Universitatea "Lucian Blaga" din Sibiu

**MASTERAT**
**BIOLOGIE APLICATĂ I.**

**MANAGEMENTUL ŞI MODELAREA DATELOR EXPERIMENTALE**

# PROIECTAREA (DESIGNUL)

# CERCETĂRII ÎN BIOLOGIE:

# REGULI, ALGORITMI ŞI ABORDĂRI

*Conf. univ. dr. Ioan Sîrbu*

http://didactic.ecologia-la-sibiu.ro/cursuri-si-seminarii/biologie-aplicata/anul-i/managementul-si-modelarea-datelor-experimentale-i-sirbu/

**DESIGNUL CERCETĂRII IMPLICĂ TREI TRANZIŢII:**

**TRADUCEREA IDEILOR ÎN DATE, ...**

**... A DATELOR ÎN INFORMAŢII, ...**

**...A INFORMAŢIILOR ÎN CUNOAŞTERE!**

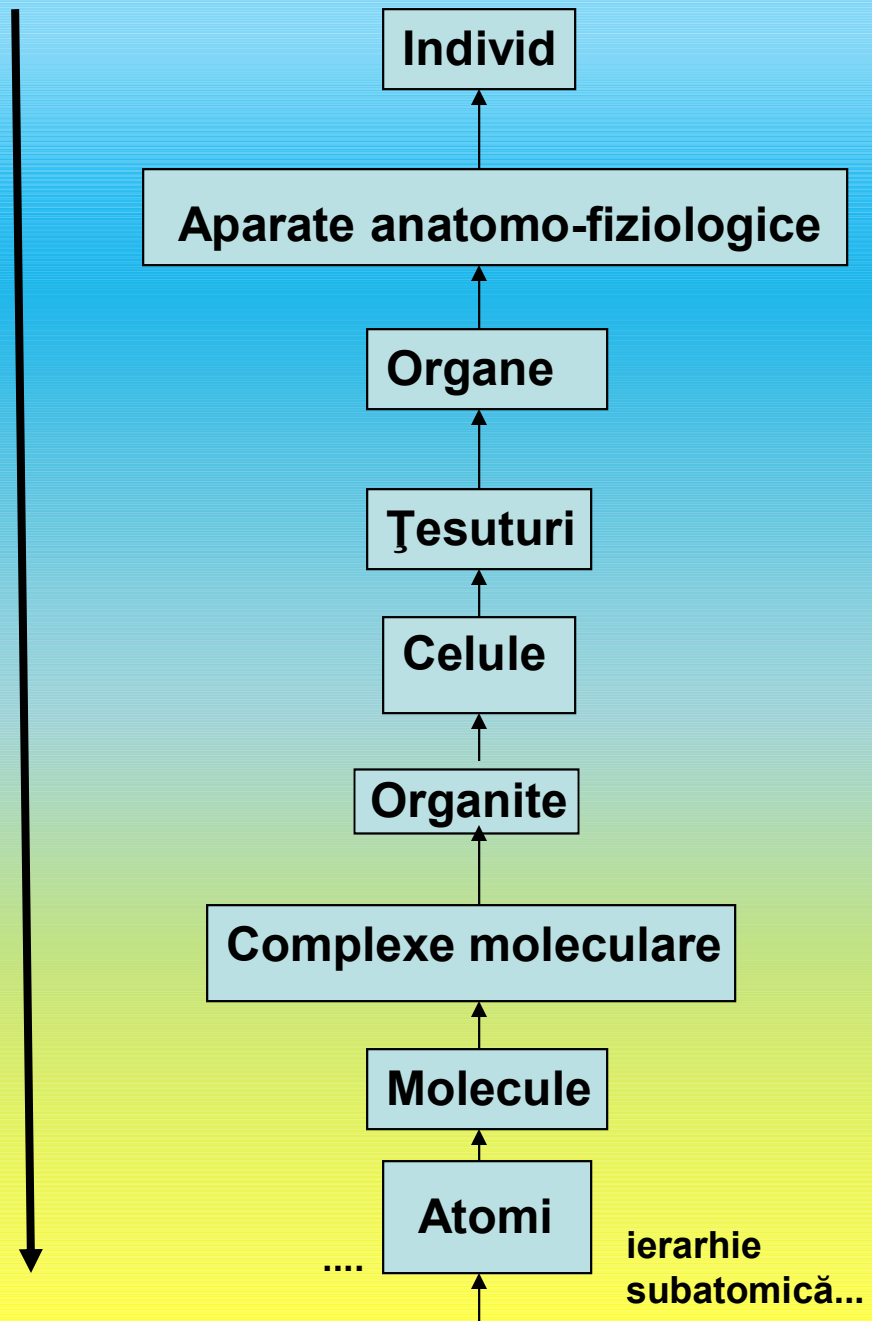
**TEMA, DESIGNUL PROIECTULUI, METODOLOGIA ETC. SE SPECIFICĂ FUNCŢIE DE IERARHIA DE REFERINŢĂ**

**EXISTĂ NUMEROASE IERARHII CARE CUPRIND MATERIA ŞI ENERGIA.**

**CELE MAI UZUALE IERARHII UTILIZATE ÎN BIOLOGIE:**

- **TAXONOMICĂ (DE CLASIFICARE BIOLOGICĂ)**
- **DE INTEGRARE A MATERIEI (IDIOBIOLOGICĂ)**
- **DE ORGANIZARE A MATERIEI (SINBIOLOGICĂ, SAU ECOLOGICĂ)**

