiind o cercetare de frontieră – în sensul frontierei cunoașterii științifice).**

Obiectivul disciplinei de MEC: cum se realizează – sub aspect metodologic – o lucrare de cercetare, respectând cerințele eticii de cercetare. Aceasta presupune cunoașterea noțiunilor fundamentale privind activitatea de cercetare științifică.

Competențele fixate prin "Fișa disciplinei" sunt:

Competențe generale -	
Competențe specifice disciplinei	1. Cunoaștere, înțelegere, explicare și interpretare a. formarea unui ansamblu de cunoștințe care să ofere cursanților posibilitatea de a utiliza metodologii corecte și eficiente de cercetare în științele tehnice, în general, cu particularizări în domeniul ingineriei electrice și electronice; b. formarea cunoștințelor privitoare la aspectele de etică a cercetării.
	2. Instrumental-aplicative a. Aplicarea corectă a metodologiei de organizare a unui proiect de cercetare b. Utilizarea eficientă a tehnicilor de informare și documentare c. Aplicarea corectă și eficientă a metodologiei cercetării cu caracter fundamental-teoretic; d. Utilizarea corectă și eficientă a tehnicilor de validare prin simulare numerică off-line e. Utilizarea corectă și eficientă a metodologiilor de validare prin tehnici de tip « Hardwarw-In-the-Loop » și prin sistemele de dezvoltare pentru experimentări de laborator f. Aplicarea corectă și eficientă a metodologiilor de redactare a lucrărilor științifice (articole, comunicări științifice)
	3. Atitudinale a. Insusirea principiilor de etică a cercetării științifice pentru dezvoltarea cunoașterii (cercetare cu caracter fundamental) b. Formarea capacității de autoevaluare a rezultatelor cercetării c. Formarea aptitudinilor de lucru în echipe de cercetare d. Aplicarea principiilor privitoare la metodologia și etica cercetării în cadrul lucrării de dizertație

1. Noțiunea de cercetare științifică

I. Obiectiv : obținerea de noi rezultate privind cunoașterea științifică a realității obiective.
Prin cunoaștere științifică se înțelege:

- **cunoașterea calitativă, fenomenologică și descriptivă a realității investigate.**

În cadrul cunoașterii calitativ-fenomenologice a realității, se pun în evidență:

1. descrierea sistematică a fenomenologiei;
2. structurarea și clasificarea proceselor care se regăsesc în realitatea investigată;
3. stabilirea legăturilor cauză – efect care se regăsesc în realitatea examinată;
4. determinarea pe cale experimentală a unor relații care reflectă legăturile cauză – efect. Aceste relații (modele), care se stabilesc pe cale experimentale, se numesc **legi** (în domeniul cunoașterii științifice);
5. stabilirea interacțiunii realității (procesului) care face obiectul cercetării cu alte realități (procese) cu care se interacționează;

În cadrul acestei etape de cercetare științifică se stabilește o **terminologie științifică**, care are șansa de a fi diseminată în societate.

- **cunoașterea cantitativă a realității investigate**

În cadrul cunoașterii cantitative, obiectivul cercetării științifice este de a stabili **modele matematice ale relațiilor cauză – efect**, puse în evidență de cunoașterea calitativă și fenomenologică. Un model matematic permite:

1. **dezvăluirea detaliată (prin relații matematice) a relațiilor cauză efect**, utilizând atât legi din domeniul respectiv, cât și legături **deduse prin raționamente matematice (leme, teoreme)**, pornind de la următoarele premise:
 - a) **rezultate cunoscute** generale sau din domeniul investigat,
 - b) **ipoteze**, a căror valabilitate este prezumată;
 - c) **capacitatea de a formula (de a propune, a intuit) legături** între variabilele procesului investigat;
 - d) **demonstrarea acestor legături**, prin stăpânirea instrumentului matematic și logic;
2. **predicția efectelor**, atunci când „mărimile cauză” sunt cunoscute. **Simularea sistemelor** este procedura prin care se realizează această operație;
3. **stabilirea relațiilor de proiectare** a sistemelor tehnice în regim staționare și în regim dinamic; proiectarea tehnologiilor diverse (din tehnică, agricultură etc) stabilirea rețetelor de tratament etc.

