



CIVIMATICS



INTERDISCIPLINARY
MATHEMATICAL MODELLING
MEETS CIVIC EDUCATION



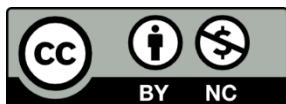
Co-funded by
the European Union

Erasmus+
Enriching lives, opening minds.

Project information

Project Acronym:	CiviMatics
Project Title:	CiviMatics - Interdisciplinary mathematical modelling meets civic education
Project Number:	2020-1-DE01-KA203-005707
Disclaimer	This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.
National Agency:	Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD)
Project Website:	https://www.civimatics.eu
Authoring Partner:	Institut für Didaktik der Demokratie, Leibniz University Hannover
Publishing Date:	October 2023
Editors	Bastian Vajen & Florin Fesnic
Suggested Citation	Vajen, B., & Fesnic, F. (Eds.). (2023). <i>CiviMatics - Modelarea matematică interdisciplinară întâlnește educația civică</i> . The CiviMatics Consortium.

Copyright



This document is licensed under CC BY-NC 4.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>. The copyright of each chapter remains with the author(s).

Disclaimer: This license does not include the permission to use third-party figures or pictures included in this book. The respective copyrights still apply.



MODELAREA MATEMATICĂ INTERDISCIPLINARĂ ÎNTÂLNEȘTE EDUCAȚIA CIVICĂ

Consortium



Leibniz
Universität
Hannover

Leibniz University Hannover
Welfengarten 1
30167 Hannover, Germany
Bastian Vajen
b.vajen@ipw.uni-hannover.de



UNIVERSITATEA
BABEȘ-BOLYAI

Babeș-Bolyai University
Strada Mihail Kogălniceanu 1
Cluj-Napoca 400000, Romania
Florin Fesnic
fesnic@fspac.ro



NTNU

Norwegian University of
Science and Technology

Norwegian University of Science and
Technology
Høgskoleringen 1
7491 Trondheim, Norway
Heidi Strømskag
heidi.stromskag@ntnu.no



UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

Paderborn University
Warburger Str. 100
33098 Paderborn, Germany
Lara Gildehaus
lara.gildehaus@math.uni-paderborn.de



universität
wien

University of Vienna
Universitätsring 1
1010 Wien, Austria
Nicola Nagy
nicola.nagy@univie.ac.at





CUPRINS

<i>Bastian Vajen / Lara Gildehaus / Heidi Strømshag / Florin Fesnic</i> Introducere.....	5
<i>Heidi Strømshag</i> Modelare Matematică Folosind Căi de Studiu și Cercetare.....	7
<i>Jakob Steinbachner / Nicola Nagy</i> Este corectă catastrofa climatică? Echitate, responsabilitate și perspective decoloniale.....	22
<i>Bastian Vajen</i> Educație cetățenească interdisciplinară.....	35
<i>Lara Gildehaus / Michael Liebendörfer</i> Implementarea Modelării în Formarea Profesorilor și Profesoarelor.....	43
<i>Florin Fesnic</i> Povești despre cercetarea științifică.....	55
<i>Bastian Vajen & Florin Fesnic</i> Rezumat și perspective.....	72

CAPITOLUL 1

Introducere

Bastian Vajen, Lara Gildehaus, Heidi Strømskag & Florin Fesnic

Acest manual conține rezultatele proiectului Erasmus+ CiviMatics și oferă o abordare pentru a lega educația matematică și educația civică în domeniul educației și formării profesorilor la nivel universitar. Scopul proiectului CiviMatics este să ofere instrumente educaționale pentru a spori competențele viitorilor profesori de a aborda provocări societale complexe în sălile de curs și de a combina perspectivele socioștiințifice și matematice pentru a-i ajuta pe studenți să înțeleagă diverse aspecte legate de aceste probleme. Pentru a realiza acest lucru, proiectul se concentrează pe modelarea normativă, care reprezintă modul în care modelarea matematică și aplicarea modelelor matematice modelează realitatea noastră și influențează discursurile societale, precum și comportamentul individual și colectiv. Pentru a exemplifica aceste dimensiuni ale modelării matematice, vor fi prezentate diverse aspecte legate de schimbările climatice și de activitățile umane care le favorizează.

Noțiunea de model se bazează pe noțiunea de sistem, adică pe o realitate supusă propriilor legi. Un model este rezultatul unei transformări a unui sistem, de obicei o simplificare, care ar trebui să contribuie la generarea de cunoștințe despre sistemul studiat. În practică, pentru a răspunde la o întrebare referitoare la un sistem, se încearcă să se construiască un model care să fie mai ușor, mai sigur și mai rapid de studiat decât sistemul în sine. Astfel, modelele sunt utilizate pentru a răspunde la întrebări sau pentru a explora fenomene, eventual ghidate de întrebări de cercetare. Modelele au întotdeauna o funcție descriptivă, dar ele pot conține și afirmații normative și pot fi utilizate pentru a analiza sistemul pe care îl modelează. În acest caz, modelele sunt denumite prescriptive sau normative. În funcție de caz, un model poate avea, așadar, utilizări descriptive, normative sau prescriptive. De exemplu, modelele de prognoză (de exemplu, modelele privind emisiile de gaze cu efect de seră) sunt clasificate ca fiind descriptive, dar pot fi aplicate în mod normativ.

Modelarea este înțeleasă ca fiind însuși procesul de construire a unui model al unui sistem și de utilizare a acestuia pentru a răspunde la întrebări despre sistemul în cauză. În măsura în care modelarea implică evaluări, vorbim de modelare normativă. Modelele pot fi prescriptive, dar nenormative (de exemplu, o rețetă de prăjituri), dar foarte des modelele prescriptive vor fi normative, deoarece anumite acțiuni sau rezultate sunt tratate ca fiind dezirabile. Este important să se recunoască faptul că modelele descriptive pot fi, de asemenea, normative dacă, de exemplu, categoriile descriptive utilizate sunt judicioase („greutate normală”) sau valorizează implicit anumite acțiuni sau rezultate. De exemplu, un model care raportează și leagă emisiile de CO₂ dintr-o țară de sănătatea oamenilor sugerează consecințe diferite față de un model care leagă emisiile de CO₂ de situația economică. Pe scurt, în timp ce un model poate fi utilizat într-un mod pur descriptiv, adică ca model al unui lucru, așa cum se întâmplă adesea în fizică, de exemplu, poate fi utilizat și într-un mod normativ, fiind un model a ceva important din punct de vedere social, politic sau economic.



MODELAREA MATEMATICĂ INTERDISCIPLINARĂ ÎNTÂLNEȘTE EDUCAȚIA CIVICĂ

Pornind de la aceste aspecte, modulele prezentate în acest manual conțin diferite abordări pentru conectarea educației civice și a educației matematice în diverse contexte educaționale la nivel universitar. Acestea au fost implementate în cadrul cursurilor de formare a viitorilor profesori de științe politice sau de matematică (Germania și Norvegia), în cadrul formării generale a profesorilor (Austria), precum și în cadrul unui program de științe politice (România). În cele din urmă, descrierea modulelor din acest manual sunt versiuni prescurtate, iar mai multe detalii privind cadrul teoretic, sarcinile, materialele și sugestiile didactice pot fi găsite în versiunea în limba engleză a acestui manual.