***Ierarhia de integrare a materiei*:**

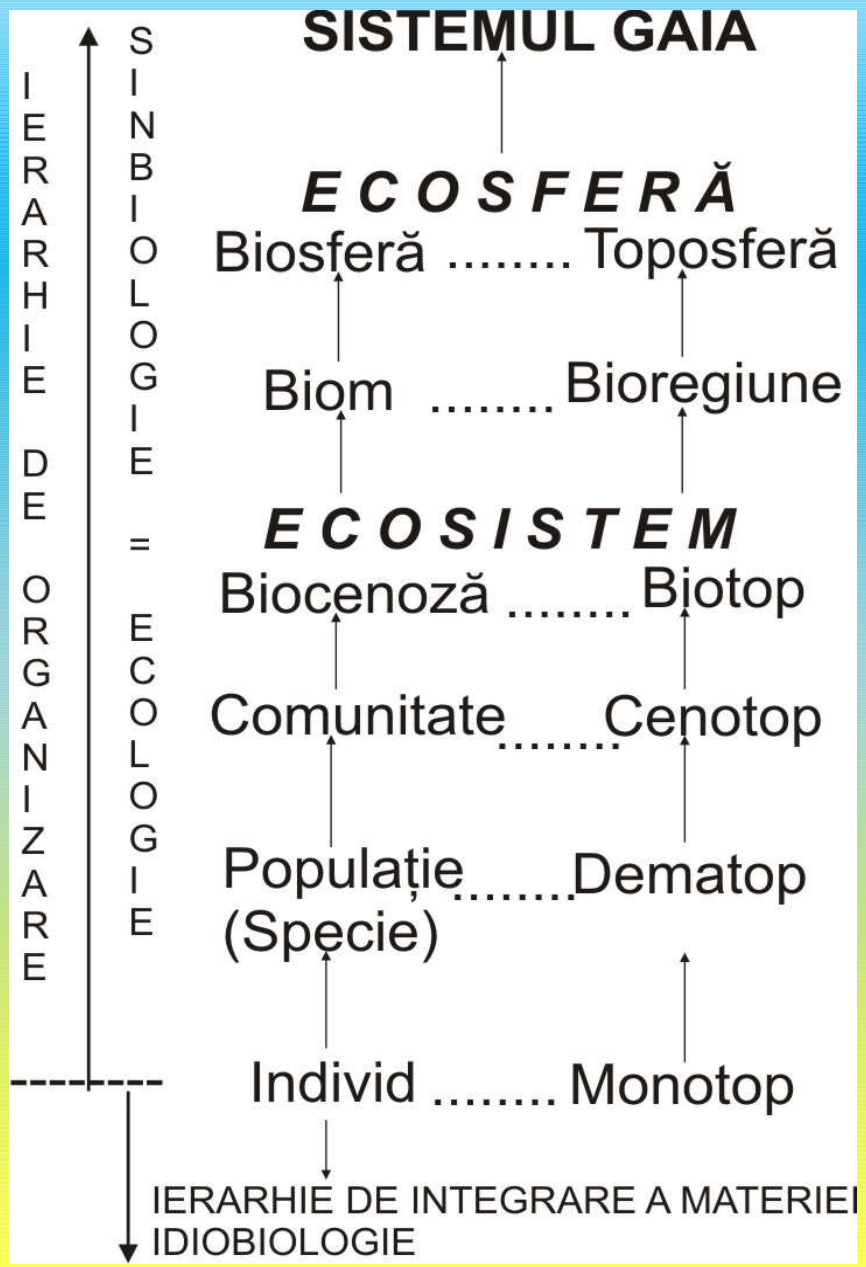



***Ierarhia taxonomică (în zoologie, cea mai mare parte şi în botanică):***

**VIAŢĂ**
**Domeniu**
Supraregn
**Regn**
Subregn
(Ramură = Ramus)
Infraregn
**Încrengătură**
Subîncrengătură
Supraclasă
**Clasă**
Subclasă
Infraclasă
Cohortă
Supraordin
**Ordin**
Subordin
Infraordin
Suprafamilie
**Familie**
Subfamilie
Trib
Subtrib
**Gen**
Subgen
**Specie**
Subspecie

## Ierarhia sistemelor de organizare a materiei

**(ierarhia sinbiologică sau ecologică):**



**CERCETĂRI**

**EXPLORATIVE**
**(DESCRIPTIVE, EVALUATIVE)**
***= abordarea "clasică" ****

**IPOTETIC-DEDUCTIVE**
**SAU DEMONSTRATIVE**
**(BAZATE PE IPOTEZE ŞI TESTE)**
***= abordarea "modernă" ****

*** ambele sunt valoroase şi se completează reciproc, dacă sunt corect implementate; ambele suportă critici și clasificări alternative!***

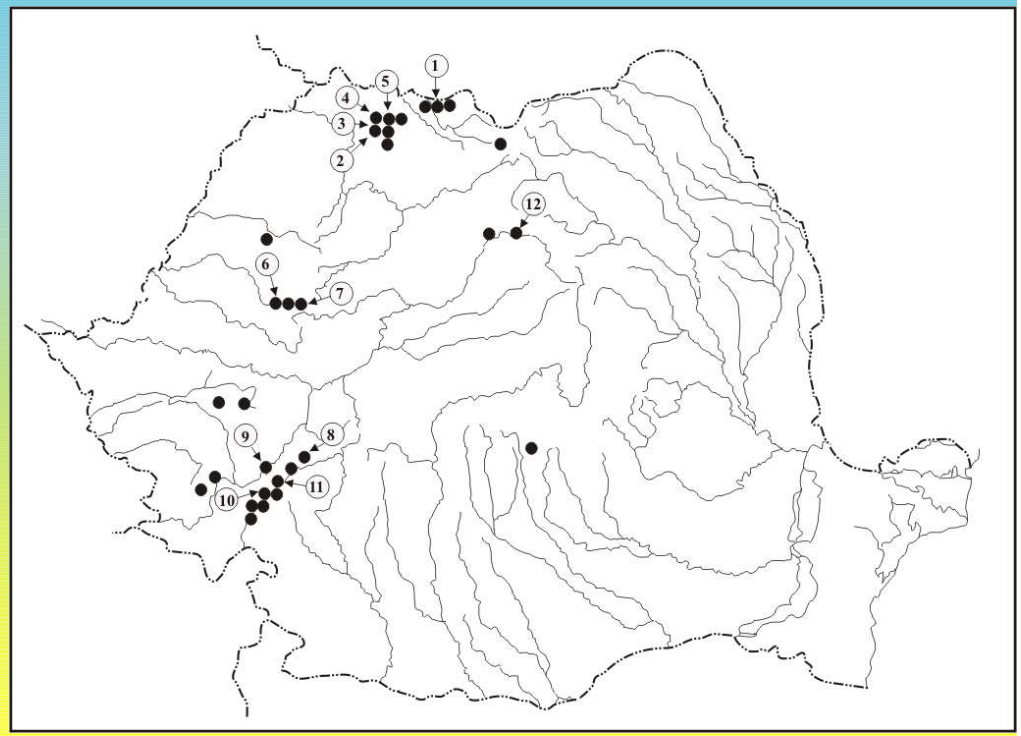
*Exemplu de studiu explorativ transformat în cercetare funcţională*

1. **Constatare: se cunoaşte prea puţin despre un gen de gastropode crenobionte montane (trăiesc în izvoare şi pâraie montane, până în etajul subalpin, numai în unele masive montane, cu sistematică şi ecologie puţin cunoscute), şi anume genul *Bythinella.* Foarte rar semnalate în literatură şi colecţii. Din România s-a semnalat (mai larg răspândită) *Bythinella austriaca* şi s-au descris *Bythinella dacica* Grossu, 1946 (Munţii Cernei, Retezat, Ţarcu-Godeanu) şi *Bythinella molcsany* H. Wagner, 1941 (Munţii Igniş, Gutin).**