Observație Modelarea matematică poate include o varietate de metode, cum sunt:

1. modele matematice clasice, derivate din analiza matematică și teoria ecuațiilor diferențiale și cu diferențe (cele mai utilizate în ingineria electrică și electronică);
2. modele discrete, pentru sisteme cu evenimente discrete (în special pentru informatică și calculatoare);
3. metode de inteligență artificială (logica fuzzy; extapolare neuronală etc)
4. evaluare pe intervale a mărimilor etc.

II. Clasificare.

Clasificarea se poate face după trei criterii:

A. *Natura cercetării științifice*

Din acest punct de vedere avem:

1 Cercetarea fundamentală

Scopul este cunoașterea științifică a realității obiective, independent de eventualele aplicații. Cercetarea fundamentală poate fi în:

- a. **Științele ale naturii:**
 - fizică
 - chimie
 - biologie
 - geologie, geofizică, astronomie
- b. **Matematica** (nu este știință a naturii).

Observație

Există două abordări în matematică:

1. matematica pură,
2. matematica aplicativă. Aceasta poate fi:
 - matematică mecanică (ecuațiile fizicii matematice)
 - matematică informatică (matematici discrete, optimizări discrete etc);
 - inteligență artificială (aspectele teoretice din domeniu)
 - teoria sistemelor (“probleme de control” în abordarea matematică) etc
- c. **Științe umaniste:** filosofia (logica, etica, gnoseologia etc), psihologia, sociologia

2. Cercetarea aplicativă

Scopul urmărit este dezvoltarea de noi aplicații în activitatea umană, pe baza cunoașterii științifice din cercetarea fundamentală.

Cercetarea aplicativă poate fi în domeniile:

- științe ingineresti
- agricultură, zootehnie etc
- medicină
- științe umaniste

Observații

1. Există ramuri ale științei care sunt intrinsec legate de activitatea umană, cum sunt: economia, psihologia, sociologia, „științele politice”, juridice etc. Unele din acestea se pretind a fi *științe fundamentale, fără a fi științe ale naturii*. Această pretenție poate fi acceptată doar dacă demersul științific vizează un *cadru formal foarte general*, care include ca niște cazuri particulare situațiile de interes din cercetarea aplicativă.
2. Relația dintre ramurile fundamentale și cele aplicative:
 - **cele fundamentale sunt orientate pe o „nișă” (pe un domeniu îngust),**
 - **cele aplicative sunt multidisciplinare.**

Exemple

1. Chimia pură și ingineria chimică. În chimia pură un cercetător poate obține un nou produs **în eprubetă**. Pentru realizarea industrială a produsului, inginerul chemist trebuie să știe chimie, tehnologia de realizare industrială, aparate și echipamente necesare, procese de schimb de masă și căldură implicate în tehnologia respectivă etc.
2. În ingineria electrică, pentru a realiza un nou tip de converor electromecanic, cunoștințele fundamentale sunt cele aferente ecuațiilor lui Maxwell. Inginerul trebuie să știe, pe lângă aspectele fundamentale amintite, probleme de dinamică, regimul termic, mijloacele de comandă etc.

B. Domeniul de aplicare

Clasificarea depinde de autoritățile naționale de cercetare, însă nu există diferențe esențiale de la țară la țară.

Exemplu: Comisiile de specialitate CNCSIS:

1. Științe ale naturii și matematică, 2 Științe ingineresti, 3 Științe economice și umaniste, 4 Științele vieții și ale pământului, 5. Științe agricole și veterinare, 6. Științe medicale, 7. Arhitectură și artă.

Comentarii Disciplinele interdisciplinare și pluridisciplinare sunt întotdeauna legături dintre domeniile menționate și sunt **domenii prioritare de cercetare pe plan mondial..**

Exemple de astfel de discipline:

- Biotehnologia
- Ecologia
- Știința materialelor
- Nanotehnologia
- Informatica aplicată

C. Natura problemei puse în cercetare

1. **Probleme de analiză**, care presupune modelarea și simularea sistemului
2. **Probleme de sinteză**

Observații:

1. diferența dintre sinteză și proiectare (proiectarea este mai amplă, mai detaliată și include sinteza)
2. într-o problemă de sinteză trebuie rezolvată o problemă preliminară:
realizabilitatea fizică a problemei formulate (exemple)

III. Organizare

Se pun următoarele probleme:

1. *Resursa umană;*
2. *Infrastructură,*
3. *Metodologia de cercetare*

1. Resursa umană este formată din:

1. cercetători. Aceștia sunt autorizați prin studiile și diplomele deținute să ocupe funcții de cercetare. **Diplomele sunt o condiție necesară, nu și suficientă.** Studiile necesare sunt:

1. masterat, În Legea 1/2011 a Educației, se prevede:

Art. 153. - (1) Programele de studii universitare de master reprezintă al II-lea ciclu de studii universitare și se finalizează prin nivelul 7 din EQF/CEC și din Cadrul Național al Calificărilor. Acestea au o durată normală de 1-2 ani și corespund unui număr minim de credite de studii transferabile, cuprins între 60 și 120.