CAPITOLUL 2

Modelare Matematică Folosind Căi de Studiu și Cercetare

Heidi Strømskag

Departamentul de Științe Matematice, Universitatea Norvegiană de Știință și Tehnologie, Trondheim, Norvegia

Introducere

Mathematical Modelling Using Study and Research Paths (MA3001, n.d.) este un curs de master de 7,5 ECTS în educația matematică la Universitatea Norvegiană de Știință și Tehnologie din Trondheim (NTNU). Este conceput pentru studenții înscriși la programul de master „Științe Naturale cu Formarea Profesorilor/Profesoarelor”, orientat spre clasele a 8-a-13. Autorul capitolului a avut funcția de lector al acestui curs în 2022, când a fost ținut pentru prima dată. Cursul a fost finalizat de nouă studenți, toți având ca materie principală matematica și fizică (5), informatică (2), biologie (1) sau chimie (1) ca a doua disciplină din program, cu numărul de studenți care au avut fiecare subiect afișat în paranteze.

Cursul este despre anchete care implică modelare matematică, unde scopul este de a răspunde la așa-numitele *întrebări generatoare* legate în principal de schimbările climatice. Cercetările sunt conturate într-o nouă paradigmă didactică — aceea de *a pune la îndoială lumea înconjurătoare* (Chevallard, 2015)—, care își are rădăcinile în *teoria antropologică a didacticului*, ATD (Chevallard, 2019). Metodologia dezvoltată în ATD pentru a pune la îndoială lumea înconjurătoare se numește *Study and Research Paths* (SRPs). Într-un SRP, există o dialectică între cercetare și studiu, care caracterizează orice activitate de învățare. „Cercetarea” se referă la anchetă sau rezolvarea problemelor, în timp ce „studiu” desemnează consultarea cunoștințelor existente (și disponibile) așa cum este inițiată nu numai de profesori, ci și de studenți. Termenul „cale” desemnează traiectorii care se pot deschide ca urmare a unei astfel de investigații. În formarea profesorilor, un SRP este un instrument cu un scop dublu: unul este ca studenții și profesorii să devină conștienți de scopul cunoștințelor pe care trebuie să ajungă să le cunoască suficient de bine pentru a răspunde la întrebări generatoare; celălalt scop este ca ei să dezvolte cunoștințe despre modul în care un SRP este un instrument didactic pentru studierea întrebărilor deschise de modelare.

Cadrul Cursului

Obiective de Cunoaștere

Acestea sunt obiectivele legate de cunoștințele cursului:

Modelarea matematică a sistemelor: noțiunile de sistem și model; fenomene din lumea reală.

Algebra elementară ca instrument de modelare: formule ca modele algebrice; formule ca ecuații cu parametri.

Teoria antropologică a didacticii: chestionarea paradigmei lumii; căi de studiu și cercetare; schema Herbartiană.

După completarea cursului, studenții vor putea modela sisteme și vor putea răspunde la întrebări despre aceste sisteme, folosind algebra de bază și alte instrumente de modelare. În continuare, studenții vor putea investiga întrebări generatoare Q , prin anchete de tip SRP. Acestea presupun, mai întâi, efectuarea unor cicluri pentru următoarele elemente: căutarea unor răspunsuri existente pentru Q (în literatură și resursele multimedia); studierea diferitor lucrări, (teorii, planuri experimentale, studii istorice, rapoarte, etc.) pentru a înțelege răspunsurile deja existente; apoi întrebarea sau găsirea unor răspunsuri parțiale la întrebări noi și derivate pentru a studia despre lucrările pe care s-a lucrat. În al doilea rând, anchetele implică crearea unui nou răspuns final pentru Q (deși neapărat provizoriu) prin inventarierea răspunsurilor parțiale la scrierea raportului final.

Metode de Predare și Activități de Studiu

Cursul are diferite formate de predare și învățare: prelegeri, cursuri de exercițiu, întrebări despre SRP-uri și seminare. Prelegerile sunt ținute pentru a iniția studiul cunoașterii teoretice în matematică precum și educația matematică cât și metode de anchetă și modelare. Cursurile de exerciții sunt organizate pentru a discuta sarcini matematice legate de conținuturile prelegerilor, pe baza soluțiilor oferite de studenți și studente. SRP-urile sunt organizate în felul următor: o întrebare generatoare Q este prezentată de către lectorul care supervizează clasele de SRP. Studenții lucrează în echipe pentru a studia și răspunde la întrebarea Q , așa cum a fost explicat în introducere. Clasa și lectorul se întâlnesc în mod regulat pentru a revizui activitatea clasei și legătura cu Q și pentru a confirma sau ajusta SRP-urile. De asemenea, sunt organizate și seminare unde echipele prezintă rapoarte preliminare și primesc feedback de la celelalte echipe și lectori în legătura cu răspunsurile lor. Eventual, pot primi și sugestii despre lucrări pe care le-ar putea lua în considerare.

Activitățile obligatorii sunt următoarele: Participarea la prelegeri și cursurile de exerciții; implementarea și prezentarea orală a unui SRP_{pilot}; implementarea unui SRP; redactarea și prezentarea orală a unei schițe de raport SRP; oferirea de feedback pentru schița unui raport SRP a unei alte echipe; redactarea unui raport SRP final; și proiectarea unui poster bazat pe SRP-ul realizat.

Cerințe, Programă și Evaluare

Cursul necesită admiterea la programul de studii "Științe Naturale cu Formarea Profesorilor și Profesoarelor" la NTNU și un minim de 60 ECTS în matematică. Lectura comună obligatorie pentru toți studenții și toate studentele este menționată la începutul semestrului (vezi Anexa A). Pentru fiecare echipă, resursele alese și folosite pentru anchete sunt obligatorii și vin în completarea literaturii.

Cursul folosește două tipuri de evaluare. Evaluarea formativă se desfășoară în două etape: în primul rând, prin feedback-ul studenților și a lectorilor cu privire la schița raportului SRP; în al doilea rând, prin feedback-ul scris al lectorului cu privire la schița raportului SRP final. Evaluarea sumativă se realizează prin intermediul unei probe orale individuale, în care studentul aduce un poster conceput de către echipă pe baza SRP-ului realizat. Baremul de calificare pentru examenul oral este format din litere (A-F).

Foia de parcurs a cursului: Structura și conținutul unităților de învățare

Unitatea 1

Titlu	Modelarea sistemelor folosind algebra ca instrument de modelare O nouă paradigmă didactică
Durată	8 × 45 min.
Organizare	5 × 45 min. (prelegeri) + 3 × 45 min. (clase de exercițiu).
Literatură Comună	Chevallard, Y. (2015). Teaching mathematics in tomorrow's society: A case for an oncoming counter paradigm. In S. J. Cho (Ed.), <i>Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education</i> (pp. 173–187). Springer. Niss, M. (2015). Prescriptive modeling: Challenges and opportunities. In G. Stillman, W. Blum, & M. S. Biembengut (Eds.), <i>Mathematical modeling in education research and practice: Cultural, social and cognitive influences</i> (pp. 67–79). Springer. Strømskag, H., & Chevallard, Y. (2022). Elementary algebra as a modelling tool: A plea for a new curriculum. <i>Recherches en Didactique des Mathématiques</i> , 42(3), 371–409.
Subiecte	Paradigma punerii la îndoială a lumii. Modelarea sistemelor. Algebra ca instrument de modelare: formulele ca modele algebrice și formulele ca ecuații cu parametri.
Întrebări	Care este <i>interrelația</i> dintre scalele Celsius și Fahrenheit? Care este <i>capacitatea de izolare</i> a două termosuri? Pentru o persoană care are un rezultat pozitiv al testului pentru o boală, cum putem găsi <i>probabilitatea de a avea acea boală</i> ?