2. **Cercetarea explorativă: între 1997 şi 2007 au fost studiate multe masive montane din România.**

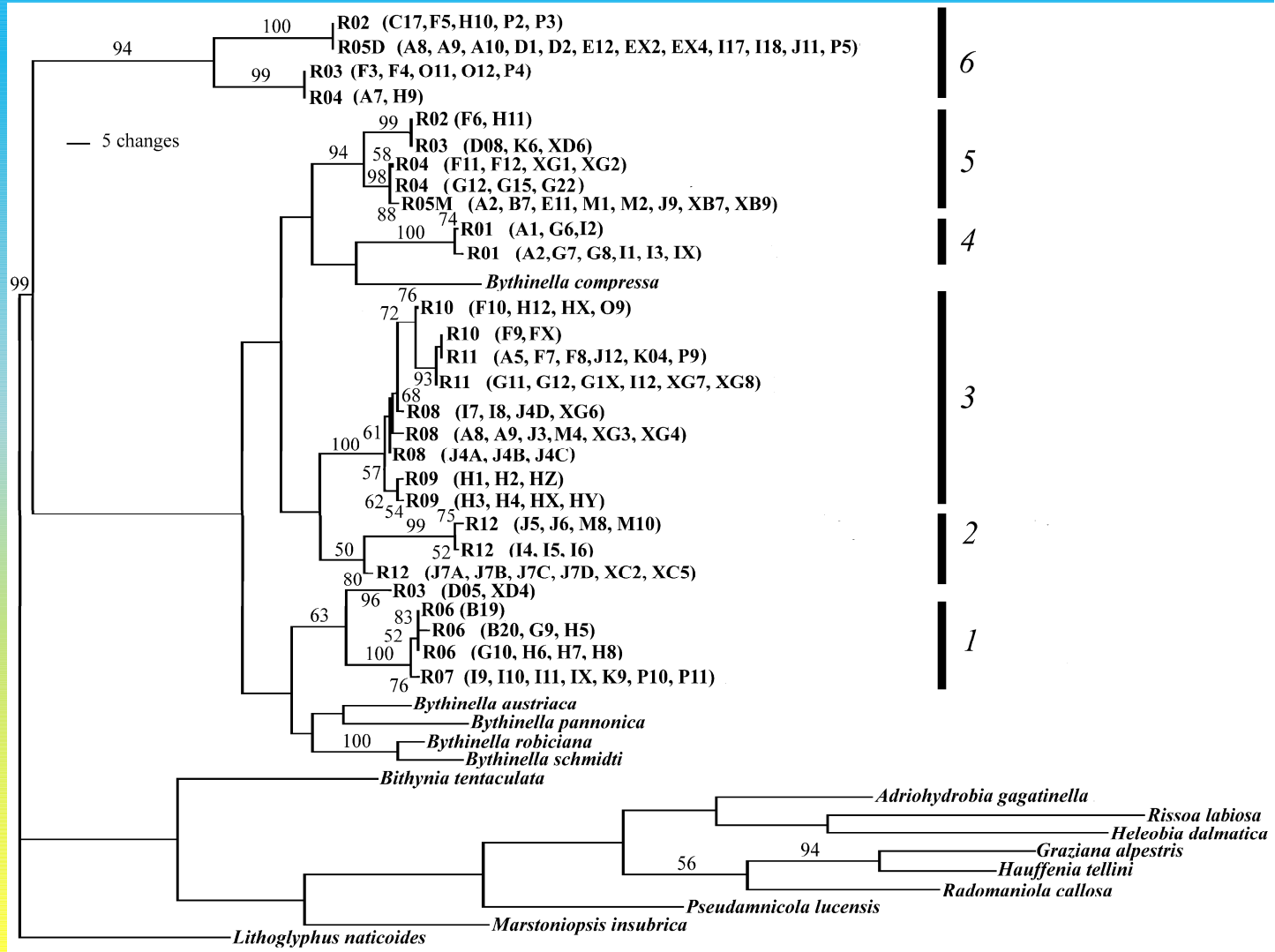
   **În cei mai mulţi munţi s-a dovedit că acest gen nu există.**

   **S-au colectat şi studiat exemplare din ariile indicate:**

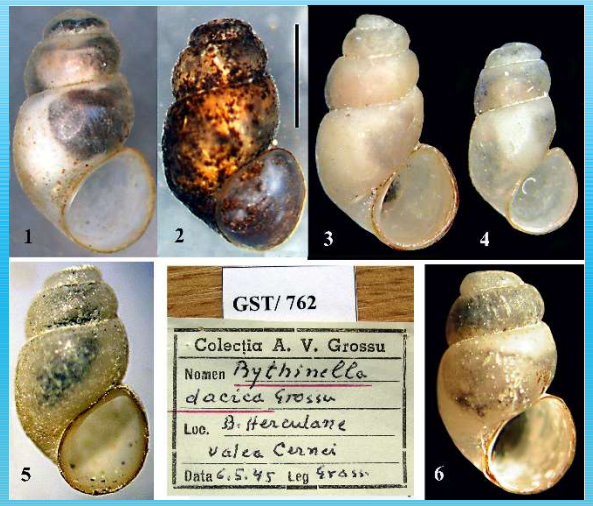


3. Primele date anatomo-morfologice au indicat posibilitatea existenţei unor taxoni compoziţi. Evoluţia morfostatică a argumentat necesitatea realizării de secvenţializare ADN şi reconstituiri filogenetice pe baze genetice, întreprinse de A. Falniowski şi M. Szarowska la Institutul Jagellonian de Zoologie a Universităţii din Cracovia (2005 - 2008).

4. Rezultate:



**Rezultate (continuare):**




- **Confirmarea şi redescrierea pe baze anatomo-morfologice şi genetice (inclusiv înscrierea în Genbank) a celor două specii endemice.**

- **Infirmarea prezenţei speciei *B. austriaca* pe teritoriul României.**

- **Descrierea a 4 specii noi pentru ştiinţă şi completarea unei teorii referitoare la speciaţia animalelor crenobionte în context zoogeografic.**