EQF/CEC - Cadrul european al calificărilor pentru învățare pe tot parcursul vieții - este un instrument de referință pentru a compara nivelurile de calificare ale diferitelor sisteme de calificări și care promovează continuarea integrării cetățenilor pe piața europeană a muncii, respectând în același timp marea diversitate a sistemelor naționale de educație.

(2) Diploma de absolvire sau de licență a absolvenților învățământului superior de lungă durată din perioada anterioară aplicării celor trei cicluri tip Bologna este echivalentă cu diploma de studii universitare de master în specialitate.

Art. 154. - (1) Programele de studii universitare de master pot fi:

- a) **master profesional**, orientat preponderent spre formarea competențelor profesionale;
 - b) **master de cercetare**, orientat preponderent spre formarea competențelor de cercetare științifică. Învățarea realizată în cadrul masterului de cercetare poate fi echivalată cu primul an de studiu din cadrul programelor de studii universitare de doctorat. Masterul de cercetare este exclusiv la forma de învățământ cu frecvență și poate fi organizat în cadrul scolilor doctorale;
 - c) **master didactic**, organizat exclusiv la forma de învățământ cu frecvență
- (2) Pot organiza programe de studii universitare de master într-un domeniu acele instituții de învățământ superior care sunt acreditate sau autorizate provizoriu în acest scop.

Specificul studiilor de masterat

Art. 157. - Diploma conferită după promovarea unui program de studii universitare de master și susținerea cu succes a lucrării de disertație se numește **diploma de master**

2. doctorat

Specificul activității de doctorat

Calitatea de conducător de doctorat este acordată prin ordin al ministrului. Conducătorii de doctorat sunt evaluați o dată la 5 ani

Abilitarea unei persoane pentru a conduce doctoratul constă în:

- a) redactarea unei teze de abilitare;
- b) susținerea publică a tezei de abilitare în fața unei comisii de specialitate numite de CNATDCU și formată din cel puțin 3 persoane, care au calitatea de conducător de doctorat, în țară sau în străinătate;
- c) admiterea tezei de abilitare în urma susținerii publice;
- d) obținerea atestatului de abilitare.

Pot susține examenul de abilitare numai persoanele care au titlul de doctor în știință și care îndeplinesc standardele minimale. Aceste standarde minimale nu depind de titlul didactic și sunt identice cu standardele de acordare a titlului de profesor universitar.

Titlul de doctor se atribuie prin ordin al ministrului educației, cercetării, tineretului și sportului, după validarea tezei de doctorat de către CNATDCU

În instituțiile de învățământ superior funcțiile de cercetare sunt:

- a) asistent cercetare;
- b) cercetător științific;
- c) cercetător științific gradul III;
- d) cercetător științific gradul II;
- e) cercetător științific gradul I.

(3) Echivalența funcțiilor din cercetare cu funcțiile didactice este următoarea:

- a) cercetător științific se echivalează cu asistent universitar, pentru persoanele care dețin o diplomă de doctor;
- b) cercetător științific gradul III se echivalează cu lector universitar/sef de lucrări;
- c) cercetător științific gradul II se echivalează cu conferențiar universitar;
- d) cercetător științific gradul I se echivalează cu profesor universitar.

2 personal cu funcții tehnice

Destinație: proiectarea unor sisteme clasice utile în cercetare; realizarea unor lucrări repetitive de experimentare etc

3 **personal auxiliar** tehnic și financiar-administrativ.

2. Infrastructura se referă la:

- a. Spațiul necesar cercetării
- b. Echipamentele necesare cercetării (exemplu: acceleratoare de aplicații)
- c. Softul necesar. Exemple (Matlab, Toolboxuri etc)
- d. Materiale consumabile

Observații: 1) Specificul infrastructurii din ingineria sistemelor și inginerie electrică.

Noțiunea de sistem de dezvoltare

2) **Infrastructura de cercetare poate fi o arie de cercetare aplicativă** (elaborarea de noi tipuri de sisteme de dezvoltare).