Unitatea 2

Titlu	Câteva instrumente din teoria antropologică a didacticii
Durată	2 × 45 min.
Organizare	2 × 45 min. (prelegere).
Literatură Comună	Bosch, M., & Gascón, J. (2014). Introduction to the anthropological theory of the didactic (ATD). In A. Bikner-Ahsbabs & S. Prediger (Eds.), <i>Networking of theories as a research practice in mathematics education</i> (pp. 67–83). Springer. [pp. 67–73] Chevallard, Y. (2019). Introducing the anthropological theory of the didactic: An attempt at a principled approach. <i>Hiroshima Journal of Mathematics Education</i> , 12, 71–114. Markulin, K., Bosch, M., & Florensa, I. (2021). Project-based learning in statistics: A critical analysis. <i>Caminhos da Educação Matemática em Revista</i> , 11(1), 200–220.
Subiecte	- Sistemul didactic. - Căi de studiu și cercetare. - Schema Herbartiană.
Întrebare	Cum diferă căile de studiu și cercetare de învățarea bazată pe probleme/proiect?

Unitatea 3

Titlu	Schimbările Climatice
Durată	7 × 45 min.
Organizare	1 × 45 min. (prelegere) + 4 × 45 min. (SRP _{pilot}) + 2 × 45 min. (prezentare și discuție).
Literatură	Selectată de fiecare echipă în timpul SRP-ului lor.
Subiect	- Cunoștințe de bază privind schimbările climatice.
Întrebarea generatoare	Ce sunt schimbările climatice și de ce se întâmplă?

Unitatea 4

Titlu	Captarea și Stocarea Carbonului
Durată	40 × 45 min.
Organizare	6 × 45 min. (prelegeri / timp pentru întrebare) + 30 × 45 min. (SRP) + 4 × 45 min. (prezentare și discuție).
Literatură Comună	Strømskag, H. (2022, 21 January). <i>A note on the Herbartian schema: A dynamic model for a study of a generating question</i> . Department of Mathematical Sciences, NTNU. Literatură selectată de fiecare echipă în timpul SRP.
Subiecte	- Modele construite de oameni de știință pe CSC. - Parametrii și interrelațiile lor.
Întrebarea generatoare	Cum este modelată captarea și stocarea carbonului în literatură? Ce matematică este implicată în aceste modele? Ce parametri sunt incluși și care sunt relațiile dintre aceștia?

Unitatea 5

Titlu	Rolul modelării în matematica școlară Proiectarea sarcinilor de modelare
Durată	5 × 45 min.
Organizare	3 × 45 min. (prelegeri) + 2 × 45 min. (clase de exercițiu).
Literatură Comună	Strømskag, H., & Chevallard, Y. (2022). Elementary algebra as a modelling tool: A plea for a new curriculum. <i>Recherches en Didactique des Mathématiques</i> , 42(3), 371–409.
Subiecte	- Sisteme din lumea naturală și cea socială.
Întrebare	În ce moduri pot fi structurate sarcinile de matematică pentru a ajuta studenții să dobândească cunoștințe despre sistemele implicate?

Modelare Matematică în Curs

Termenul de *model*, așa cum este folosit în curs, se bazează pe noțiunea de *sistem*, unde prin sistem înțelegem orice ce are o realitate supusă unor reguli proprii. O sfera (geometrică) este un exemplu de sistem, un alt exemplu ar fi răspândirea unui virus într-o populație de oameni. Fie S un sistem. Spunem ca S' este un modelul lui S dacă, prin studierea modelului S' , putem răspunde la anumite întrebări despre sistemul S . Se încerca construirea unui model S' aparținând de S , ceea ce face răspunderea la întrebările despre sistemul S mai ușor, sigur și rapid, prin studierea modelului S' mai degrabă decât studiind S în mod "direct". Strømskag și Chevallard (2022) au evidențiat patru principii pentru utilizarea algebrei de bază atunci când se modelează fenomene și obiecte din lumea naturală și socială

1. Studenții pleacă de la un sistem S și o întrebare Q adresată acestui sistem, a cărei tratare adecvată ar părea să implice elemente de matematică.
2. Studenții construiesc un model S' aparținând lui S , raportat la întrebarea Q , care va fi construcția folosind algebra de bază (și va include oricât de mulți parametri ar părea folositori)
3. Lucrează pe S' pentru a obține un răspuns adecvat pentru Q .
4. În același timp, îndemnați de acest proces de investigare despre S , studenții vor descoperă resursele algebrei, studiindu-le sau restudiindu-le pentru a folosi într-un mod adecvat și eficient instrumentele adunate în acest mod.

În cursul luat în considerare, există două operațiuni distincte care se referă la modelarea matematică: una implică propria construire a unui model de sisteme de către studenți, în timp ce cealaltă implică examinarea de către studenți a modelelor de sisteme create de oamenii de știință în diferite domenii. În ambele cazuri, scopul este de a înțelege sistemele; totuși, doar în primul caz studenții vor fi ei înșiși implicați în procesul de modelare. Când studenții modelează sistemele, ei vor genera modele matematice care facilitează abilitatea lor de a răspunde la întrebările referitoare la sistemele respective. Un exemplu de acest tip de sarcină este „Modelarea capacității de izolare termică a termosurilor”. Sarcina este prezentată în Anexa B1, în timp ce soluția propusă poate fi găsită în Anexa B2. Un alt exemplu este dat în sarcina „Modelarea probabilității de a avea o boală cu rezultat pozitiv al testului”, detaliată în Anexa B3. Soluția corespunzătoare este prezentată în secțiunea următoare.

Pe de altă parte, atunci când studenții investighează modele realizate de oameni de știință, ei vor studia relațiile dintre parametrii acelor modele, utilizând cunoștințe în matematică și alte domenii, fie deja stăpânite sau esențiale de dobândit în timpul investigației. Înainte de SRP-urile de bază privind modelele oamenilor de știință, au fost realizate SRP-uri pilot pentru a atinge două obiective: generarea de cunoștințe ample despre schimbările climatice și dobândirea experienței cu SRP-uri de dimensiuni mici. Un rezultat posibil al anchetei pilot, determinat de către Echipa B, este afișat în Anexa B4. Întrebarea generatoare pentru SRP-urile principale în 2022 a fost despre Captarea și Stocarea Carbonului (CSC), o tehnologie ce constă în captarea dioxidului de carbon (CO_2) din sursele industriale și centrale electrice și stocarea acestuia în formațiuni geologice sub fundul marii.

Cele două secțiuni ulterioare prezintă rezumate ale anchetelor efectuate de studenți la curs, prezentând cele două operațiuni de modelare.

Ancheta 1: Probabilitatea de a A avea o Boală Având în Vedere un Rezultat Pozitiv al Testului

Ancheta prezentată în această secțiune se referă la modelarea matematică realizată de studenți.

Sistemul de Modelat

Punctul de plecare este un sistem, S , format dintr-o populație cu o boală infecțioasă și un test de screening pentru acea boală cu o fiabilitate de 95%. Testul nu produce rezultate fals negative (adică toți cei care au boala vor testa pozitiv pentru aceasta). În media se indică faptul ca testele de screening pot fi complet iluzorii în sensul că o persoana declarată infectată de boală ar putea avea un risc extrem de scăzut de a avea boala efectiv.¹ Deoarece fiabilitatea testului este destul de mare, acest lucru sună paradoxal, iar întrebarea este dacă afirmația poate fi cu adevărat reală. Mai exact, dacă întrebarea, Q , la care trebuie să se răspundă: Care este probabilitatea ca o persoana aleatorie care face testul, al cărui rezultat iese pozitiv, să aibă de fapt boala? (Sarcina specifică, menționată anterior, este detaliată în Anexa B3.)