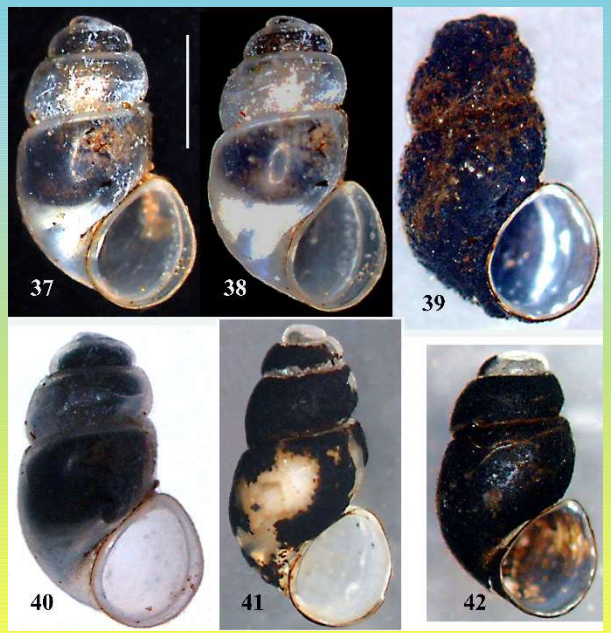
**Speciile noi pentru ştiinţă:**

***B. grossui*** **Falniowski, Szarowska et Sîrbu, 2009 din Munţii Gutin**

***B. radomaniana*** **Falniowski, Szarowska et Sîrbu, 2009 din Munţii Apuseni**

***B. calimanica*** **Falniowski, Szarowska et Sîrbu, 2009 din Munţii Călimani**

***B. viseuiana*** **Falniowski, Szarowska et Sîrbu, 2009 din Munţii Maramureşului**




* ***derivatio nominis: Prof. dr. Al.V. Grossu, Dr. P. Radoman, Munţii Călimani şi Râul Vişeu***

**ALGORITMUL CLASIC (AL IPOTEZEI SINGULARE) AL CERCETĂRII IPOTETIC-DEDUCTIVE**

Observaţie

↓

Problemă

↓

Imaginea problemei

↓

Ipoteza de lucru - formulată ca opusul logic = Ipoteza nulă

↓

Prognoză(e)

↓

Design experimental

↓

Programul de colectare şi analiză a probelor

↓

Testarea ipotezelor

- **respingem ipoteza nulă**
- **prognozele sunt îndeplinite**

↓

Explicaţii

↓

Valorificare

- **nu respingem ipoteza nulă**
- **infirmarea prognozelor**

# METODA IPOTETIC-DEDUCTIVĂ APLICATĂ ÎN STUDIILE DE BIOLOGIE

- **Sursa ipotezelor (a întrebărilor, a subiectului, temei etc.):**

**- din observarea unui anumit model sau tipar al naturii;**

**- posibilitatea existenţei unor deosebiri sau diferenţe între două sau mai multe structuri sau condiţii;**

**- relevarea repetării unor structuri sau însuşiri în anumite condiţii şi nu în altele;**

**- observaţii personale sau preluate din alte surse (specialişti, bibliografie etc.);**

**Exemplu: efecte diferenţiate ale unor compuşi chimici sau parametri fizici asupra unui parametru fiziologic etc.**

- **Observaţia iniţială**

  - Observaţie incorectă, întrebare pusă greşit sau nelegitimă, conduc la "problema falsă"; rezultatul este un eşec!

  - Legea lui Katz "este mult mai uşor să se inventeze o problemă, decât să se sesizeze una reală şi să fie formulată corect!„

  - O mare problemă (mai ales la studenți): ”reinventarea roții”!!!

  - Identificarea unei probleme reale, care să poată fi trecută până la stadiul funcţional și valorificare, este un pas crucial pentru orice cercetare de biologie.

  - Se bazează pe intuiţie, experienţă, abordare sistematică.

  - <u>Designul experimental</u> judicios, care implică programul de definire a probelor martor şi al celor experimentale, dimensionarea corectă a experienţelor, obţinerea şi analiza datelor, prelucrarea acestora, adoptarea deciziilor, elaborarea concluziilor etc. va atesta dacă problema este reală și legitimă, va ghida avansarea și formularea de ipoteze funcţionale, care urmează a fi testate, la rândul lor.

- **Nivelul de referinţă**

  **(= nivelul ierarhic la care abordăm studiul)**

**- adecvat problemei abordate;**

**- se alege funcţie de scop şi obiectivele cercetării;**

**- se recomandă abordarea (cel puţin tangenţial) şi din perspectiva nivelului imediat superior (pentru ilustrarea semnificaţiei mai largi), cât şi al celui subiacent (pentru elucidarea mecanismelor);**

**- dificultatea cercetării (în termeni de timp, buget, parametri, complexitate etc.) de obicei creşte cu rangul nivelului ierarhic abordat;**

**- complexitate mai mare conduce la nedeterminare mai ridicată!**

## • Specificitatea comparaţiilor

- Desfăşurarea unui studiu este cu atât mai eficientă, cu cât este întrebarea (observaţia, problema) mai clar formulată!

- O bună observaţie iniţială este cea care implică în mod specific tipul de măsurătoare necesară pentru a o testa (inclusiv specifică indicii, parametrii şi metodele necesare).

- Ideal, situaţiile comparate ar trebui să difere numai prin una (!), sau câteva trăsături biologice sau de altă natură, facilitând identificarea și explicarea diferenţelor observate.

## Specificarea temei şi a domeniului de cercetare (alegerea subiectului și formularea titlului)

**Dimensionarea şi definirea domeniului de studiu (tema, subiectul) este prima și principala problemă a cercetătorului, precursoare și definitorie a designului experimental, a implementării acestuia; este condiţia esenţială şi premergătoare a succesului sau a eșecului.**

**Dacă tema este dată (impusă) de un îndrumător/profesor (...). ATENȚIE! Nu o luați ca atare și fără o analiză critică - s-ar putea să fiți ajutați, încurcați sau conduși spre ... nicăieri. FIȚI CRITICI ȘI SCEPTICI!!!**

**Selectarea domeniului de studiu se referă la alegerea subiectului, a scărilor de abordare, la dimensionarea justă a experimentelor / observațiilor şi a probelor, la alegerea numărului necesar de variabile, măsuri și replicări care vor fi utilizate în studiu.**

**Dimensionarea temei se face în spațiu, timp și tematic.**

# Observaţia iniţială și alegerea temei (a subiectului cercetării)

- Observaţie incorectă, întrebare pusă greşit sau nelegitimă, conduc la "problema falsă"; rezultatul este un eşec!

**TEMA PROASTĂ CONDUCE INEXORABIL LA EȘEC SAU LA UN REZULTAT PROST!**

Exemple de rezultate proaste: lucrare respinsă, teză anulată (abandonată), respingerea rapoartelor etc.

**ORIGINEA PROBLEMELOR FALSE ȘI A TEMELOR PROASTE:**

- din vină proprie (lipsă informare sau documentare, dezorientare)
- surse personale externe (îndrumător prost)
- surse colective (grup cu incompetenți penetranți)
- surse instituționale (proiecte în desfășurare aflate pe o traiectorie greșită sau în derivă)
- alte surse (politice, sociale, economice etc.)