Construirea unui model al acestui sistem s-a concentrat în principal pe ilustrarea importanței algebrei de bază ca instrument de modelare. Deși studenții au răspuns la întrebarea Q prin a modela S , relatarea făcută aici se bazează pe demonstrarea soluției profesorului. Scopul său în clasă a fost de a servi drept etalon, evidențiind atributele vitale ale procesului și rolul crucial jucat de parametri.

Crearea Unui Model S și Utilizarea Lui Pentru A Produce Cunoștințe Despre S

Aceștia sunt parametrii lui S pe care alegem să-l implementăm

- N este dimensiunea populației
- a este rata de incidenta (adică frecvența relativă a bolii în populație)
- r este fiabilitatea testului de screening
- p este probabilitatea de a avea boala atunci când testul este pozitiv

Avem aN ca numărul de persoane infectate de boală și $(1 - a)N$ este numărul de persoane neinfectate. Dintre cei neinfecțați, $(1 - r)(1 - a)N$ sunt testați pozitiv pentru boală. Acest lucru arată că numărul total de teste pozitive este egal cu $aN + (1 - r)(1 - a)N$. Prin urmare, probabilitatea de a avea boala la testarea pozitivă este dată de:

$$p = \frac{aN}{aN + (1 - r)(1 - a)N} = \frac{a}{a + (1 - r)(1 - a)}$$

Simplificarea acestei expresii are ca rezultat $p = \frac{a}{a + (1 - r)(1 - a)} = \frac{a}{1 - r + ra} = \frac{a}{a(\frac{1}{a} - \frac{r}{a} + r)} = \frac{1}{\frac{1}{a} - \frac{r}{a} + r} = \frac{1}{r + \frac{1-r}{a}}$. Adică, următoarea egalitate este un model al probabilității căutate:

$$p = \frac{1}{r + \frac{1-r}{a}} \quad (S')$$

S' afișează relațiile dintre parametrii sistemului S și oferă un răspuns la întrebarea Q . Următoarea observație explică paradoxul aparent în S :

Pentru un r fix, vedem că atunci când a crește, fracția $\frac{1-r}{a}$ devine mai mică și, prin urmare, numitorul $r + \frac{1-r}{a}$ devine și el mai mic, astfel încât probabilitatea p crește.

Observăm pe S' că p depinde nu numai de r ci și de frecvența relativă a bolii, a . Adică valori mici ale unui randament valori mici ale p . Să fixăm $r = 95\% = 0.95$ și să facem calcule pe $S'_{r=0.95}$ pentru a afișa

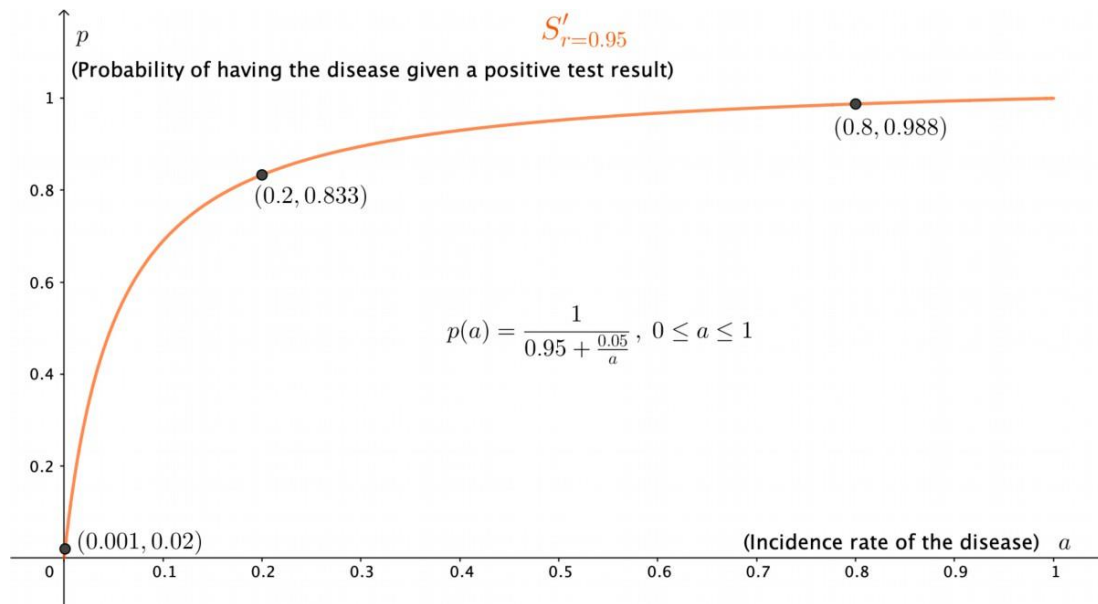
¹ Acest lucru a fost făcut, de exemplu, de fizicianul și scriitorul de popularizare a științei francez, Étienne Klein (Klein, 2020).

relația dintre p și a . Modelul nostru $S'_{r=0.95}$ este dat de funcția de mai jos, al cărei grafic este prezentat în Figura 1.

$$p(a) = \frac{1}{0,95 + \frac{0,05}{a}}, \text{ for } 0 \leq a \leq 1 \quad (S'_{r=0.95}).$$

Figura 1

Un model al lui S With $r = 0.95$



Punctele reprezentate pe grafice prezentate următoarele relații între a și p :

- $a = 0.1\%$ corespunde $p \approx 2\%$
- $a = 20\%$ corespunde $p \approx 83\%$
- $a = 80\%$ corespunde $p \approx 99\%$

Articolul “Why Every Clinician Should Know Bayes’ Rule” by Tiemens et al. (2020) este recomandat pentru lectură suplimentară.

În concluzie, s-a folosit raționamentul probabilistic și algebra de bază pentru a crea S' , un model care leagă probabilitatea de a fi bolnav, în cazul unui rezultat pozitiv al testului, cu rata de incidență a bolii și cu fiabilitatea testului. Algebra a fost folosită pentru explora cum schimbările într-un parametru au afectat pe rând sistemul S . În plus, transformările algebrice au fost folosite pentru a deriva noi formule bazate pe modelul original, S' . ($S'_{r=0.95}$ este una dintre mai multe formule dezvoltate în timpul anchetei.) În general, folosind algebra ca instrument de modelarea a fenomenelor din lumea reală, putem explora comportamentul sistemelor într-un mod cantitativ și precis. Acest lucru ne poate ajuta să dezvoltăm noi perspective asupra sistemelor complexe, să facem predicții precise și să luăm decizii raționale.

Ancheta 2: SRP-uri Privind Captarea și Stocarea Carbonului

Ancheta prezentată în această secțiune se ocupă cu examinarea de către student a modelelor create de oamenii de știință.

Întrebarea generatoare pentru ancheta clasei a fost următoarea:

Q. “Cum sunt modelate captarea și stocarea carbonului în literatură? Ce fel de matematici sunt implicate în aceste modele? Ce parametri sunt incluși și care sunt relațiile dintre ele?”

Instrucțiunile pentru raportul SRP se găsesc în Anexa B5.

Unele cunoștințe de bază pentru investigarea modelelor de capturare și stocare a carbonului (CSC) au fost predate în curs ca un amestec de prelegeri și seminarii. Cunoștințele contextuale pentru CSC au fost introduse ca punct de plecare, iar cunoștințele suplimentare au fost predate ulterior pe baza nevoilor apărute în timpul procesului de studiu și de cercetare. În timp ce unele publicații au fost propuse de către lectori, majoritatea surselor folosite de către studenți au provenit din nevoia de a studia întrebări derivate din timpul anchetei lor. Un rezumat al cunoștințelor predate pentru anchetele CSC este prezentat în următoarele două subsecțiuni.

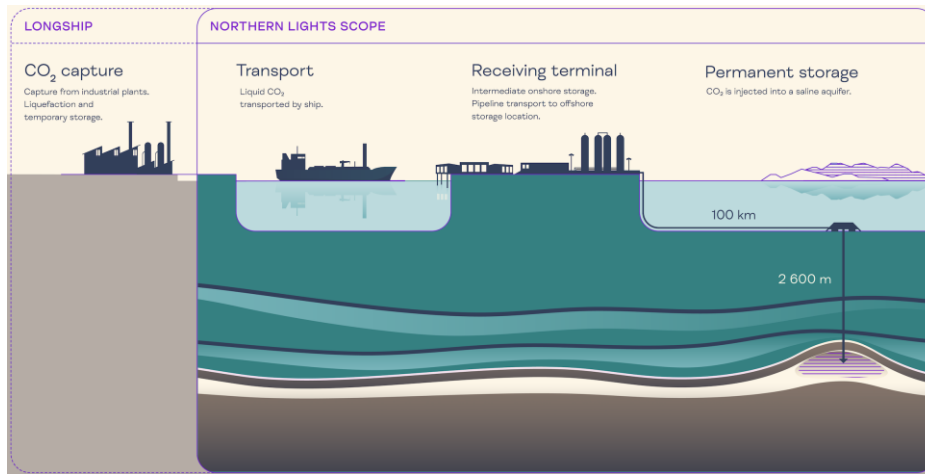
Ce este captarea și stocarea carbonului?

CSC presupune două procese: în primul rând, captarea emisiilor de dioxid de carbon (CO_2) din procesele industriale, cum ar fi producția de oțel și ciment, sau din emisiile centralelor electrice. În al doilea rând, CSC mai presupune transportarea carbonului folosind nave sau conducte și ulterior acestuia în formațiuni geologice subterane adânci. Scopul CSC este de a reduce cantitatea de CO_2 eliberat în atmosferă pentru a ajuta la atenuarea schimbărilor climatice.

Guvernul Norvegiei a decis în 2020 să investească în capturarea la scară largă a dioxidului de carbon de la fabrica de ciment Norcem din Brevik (Norvegia) și în proiectul de transport și stocare Northern Lights (Raportul către Parlamentul Norvegian Nr. 33, 2019-2020). Instalația de captare Norcem este prima de acest fel din lume, iar Northern Lights JV, o colaborare dintre Equinor, Shell și TotalEnergies, este prima unitate de stocare de CO_2 în Europa care este deschisă operatorilor europeni de captare. Dioxidul de carbon va fi transportat cu o navă către un terminal terestru din vestul Norvegiei înainte de a fi trimis printr-o conductă către o instalație de stocare de CO_2 permanentă offshore la 2.600 de metri sub fundul Marii Nordului (vezi Figura 2).

Figura 2

Procesul CSC



Notă. Imaginea este preluată din “About the Longship Project” (n.d.). Reprodus cu acord.

Aceasta întreprindere, numita Longship Project, este planificată să fie pe deplin operațională în 2024 (a se vedea “Captarea Carbonului, Utilizare și Stocare,” 2023)

Într-o etapă incipientă a anchetei despre CSC, lectorul și studenții au decis să delimiteze modelele studiate fie pentru captarea carbonului sau pentru stocarea carbonului. Mai jos, ofer un scurt context cu privire la stocarea carbonului. Acesta va pune bazele unui rezumat al anchetei desfășurate de una dintre echipe în privință la această componentă a tehnologiei CSC.

Depozitarea Carbonului: O Privire de Ansamblu

Există patru procese legate de captarea carbonului (vezi, de exemplu, Niemi et al., 2017): procese termice, hidrologice, chimice și mecanice. Echipa A a ales să se concentreze asupra proceselor *hidrologice*, care implică mișcarea și comportamentul fluidelor precum apa și CO₂. Aceste procese pot include curgerea fluidelor prin formațiuni de rocă poroasă, deplasarea saramurii și a altor fluide prin CO₂ injectat sau efectele presiunii hidrostatice asupra proprietăților rocii și a stabilității geo-mecanice. Următoarele paragrafe descriu pe scurt ce presupune dizolvarea dioxidului de carbon într-un debit hidrologic de fond.

În mod normal, atunci când gazul este injectat într-un strat de rocă, acesta tinde să se acumuleze în capcane structurale, cum ar fi anticlinale. Un anticlinal este un tip de formațiune geologică în care un strat de rocă este pliat în sus într-o formă asemănătoare dealului. Gazul poate rămâne prins între aceste structuri și nu se răspândește neapărat în formațiunea de rocă din jur. Cu toate acestea, în cazul injectării de CO₂ în roci poroase, apa prezentă în aceste roci curge constant datorită debitului pânzei freatice. Pe măsură ce apa curge, ea dizolvă în continuu dioxidul de carbon care a fost injectat în formațiunea de rocă, în loc să-i permită doar să se acumuleze într-o capcană. Legea lui Darcy stă în centrul acestei dizolvări, folosită în geologie, hidrologie și inginerie civilă pentru a modela debitul de apă subterană, petrol și alte fluide prin medii poroase. Legea lui Darcy afirmă ca viteza de curgere a unui fluid printr-un mediu poros este proporțională cu gradientul hidraulic și cu permeabilitatea efectivă a mediului (Fleurant & Bodin-Fleurant, 2019). Matematic, aceasta lege științifică poate fi exprimată ca:

$$\dot{V} = \frac{dV}{dt} = -kA \frac{dh}{dt} \quad (1).$$

Parametrii Ecuției (1) sunt: \dot{V} este debitul volumetric a fluidului (adică volumul de fluid care trece printr-o anumită zonă a secțiunii transversale pe unitate de timp); k este permeabilitatea efectivă a mediului poros (adică conductivitatea să hidrolică); A este aria secțiunii transversale a mediului prin care curge fluidul, $\frac{dh}{dt}$ este gradientul hidrolic, reprezentând modificarea înălțimii hidrolice (diferența de presiune) pe unitate de distanță de-a lungul direcției de curgere; iar semnul negativ indică faptul că fluidul curge de la o înălțime hidrolică mai mare la o înălțime hidrolică mai mică. Anexa B6 conține o sarcină numită "Modelare în Hidrologie", care utilizează legea lui Darcy.

O Anchetă Privind Stocarea Carbonului

Această secțiune prezintă o versiune prescurtată a SRP-ului Echipei A. Sistemul S examinat este despre stocarea de carbon în formațiunile saline subterane extinse pe o suprafață relativ mare care ar putea stoca cantități semnificative de CO_2 . Conceptele utilizate în raportul lor sunt următoarele:²

Acvifer desemnează o formațiune geologică din pământ în care rocile sau sedimentele au un conținut mare de apă subterană.

Pana de CO_2 din acvifere se referă la un volum de CO_2 care a fost injectat într-un acvifer salin adânc în scopul stocării carbonului. Pana de CO_2 se răspândește prin spațiile porilor din rocă, înlocuind saramură și umplând spațiul porilor disponibil.

Puțul de injecție este un tip de puț folosit pentru a injecta fluide sau alte substanțe în pământ.

Matricea de injecție este un grup de godeuri de injecție utilizate împreună.

Raportul de mobilitate în geologie este o măsură a cât de ușor curge un fluid printr-un mediu poros.

Permeabilitatea este o măsură a cât de ușor poate pătrunde un gaz sau un lichid într-un mediu poros.

Porozitatea este raportul dintre volumul golurilor dintr-un material și volumul total.