## Ce facem când realizăm că tema este proastă?

**(i.e. = inadecvată, prea complexă, scop intangibil, ilegitimă, disproporționată, problemă falsă, prea largă, prea îngustă, noi suntem prea proști, nu avem tehnica sau chef de ea etc.)**

**Variante posibile, alternative și/sau complementare:**

1. **Schimbați tema (titlul doctoratului inclusiv), dacă se poate în manieră calmă și constructivă, oficial, și prin discuții ...**
2. **Modificați tema (titlul, obiectivele, termenele, abordările, tehnica, metodele, echipa etc.)**
3. **Vă schimbați (modificați) pe voi!**
4. **Schimbați (modificați) sursa temei (de ex. îndrumătorul)!**
5. **Altceva, și anume: ...**
6. **Nu faceți nimic, eșuați și vă plângeți de milă, dați vina pe mamă, pe țară, școală etc. etc. După care culegeți fructe în...**

## Trecerea de la observaţia iniţială la studiul efectiv, se realizează în una sau - preferabil, recomandabil - două etape.

**- Pornind de la o observaţie iniţială, un studiu ideal prezintă două stadii sau etape generale:**

**(1) stadiul descriptiv, care se ocupă cu verificarea observației sau a temei, a obiectivităţii modelului structural sau funcţional distinctiv ... (Există sau nu? Este observaţia obiectivă? Problema este reală? Nu cumva este deja studiată? Mă exploatează îndrumătorul în interesul lui/al ei, fără rezultat bun pentru mine?),**

**...şi (2) cel puțin un stadiu funcţional în care este explorată cauza (cauzele), sau implicațiile şi/sau efectul acestui model.**

**- Numai în cazul în care ipotezele nule sunt respinse, experimentele validează atât observaţia (problema) cât şi (dacă aveți noroc) implicațiile sau cauzele acesteia.**

**Complexitatea noilor întrebări şi probleme determină modificări majore în planificarea cercetărilor moderne.**

**Prin contrast cu scenariul clasic prezentat anterior, o tendinţă crescătoare este necesitatea de a accesa date din cele mai diverse domenii ale cunoaşterii, obţinute de specialişti heterogeni, în cadrul unor proiecte cu scopuri oricât de diferite.**

**Cercetarea, proiectele și temele sunt nevoite să treacă spre abordări multi- și interdisciplinare, spre necesitatea accesului cât mai facil şi liber la date inteligibile, bine păstrate, bine gestionate şi de bună calitate (sisteme ale managementului datelor = SMD).**

**Înţelegerea proceselor şi a structurilor biologice necesită:**

- **definirea şi selectarea trăsăturilor şi a proceselor de importanţă majoră,**

- **în unităţi de probe martor şi experimentale,**

- **dimensionate şi alese în mod adecvat și corect,**

- **la o scară optimă tematică, spaţială şi temporală,**

- **prin utilizarea corectă a metodelor de colectare a datelor (probelor),**

- **şi ale analizei statistice.**

**Principii generale, pe care un cercetător le respectă pentru a dimensiona în mod corect efortul şi domeniul de studiu:**

- Se dezvoltă cât mai mult **înţelegerea** procesului sau a fenomenului, printr-o documentare cât mai exhaustivă, prin toate mijloacele posibile.

- Pe baza a ceea ce s-a realizat în trecut, a experienţei acumulate (pozitive şi negative), a resurselor disponibile, se selectează **scara spaţială, temporală şi tematică,** astfel încât obiectivele să fie atinse şi să existe şansa de a oferi un răspuns la problema ridicată.

- **Spaţial** ne interesează dimensiunile subiectului, definirea, localizarea şi alegerea probelor, colectarea, prelucrarea şi analiza lor.

- **Temporal** ne interesează frecvenţa minimă şi cea optimă pentru colectarea informaţiilor, periodicitatea replicărilor şi intervalul de timp absolut alocat studiului particular.

- **Tematic** ne fixăm asupra acelor variabile și parametri care pot conduce în mod optim la rezolvarea (sau cel puțin contribuie la rezolvarea) problemei.

- Cel mai des limitările de personal, tehnică, timp (în sensul de termene limită) şi bani, sunt printre cele mai importante argumente care impun selectarea (în mare parte) a domeniului de studiu.

Pentru o benefică selecţie a acestui domeniu, alte trei consideraţii pot avea un impact major: **puterea statistică, standardizarea şi studiile pilot.**

**Puterea statistică** reprezintă capacitatea experimentului de a detecta efectele acţiunii factorilor (a experimentelor) la o anumită scară spaţio-temporală, respectiv semnifică posibilitatea de respingere corectă a ipotezei nule.

Evaluarea puterii statistice este critică pentru selectarea unui design experimental, necesitând specificarea corectă a nivelului de semnificaţie (probabilităţii de eroare), a dimensiunii probei, a limitelor de confidenţă şi a acurateţei aparatului matematic.

Analizele şi interpretările în cadrul studiilor sunt frecvent facilitate dacă sunt folosite **metode standardizate** (mai simplu pentru studiile de laborator).

Executarea unor **studii pilot** este extrem de benefică, în mod special înainte de a evalua sau a concepe orice design experimental sau oricare program de eşantionare.

Studiile pilot sunt extrem de necesare în domenii mai puţin cunoscute sau la lansarea unor ipoteze cu caracter ridicat de originalitate.

O altă tranziţie:

**Abordarea clasică = O CERCETARE, O IPOTEZĂ DE LUCRU!**

Probleme:
- prin formularea unei singure ipoteze direcţia de cercetare este impusă în mod strict;
- teoria tinde să devină părtinitoare;
- este determinată o limitare a posibilelor răspunsuri;
- cercetătorul tinde să devină prizonierul propriei sale teorii.

**Abordarea modernă = FORMULAREA IPOTEZELOR MULTIPLE DE LUCRU**

Avantaje:
- eliminarea subiectivităţii cercetătorului, deschidere de noi posibilităţi, facilitarea detectării cauzalităţii multiple etc.

Alcătuirea unui set de ipoteze multiple,
urmate de constituirea unui set esenţial de experimente care le verifică,
apoi excluderea majorităţii acestora,
poartă denumirea de **inferenţă puternică**,
și este un motor al progresului ştiinţei.

**O consecința practică (sunt multe altele) =**
**= tranziția de la statistica univariată (și) spre cea multivariată!**

## FORMULAREA ŞI TESTAREA IPOTEZEI (IPOTEZELOR) NULE

- Testele au fost concepute pentru a respinge ipoteze;

- Nu încercăm să demonstrăm nimic; verificăm dacă o ipoteză nu poate fi susţinută decât la un nivel de probabilitate mult prea mic, nesatisfăcător.