Saturația se referă la fracția din volumul porilor care este ocupată de un anumit fluid.

CO_2 supracritic se referă la o stare de CO_2 peste temperatura sa critică ($31,1^\circ\text{C}$) și presiunea sa critică ($72,9 \text{ atm}$). Aici, CO_2 prezintă atât proprietăți asemănătoare gazului, cât și lichidului.

Vâscozitatea este o măsură a rezistenței fluidului la curgere.

Echipa A a prezentat un răspuns pentru Q_0 alcătuit dintr-un model de calcul a CO_2 în acvifere saline adânci la nivel regional, propus de experții în inginerie de mediu de la MIT, Szulczewski și Juanes (2009):

$$C = \frac{2M\Gamma^2(1-S_{WC})}{\Gamma^2 + (2-\Gamma)(1-M+M\Gamma)} \rho_{\text{CO}_2} \phi HWL_{\text{total}} \quad (2).$$

Ecuția (2) este un model analitic reprezentat de către o formă de expresie închisă și explicită care este un răspuns deja existent la întrebarea Q_0 . Modelul este o ecuație rațională cu nouă parametri: C este masa de CO_2 blocată; M este raportul de mobilitate care măsoară viscozitatea/fluiditatea unei substanțe într-un mediu poros; Γ este coeficientul de captare al CO_2 ; S_{WC} este saturația apei conate (adică apa salină sau naturală) din rezervor; ρ_{CO_2} este densitatea a CO_2 ; ϕ este porozitatea din rezervor; H este grosimea netă de gresie a rezervorului; W este lungimea matricii de injecție în rezervor; iar L_{total} este întinderea totală a penei de CO_2 după ce este captată (Szulczewski & Juanes, 2009, p. 3309). Cât despre parametrii incluși, Echipa A a afișat formulele pentru Γ și M . Coeficientul de captare, Γ , a fost definit ca un raport

² Extrase din raportul Echipei A, scris inițial în norvegiană, sunt traduse în engleză de către autor.

ce implică saturația reziduală de CO₂ (s_{rg}), referindu-se la fracția de spațiu poros ocupat de CO₂ captat, și saturația apei conate (s_{WC}), referindu-se la fracțiunea din spațiul poros ocupat de apă conată captată:

$$\Gamma = \frac{s_{rg}}{1-s_{WC}} \quad (3).$$

Raportul de mobilitate, M , a fost formulat în termeni de viscozitate a saramurii (μ_w), de viscozitate a CO₂ (μ_g) și punctul final al permeabilității dioxidului de carbon a CO₂ (k_{rg}^*):³

$$M = \frac{1}{\frac{\mu_w}{k_{rg}^*} \mu_g} \quad (4).$$

Interdependența Între Parametri

Identificarea parametrilor implicați în S și interconexiunea lor au făcut parte a Q_0 . Cu toate acestea, Q_0 nu i-a determinat pe studenți și studente să determine *aspectele matematice* ale acestor relații, lucru care nu a fost făcut nici în articolul din care s-au inspirat. Prin urmare, pornind de la perspectivele lui Bachu (2015) și Ketzer et al. (2009), autorul va aplica un raționament cantitativ pentru a îmbogății înțelegerea Ecuțiilor (3) și (4) în paragrafele următoare.

Coefficientul de Captare. În Ecuția (3), Γ reprezintă o fracțiune de CO₂ injectat care este prins în rezervorul subteran într-un mod eficient. Numitorul, $1-s_{WC}$, reprezintă spațial “liber” din interiorul rezervorului disponibil pentru captarea dioxidului de carbon, iar numărătorul, s_{rg} , reprezintă fracțiunea din acel spațiu care este efectiv ocupata de dioxid de carbon. Deci, Ecuția (3) compară, în esență, cantitatea de CO₂ captat (s_{rg}) cu cantitatea de spațiu disponibil pentru captare ($1-s_{WC}$) pentru a determina fracția de CO₂ injectat captat (Γ). Cu alte cuvinte, dacă saturația apei subterane fosile s_{WC} este relativ mare, atunci există mai puțin spațiu “liber” disponibil pentru captarea dioxidului de carbon, astfel încât coeficientul de captare Γ ar fi, de asemenea, ridicat. Un s_{WC} ridicat înseamnă mai puțin spațiu poros pentru captarea dioxidului de carbon, dar și mai multă deplasare a apei de către dioxid de carbon, ceea ce poate crește eficiența captării. În plus, apa conată poate reacționa cu dioxidul de carbon pentru a forma acid carbonic, care poate dizolva minerale în rezervorul de rocă pentru a crea mai mult spațiu poros pentru CO₂. Acest lucru este cunoscut sub numele de captare a mineralelor, un mecanism important pentru stocarea pe termen lung a dioxidului de carbon în formațiune.

Dacă s_{rg} este scăzut, înseamnă ca o fracțiune mai mică din spațiu disponibil din rezervorul subteran este ocupat de CO₂ captat. Acest lucru se poate datora unor factori precum caracteristicile geologice ale rezervorului, strategia de injectare sau proprietățile dioxidului de carbon injectat. Dacă s_{rg} este scăzut, coeficientul de captare Γ ar fi, de asemenea, scăzut, indicând faptul că o fracțiune mică de CO₂ injectat este captat. Acest lucru ar putea avea implicații pentru eficacitatea generală a CSC ca strategie de atenuare a schimbărilor climatice, deoarece un coeficient de captare mai mic înseamnă că o proporție mai mare de CO₂ injectat s-ar putea scurge în atmosfera.

În general, un coeficient de captare ridicat este de dorit pentru stocarea eficientă și pe termen lung a CO₂, deoarece indică un grad mai mare de reținere a CO₂ în formațiunea de rocă de bază. În general, Ecuția (3) oferă o modalitate simplă de a estima coeficientul de captare a CO₂ injectat într-un rezervor subteran pe bază proprietăților rezervorului însuși.

³ Punctul final de permeabilitate relativă a CO₂ este determinată experimental prin măsurarea debitului de CO₂ și apă subterană printr-o probă de mediu poros sub presiune și temperatură fixe..

Raportul de Mobilitate. În Ecuția (4), M este o mărime adimensională care reprezintă raportul de mobilitate a fluidului dintre fluidul deplasat (saramură) și fluidul injectat (CO_2) într-un rezervor subteran. Acesta oferă o perspectivă asupra modului în care cele două fluide interacționează și se deplasează prin rezervor în timpul proceselor precum cel de stocare a carbonului. Numărătorul, $\frac{1}{\mu_w}$, reprezintă inversul viscozității de saramură, raportul de mobilitate scade, indicând faptul că este mai greu pentru CO_2 să curgă prin rezervor. Numitorul Ecuției (4), $\frac{k_{rg}^*}{\mu_g}$, reprezintă rata punctului final de permeabilitate relativă a CO_2 (k_{rg}^*)—ceea ce măsoară cât de ușor poate dioxidul de carbon să curgă prin rezervor în relație cu saramura - în relație cu vâscozitatea dioxidului de carbon. Pe măsură ce k_{rg}^* crește, raportul, M , scade, indicând faptul că este mai ușor dioxidului de carbon să curgă prin rezervor în raport cu saramura. În schimb, pe măsură ce k_{rg}^* scade, raportul de mobilitate, M , crește, indicând faptul că este mai greu pentru CO_2 să curgă prin rezervor în raport cu saramura.