- Prima ipoteză nu presupune nici o modificare (implică un semn egal, nu există diferenţe, nu se întâmplă nimic), motiv pentru care se numeşte "ipoteză nulă" ($H_0$), "ipoteză de repaus", sau "ipoteza status-quo".

- Ipoteza alternativă presupune negarea celei nule şi se mai numeşte şi "ipoteză de acţiune" (ceva se întâmplă, există un efect etc.)

*Un test statistic este realizat prin intermediul unei funcţii statistice, căreia i se determină distribuţia de probabilităţi, sub presupunerea că ipoteza nulă este adevărată*.

**Testarea ipotezelor (5 etape):**

1. **Formularea ipotezei nule şi a celei alternative (traducerea oricărei probleme în ipoteze);**

2. **Alegerea şi calcularea valorii unei funcţii statistice;**

3. **Alegerea unei regiuni critice (probabilitate sau nivel de semnificaţie);**

4. **Compararea rezultatului funcţiei statistice cu valoarea critică (domeniul critic); adoptarea deciziei, formularea concluziei (în expresie inteligibilă)!**

5. **Evaluarea semnificaţiei rezultatului în contextul poziţiei faţă de domeniul critic.**

**Teste statistice mai des folosite în designul experimental**

**Neparametrice**

- **se aplică în general la probe mici;**
- **nu presupun nici o distribuţie cunoscută;**

**Exemplu: Wilcoxon - Mann - Whitney**
**(pentru probe care se presupun a proveni din populaţii de date caracterizate prin aceeaşi mediană)**

**Parametrice**

- **se aplică pentru probe mari;**
- **presupun că o distribuţie matematică aproximează fenomenele studiate şi parametrii acesteia pot fi utilizaţi în descrierea lor;**

Design experimental= = etapele care se parcurg pentru verificarea și testarea ipotezelor

**Exemple:**
**t-Student pentru două medii (diverse variante),**
**F-Fischer pentru două varianţe,**
**q (w/s) pentru normalitatea unei distribuţii,**
**$\chi^2$ pentru două distribuţii de frecvenţe,**
**Z pentru o proporţie sau două proporţii,**
**r pentru fluctuaţii aleatoare într-un şir,**
**etc.**

**O ipoteză nulă bună, este:**

- simplă,
- sugerează o caracteristică ce poate fi măsurată cu acurateţe,
- se referă la o relaţie pentru care se pot obţine date experimentale,
- care pot fi utilizate în cadrul unui test statistic adecvat,
- care conduce la o decizie probabilistic satisfăcătoare,
- care se traduce într-o concluzie logică şi coerentă,
- care are semnificaţie biologică!

## Exemplu (extrem de simplu, trivial dar didactic ...):

- **Observaţie iniţială**

O plantă cu valoare medicinală creşte mai mult (are talie mai mare, creşte mai repede) în apropierea unei ape, prin comparație cu o culme deluroasă situată la 1 km distanţă de apa respectivă.

- **Ipoteză nulă descriptivă**

$H_0$: Nu există nici o diferenţă între creşterea plantei în cele două arii.

- **Colectare probe (eşantionare) şi programul de testare**

Din fiecare arie se măsoară înălţimea a câte 30-50 de plante, alese aleator, în aceeaşi zi, cu ajutorul unui şubler, cu o precizie de 0,1 mm, de către acelaşi student (pentru ca eroarea să fie sistematică). Valorile medii ale celor două probe statistice sunt comparate prin intermediul testului t-Student, iar varianţele cu testul F, utilizând R (sau Mystat, Statistica, SPSS ...), iar ipoteza nulă este respinsă la un nivel adecvat de probabilitate (presupunem că aşa s-a întâmplat).

- **Ipoteză nulă funcţională**

S-ar putea ca diferenţele semnificative să aibă cauzalitate ereditară, mai degrabă decât să ilustreze efectul diferenţiat al factorilor de habitat (umiditate, sol, altitudine, microclimat etc.).

Se avansează o **ipoteză nulă funcţională:**

**$H_0$: Plante cultivate în acelaşi loc (aceleaşi condiţii), din seminţe provenite din ambele arii, nu vor diferi în ceea ce priveşte creşterea (tot una cu a afirma că diferențele de creștere NU au cauze ereditare)**

- **Experiment funcţional şi programul de testare**

Se colectează seminţe din cele două arii şi plantele (câte 30-50) și sunt cultivate împreună. La un moment dat sunt măsurate, se calculează parametrii statistici descriptivi şi se compară mediile cu ajutorul testului t-Student, respectiv varianţele cu ajutorul testului F-Fischer. Dacă respingem ipoteza nulă, o concluzie s-ar putea formula în termeni de acceptare, la un anumit nivel de semnificaţie, şi anume că populaţiile diferă genetic în factori relaţionaţi de creştere (talie).

Dacă nu avem motive să respingem ipoteza nulă, vom afirma că datele nu susţin o diferenţiere genetică a populaţiilor relaţionată de creştere, însă NU vom afirma că creşterea nu este supusă efectului ereditar şi nici că NU există diferenţe genetice între cele două populaţii.

- **Continuarea studiului: ipoteze multiple alternative**

Dacă NU respingem ipoteza nulă funcţională,
stabiliţi câte un protocol de experienţă pentru verificarea
influenţei determinante a:

- umidităţii,

- altitudinii,

- solului,

- microclimatului,

- concentraţiei principiilor active
(planta poate creşte mai mare sau mai repede lângă o apă,
dar dacă aceasta se realizează în detrimentul conţinutului de
principii active, care o fac demnă de interes medicinal?
Cum ar afecta din punct de vedere practic această ipoteză,
în cazul în care se doreşte colectarea sau
cultivarea în scop curativ sau economic?).

**Câteva abordări alternative în cercetare:**

1. Experimentul concentrat pe subiect
2. Studii pe termen lung
3. Studii retrospective
4. Studii comparative la scară largă
5. Substituţii spaţiu – timp
6. Studii simulative (prin simulări)
7. Studii bazate pe efecte/ activități antropogene

## 1. Experimentul concentrat pe subiect

Formulat simplu înseamnă să comparăm probe supuse unei modificări (acţiuni, constrângeri, efect), numite **probe experimentale** cu însuşiri corespunzătoare ale unor **probe martor**, asupra cărora nu se acţionează.

Succesul acestor studii depind de implementarea judicioasă a unui design experimental adecvat, iar în cadrul acestuia, de cea mai mare importanţă este conceperea unui bun design de eşantionare şi de testare a ipotezelor.

Este genul de abordare adecvată studiilor clasice, realizate de echipe mici, pe spaţii reduse, cu dimensiune tematică limitată, dar se poate extrapola şi asupra unor studii moderne complexe.

## 2. Studii pe termen lung

- Convenţional sunt proiectate pentru o perioadă de câţiva ani (mai mult de trei), până la câteva decenii, de obicei mai puţin de un secol.

- În acestea sunt incluse evenimente rare, cele care se desfăşoară cu viteză redusă, cele eratice, episodice, cu variabilitate (heterogenitate a expresiei) mare, respectiv evenimente subtile (puţin evidente) şi complexe.

- Cu toate avantajele acestei abordări studiile pe termen lung sunt extrem de puţine, faţă de câte ar fi necesare.

- Motivele sunt cel mai adesea legate de limitările de personal calificat şi de fonduri, precum şi factori obiectivi legaţi de carieră, producerea constantă de produse şi beneficii, schimbări de opţiuni şi priorităţi.

- În unele cazuri, studiile pe termen lung pot fi înlocuite cu studii comparative sau cu cele retrospective.

## 3. Studii retrospective

Se reconstituie succesiunea din trecut a evenimentelor, printr-o serie de tehnici bazate pe dovezi păstrate în cele mai variate forme.

Exemple: reconstituirile evolutive bazate pe ceasuri moleculare, studiile de dendrocronologie, reconstituirea paleoclimatului pe baza analizei speleotemelor, extragerea şi studiul carotelor din gheţari (de suprafaţă sau din peşteri), succesiunea straturilor cu microfosile etc.

Ele nu aduc răspunsuri ale problemelor emergente şi în curs de agravare, se referă la trecut, prea rar la prezent şi la viitor, dar oferă o bază de referinţă, un fel de "probă martor temporală", facilitând cunoaşterea tendinţelor şi a vitezei schimbărilor.

Din aceste motive sunt prea rar metode substitutive; cel mai des sunt corelative sau aditive.

## 4. Studii comparative la scară largă

Semnifică analiza şi interpretarea efectelor, diferenţiate în timp şi spaţiu, a acţiunii unui factor sau unei cauze cu rezultate heterogene, prin compararea rezultatelor independente şi a răspunsurilor diferitelor sisteme (stații, relevee, probe) afectate de aceasta.

Altfel spus, comparăm structural, dinamic şi funcţional diferite sisteme, situate în arii diferite, care au fost supuse aceleiaşi perturbări (aceleiași acțiuni, aceluiași factor etc). De exemplu: incidența și dinamica diverselor afecțiuni ale oamenilor expuși la diverse accidente nucleare, în diferite colțuri ale lumii.

Acestea pot surprinde în spaţiu, ceea ce studiile pe termen lung sesizează în timp, şi anume rezultatele unor procese complexe, iniţiate în perioade diferite, respectiv răspunsuri variate la acţiunea aceloraşi factori disturbatori.

Aceste studii pot fi experimente planificate sau sinteze post-facto a studiilor preexistente (cum ar fi de exemplu sinteza tuturor lucrărilor publicate cu privire la unul şi acelaşi subiect).

## 5. Substituirea timpului cu spaţiul

- O succesiune, de exemplu, se poate studia prin surprinderea stadiilor diferite, în habitate diferite ale aceluiaşi tip de ecosistem, asupra căruia factorul declanşator a acţionat diferenţiat (de exemplu incendii de vechimi diferite vor caracteriza arii cu stadii succesionale diferite, cercetătorul având şansa de a reconstitui succesiunea ca şi cum s-ar fi desfăşurat în timp).

- Acest gen de studii se pot desfăşura numai în cazurile în care se demonstrază că spaţiul poate constitui un substitut pentru timp.

- Ele se bazează pe premiza că secvenţele spaţiale sunt omologe cu cele temporale, iar tendinţele temporale se pot extrapola din cronosecvenţe (situri sau probe de vârste diferite).

- Nu relevă cauzalitatea fenomenelor.

## 6. Studii de simulare

- Se bazează pe modele matematice ale proceselor şi structurilor biologice, care se alcătuiesc la un nivel adecvat de complexitate, implementate pe calculator, utilizând softuri de specialiate, asupra cărora cercetătorii execută nenumărate experienţe virtuale în scopul de a cunoaşte, imita şi prognoza comportamentul unui sistem sau proces, ca urmare a modificărilor unui număr nedefinit de forţe şi elemente.

- Rularea acestor modele produce o simulare a dinamicii fenomenelor, indicând probabilistic răspunsurile posibile ale proceselor reale, dar într-un mediu virtual.

**Un mediu de simulare este constituit din două părţi.**

- Prima parte este un set de ecuaţii matematice care descriu structura şi relaţiile dintre diferitele componente ale sistemului.

- A doua este o tehnică matematică şi informatică, ce permite urmărirea trăsăturilor cantitative ale dinamicii subiectului (deci a traiectoriei acestuia) în timp.

## 7. Studii bazate pe efecte/ activități antropogene

Cercetarea are mult de câştigat de pe urma diverselor activități antropice, cum sunt proiecte de restaurare, redresare sau reconstrucţie, dar și accidente, introducerea de noi specii (inclusiv paraziți, boli etc.), deoarece numeroase teorii, de la cele mai simple privind creşterea numerică a populaţiei, bioproductivitatea, până la cele care încearcă să relaţioneze biodiversitatea de rezistenţa sau rezilienţa sistemelor, pot fi urmărite în regim controlat.

Orice demers de acest gen poate fi asimilat cu un experiment, care poate fi abordat, urmărit şi interpretat ca oricare altă temă de cercetare sau studiu de profil.

Ne readucem aminte dintr-un material prezentat anterior!

Pe lângă toate acestea, succesul unei cercetări depinde de:

- Îndrumător (șef, coordonator etc.)
- Echipă
- Tehnică
- Metodă
- Efort
- Eficienţă
- Buget
- Timp

şi multe altele...

## Reguli ale cercetării (mai ales după Ch. Krebs, 1989, 2014) și intersecția cu analiza (statistică a) datelor:

1. Nu tot ce poate fi măsurat, merită să fie măsurat.

2. Găseşte, defineşte, formulează corect o problemă şi învaţă să pui întrebări.

3. Nu toate întrebările au şi un răspuns la această oră.

4. Colectează date care răspund la întrebările puse şi care ”îi vor face fericiţi pe statisticieni”.

5. Să nu se confunde niciodată semnificaţia statistică cu cea specifică domeniului de cercetare.

6. Rezultatul oricărui test statistic trebuie privit cu o oarecare doză de scepticism.

**7. Codifică toate datele experimentale obţinute şi introdu-le pe un calculator într-un format accesibil atât maşinii cât şi operatorilor (= digit(al)izează toate datele).**

**8. Dacă introduci gunoi, obţii gunoi.**

(REGULI DERIVATE, DIN EXEPRIENŢA NOASTRĂ...)