Un raport de mobilitate mai mare sugerează ca fluidul injectat are o mobilitate mai mare în comparație cu fluidul deplasat. Acest lucru înseamnă că dioxidul de carbon injectat poate curge mai ușor prin rezervor, ceea ce poate duce la o mișcare mai rapidă și o deplasare mai ineficientă a saramurii. Dimpotrivă, un raport de mobilitate mai scăzut indică faptul că fluidul injectat are o mobilitate mai scăzută în raport cu fluidul deplasat. Acest lucru sugerează că dioxidul de carbon se confruntă cu o rezistență mai mare sau îi este mai greu să curgă prin rezervor, ceea ce poate duce la o mișcare mai lentă sau deplasare mai eficientă a saramurii.

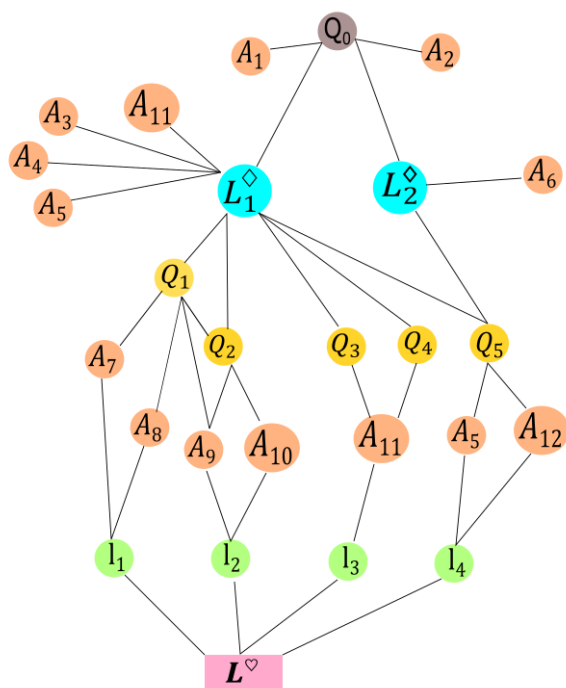
În concluzie când vine vorba despre M , relația dintre parametrii Ecuției (4) este complexă și depinde de condiții speciale ale rezervorului. Cu toate acestea, în general, un raport de mobilitate mai scăzut de dorit pentru stocarea eficientă CO_2 , deoarece indică faptul că este mai puțin probabil ca dioxidul de carbon să migreze și să se scurgă în depozitul subteran.

O Diagramă a Căii de Anchetă a Echipei A

Figura 3 este un grafic direcționat care ilustrează cursul SRP al Echipei A, acompaniat de Tabelul 1, care descrie elementele mediului create și utilizate în timpul anchetei. Rețineți că publicațiile citate în Tabelul 1 nu sunt incluse în bibliografie deoarece tabelul este menit doar ca o scurtă prezentare generală a anchetei realizate.

Figura 3

SRP-ul privind stocarea carbonului realizat de Echipa A



Notă. Q_0 = întrebare generatoare; Q_j = întrebări derivate; L_i^\diamond = răspunsuri existente (L pentru “løsning” în norvegiană); A_k = lucrări (A pentru “arbeid” în norvegiană); I_m = răspunsuri parțiale; L^\heartsuit = răspunsul final la Q_0 . Reprodus cu acord.

Tabel 1

Mediul Creat în Timpul Cercetării și Studiului Efectuat de Echipa A

Întrebarea generatoare
Q_0 : Cum este modelată captarea și stocarea carbonului în literatură? Ce matematică este implicată în aceste modele? Ce parametri sunt incluși și care sunt relațiile dintre ei?
Răspunsuri existente L_i^\diamond
L_1^\diamond : Calculul capacității de stocare a CO ₂ în acvifere adânci, saline (Szulczewski & Juanes, 2009).
L_2^\diamond : Estimarea capacității de stocare a CO ₂ (Bachu et al., 2007).
Întrebări derivate Q_j
Q_1 : Care este relația dintre vâscozitate și permeabilitate în stocarea CO ₂ ?
Q_2 : Despre ce este raportul de mobilitate și de ce este aceasta o componentă importantă în modelele de stocare a CO ₂ ?
Q_3 : Ce simplificări ale modelelor au fost făcute și care sunt consecințele acestora?
Q_4 : Parametrii sunt de obicei calculați prin teorie sau se datorează lucrărilor empirice?
Q_5 : Cât de importantă este presiunea în calcularea capacității de stocare?
Lucrări A_k
A_1 : „Ceea ce trebuie să știți despre captarea și stocarea CO ₂ ” (Sintef, 2019)
A_2 : Depozitarea și transportul CO ₂ pe platforma continentală (Norwegian Ministry of Petroleum and Energy, 2014)
A_3 : Mecanisme de captare a CO ₂ (CCP, n.d.)
A_4 : Articol despre captarea capilară pentru stocarea geologică a CO ₂ (Krevor et al., 2015).
A_5 : Video despre stocarea CO ₂ de către un expert pe această temă (Benson, 2021).
A_6 : Site web norvegian despre terminologia industriei petroliere (Petroleumstilsynet, 2022)
A_7 : Legea lui Darcy pentru curgerea fluidului într-un mediu poros (“Darcy’s law”, 2022).

A ₈ : Teză de masterat privind stocarea CO ₂ în gresie și calcar (Kvinge, 2012)
A ₉ : Ingineria rezervoarelor (Satter & Iqbal, 2016)
A ₁₀ : Articol despre ratele de mobilitate (Bamidele et al., 2009)
A ₁₁ : Model matematic al amprentei penelor de CO ₂ în acvifere saline adânci (MacMinn & Juanes, 2009)
A ₁₂ : Cum poate fi stocat CO ₂ sub Pământ? (National Energy Technology Laboratory, 2022)

Notă. Răspunsurile parțiale (I_m) sunt sintetizate în L^\heartsuit în altă parte în raportul Echipei A. Reprodus cu acord.

Comentarii Finale

Activitățile de modelare implementate în curs au oferit multe beneficii pentru studenți, inclusiv sporirea angajamentului, abilităților de gândire critică, abilităților de cercetare, creativității și abilităților de rezolvare a problemelor. Rezumatele celor două anchete demonstrează cum algebra de bază este un instrument esențial pentru modelarea sistemelor, deoarece ne permite să arătăm interdependența dintre parametri, să analizăm schimbări, să optimizăm performanța, să găsim soluții la probleme și să facem predicții. Folosind metode algebrice de bază și raționamentul cantitativ, putem obține o înțelegere mai profundă a lumii înconjurătoare și putem lua decizii informate pe baza datelor cantitative.

A opera în paradigma îndoirii lumii înconjurătoare – în special cu anchete deschise precum cele despre CSC – este o provocare atât pentru profesori cât și pentru studenți. Trebuie să fie negociat un nou *contract didactic* (Brousseau, 1997), deoarece profesorul nu este neapărat un “expert” în sistemele studiate. Ideea de a nu vedea profesorul sau profesoara drept o autoritate supremă în materia de cunoaștere poate fi dificilă pentru ambele părți, deoarece presupune ca studenții să își asume mai multă responsabilitate în propriul proces de învățare, și nu în ultimul rând, ca profesorul să le permită acest lucru. În plus, adoptarea unei noi paradigme didactice implică introducerea unor sarcini noi de abordat pentru profesori cât și pentru studenți: în terminologia ATD, subiectele profesorului și ale studenților se schimbă. Din partea profesorului formularea adecvata a întrebărilor generatoare este o sarcină critică, aceasta fiind atât nouă, cât și dificilă. După cum s-a menționat înainte, întrebarea generatoare Q_0 despre CSC a fost limitată deoarece până la un punct nu a reușit să încurajeze o discuție productivă asupra interconexiunilor dintre parametrii examinați în modulele luate în considerare. Din aceasta experiență au fost obținute informații valoroase care pot fi aplicate în îmbunătățirea supravegherii anchetelor viitoare. O publicație viitoare, Strømskag (în curs de apariție), raportează dintr-un alt SRP deschis în formarea profesorilor – despre un calcul diferit, care oferă o analiză mai detaliată despre câștigurile și provocările legate de operarea în cadrul paradigmei de a te îndoi de lumea înconjurătoare.