**9. Fii sceptic în legătură cu orice informaţie primită de la alţii (aşa-numita "informaţie academică").**

**10. Numai rezultatele contează - este adevărat.**
**Scopul scuză mijloacele - este fals (un bun rezultat trebuie să fie totodată şi deontologic).**

**11. Dacă ai, folosește. Dacă nu ai, fă rost. Dacă nu poți face rost, înseamnă că nu ai nevoie. Lasă lamentările și rezolvă problema!**

**12. (pentru majoritatea cercetătorilor)**
**ESTE PREFERABIL SĂ OPERAȚI ȘI NU SĂ PROGRAMAȚI UN CALCULATOR! (SELECTAȚI SOFTURILE CU ATENȚIE!)**

13. Chiar dacă respectați absolut toate regulile, principiile și legile cercetării, să nu uitați niciodată că

”MURPHY A FOST UN OPTIMIST” și că

”NATURA MAMĂ E PARȘIVĂ”!

14. Legea incompetenței a lui Peter este perfect valabilă în cercetare. Conform acesteia:

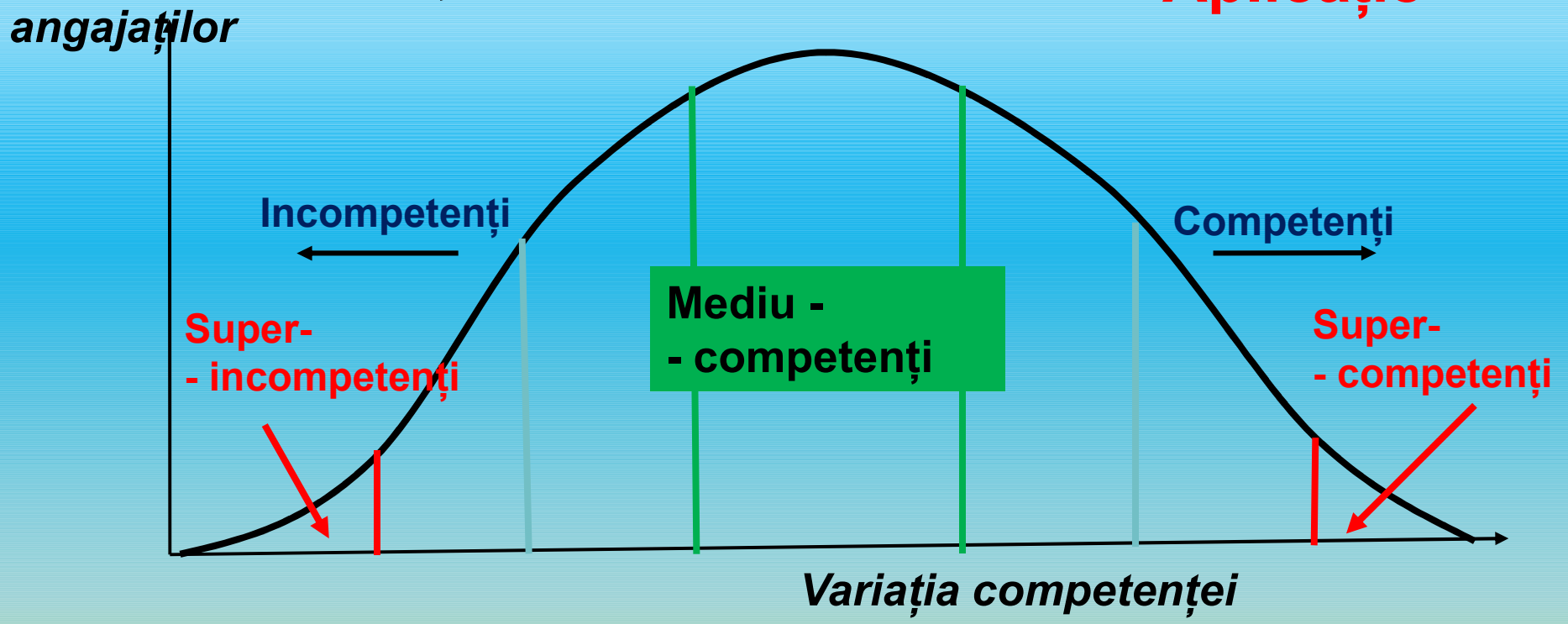
INCOMPETENȚĂ + INCOMPETENȚĂ = INCOMPETENȚĂ

15. Din experiența noastră am aflat că legea lui Peter trebuie completată cu încă două legi
(Legile incompetenței extinse de Sîrbu):

COMPETENȚĂ + INCOMPETENȚĂ = INCOMPETENȚĂ

COMPETENȚĂ + COMPETENȚĂ = RND[0,1] * COMPETENȚĂ

# Aplicație




**Relația (curba normală) dintre competență și angajați (după Peter L.J. & Hull R., 1969)**

Eliminarea din ierarhii a superincompetenților și a supercompetenților poartă numele de ”**exfoliere ierarhică**”. DAR, ATENȚIE: supercompetența este mai nedorită decât superincompetența; prima duce mai frecvent la concediere sau eliminare deoarece ea subminează ierarhia, încălcând prima poruncă (**Ierarhia trebuie conservată!**). Superincompetenții pot fi tolerați, deoarece întăresc legitimitatea politicii de angajare (ș.a., de ex. ”ajută la coeziunea grupului”, ”arată dorința de a-i ajuta pe cei cu probleme”, ”programul No Child Left Behind - George W. Bush, ”Eu nu am nevoie de genii, ci de executanți” - N. Tudorancea, *in. verbis,* la Cluj în anii 1995 etc.)

**Coeficientul de maturitate (CM)** al unei ierarhii (Peter & Hull 1969)

(caracterizează capacitatea unui grup de a NU produce sau funcționa, respectiv de a face ceva util sau a îndeplini funcțiile pentru care grupul a fost constituit)

$$\mathbf{CM} = \frac{\textbf{Nr. de angajați ajunși la nivelul de incompetență}}{\textbf{Nr. total de angajați din ierarhie (grup)}} * \mathbf{100}$$

Când CM tinde spre 100 nu se mai realizează nici o muncă utilă. Problema principiului lui Peter, a legilor, coeficienților și a ierarhiologiei acestuia: sunt valabile acolo unde contează calitatea.

În unele zone/epoci funcționează greu, stochastic sau deloc, din cauza faptului că în multe ierarhii, **calitatea** rezultatelor (a ieșirilor sau a ceea ce produce grupul sau ierarhia respectivă) **NU contează**!

**Oare câţi veţi face ceva (şi ce veţi face) cu adevărat util şi remarcabil în viaţa voastră personală şi profesională?**