Bibliografie

- About the Longship Project*. (n.d.). Northern Lights. <https://norlights.com/about-the-longship-project/>
- Bachu, S. (2015). Review of CO₂ storage efficiency in deep saline aquifers. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 40, 188–202. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2015.01.007>
- Brousseau, G. (1997). *The theory of didactical situations in mathematics: Didactique des mathématiques, 1970–1990* (N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland, & V. Warfield, Eds. & Trans.). Dordrecht: Kluwer. <https://doi.org/10.1007/0-306-47211-2>

- Carbon capture, utilisation and storage*. (2023). Equinor.com. <https://www.equinor.com/energy/carbon-capture-utilisation-and-storage>
- Chevallard, Y. (2015). Teaching mathematics in tomorrow's society: A case for an oncoming counter paradigm. In S. J. Cho (Ed.), *Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education* (pp. 173–187). Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-12688-3_13
- Chevallard, Y. (2019). Introducing the Anthropological Theory of the Didactic: An attempt at a principled approach. *Hiroshima Journal of Mathematics Education*, 12, 71–114. https://www.jasme.jp/hjme/download/05_Yves%20Chevallard.pdf
- Fleurant, C., & Bodin-Fleurant, S. (2019). *Mathematics for Earth science and geography*. Cham: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-69242-5>
- Ketzer, J. M., Iglesias, R., Einloft, S., Dullius, J., Ligabue, R., & de Lima, V. (2009). Water–rock–CO₂ interactions in saline aquifers aimed for carbon dioxide storage: Experimental and numerical modeling studies of the Rio Bonito Formation (Permian), southern Brazil. *Applied Geochemistry*, 24(5), 760–767. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2009.01.001>
- Klein, É. (2020). *Je ne suis pas médecin, mais je...* [I am not a medical practitioner, but I...]. Paris: Gallimard. <https://lesmardisdelafrance.com/wp-content/uploads/2020/04/Eienne-Klein-1.pdf>
- MA3001. (n.d.). *Mathematical modelling using study and research paths*. https://wiki.math.ntnu.no/ma3001/2022v/matematiskmodellering/start#mathematical_modeling_using_study_and_research_paths_spring_2022
- Niemi, A., Bear, J., & Bensabat, J. (2017). *Geological storage of CO₂ in deep saline formations*. Dordrecht: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-024-0996-3>
- Report to the Norwegian Parliament No. 33. (2019–2020). *Longship: Carbon capture and storage* [White Paper]. Norwegian Ministry of Petroleum and Energy. <https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/meld.-st.-33-20192020/id2765361/?ch=1>
- Strømskag, H. (in press). Study and research paths on differential calculus in teacher education. In *Proceedings of the 7th International Conference of the Anthropological Theory of the Didactic*. Birkhäuser.
- Strømskag, H., & Chevallard, Y. (2022). Elementary algebra as a modelling tool: A plea for a new curriculum. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 42(3), 371–409. <https://revue-rdm.com/2022/elementary-algebra-as-a-modelling-tool-a-plea-for-a-new-curriculum/>
- Szulczewski, M., & Juanes, R. (2009). A simple but rigorous model for calculating CO₂ storage capacity in deep saline aquifers at the basin scale. *Energy Procedia*, 1(1), 3307–3314. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2009.02.117>
- Tiemens, B., Wagenwoorde, & Witteman, C. (2020). Why every clinician should know Bayes' rule. *Health Professions Education*, 6(3), 320–324. <https://doi.org/10.1016/j.hpe.2020.05.002>

CAPITOLUL 3

Este corectă catastrofa climatică? Echitate, responsabilitate și perspective decoloniale⁴

Jakob Steinbachner og Nicola Nagy

Department of Teacher Education, University of Vienna, Vienna, Austria

Educația politică și formarea profesorilor în Austria

Se presupune că educația politică este o posibilitate și o necesitate pentru dezvoltarea abilităților individuale și a societății ca întreg într-o lume cotidiană din ce în ce mai complexă. Educația politică ar trebui să ajute la abordarea unor probleme individuale, cum ar fi propria identitate, dar și a unor probleme sociale, cum ar fi distribuția inegală a puterii și a resurselor între sexe, și, în acest fel, să contribuie activ la modelarea societății și la dezvoltarea ulterioară a democrației și a drepturilor omului. Scopul predării în cadrul educației politice în Austria este o conștiință politică reflectată și reflexivă (BMBWF 2018).

În Austria, educația politică se desfășoară în moduri diferite în diverse instituții de învățământ. Printre exemple se numără, pe de o parte, educația politică în programa școlară și, pe de altă parte, formarea profesorilor în istorie și educație politică la Universitatea din Viena.

După cum s-a menționat deja, atât formarea, cât și subiectul educației politice în Austria sunt strâns legate de materia școlară de istorie. Orele din școală sunt împărțite cu materia Istorie (în tipurile de școli generale) (cf. BMBWF/Zentrum Polis 2022). De asemenea, educația politică în Austria este unul dintre principiile de predare „transcurriculare”, ceea ce ar trebui să însemne abordarea problemelor politice și a acțiunii democratice în școli ca instituții generale (cf. BMBWF 2015). În Austria, formarea profesorilor de educație politică este, de asemenea, legată de disciplina istorie. Acest lucru este exemplificat de programul de studii al disciplinei istorie și educație politică pentru diploma de licență în predare de la Universitatea din Viena. Aici, educația politică este inclusă într-un „grup de module obligatorii” cu o sferă de 10 ECTS (cf. Universitatea din Viena 2022). De un interes particular pentru acest modul este obiectivul de a le permite studenților să abordeze și să predea subiecte legate de sustenabilitatea ecologică și implicațiile sale politice, precum și competențele de participare la diferite niveluri (Universitatea din Viena 2022, 11-12).

Justiție climatică

Tema centrală în jurul căreia vom discuta tema educației politice și a posibilităților de acțiune în acest modul este cea a justiției climatice. Pe de o parte, ar trebui discutate cauzele și posibilitățile de acțiune

⁴ In diesem Text wird vor allem der Begriff "Klimakatastrophe" anstelle der Alternativen "Klimawandel" oder "Klimaerwärmung" verwendet, da die Auswirkungen dieses Phänomens für die Menschheit katastrophal sein können und die Begriffe "Erwärmung" oder "Wandel" dem nicht gerecht werden.

împotriva catastrofei climatice, iar pe de altă parte, va fi analizată distribuția nedreaptă a cauzei și efectului. Sunt luate perspective diferite și problema este privită din unghiuri diferite. Fleischmann et al. subliniază că clima planetei noastre a suferit schimbări continue de-a lungul timpului geologic, inclusiv „variații semnificative ale temperaturilor medii globale”. Aceștia continuă că „încălzirea climatică actuală are loc mult mai rapid decât evenimentele de încălzire din trecut. A devenit clar că omenirea a cauzat cea mai mare parte a încălzirii din ultimul secol prin emiterea de gaze cu efect de seră pentru a ne alimenta viața modernă. Facem acest lucru prin arderea combustibililor fosili, prin agricultură și utilizarea terenurilor și prin alte activități care determină schimbările climatice. Organizația Meteorologică Mondială (OMM) a raportat în 2017 că emisiile de gaze cu efect de seră în atmosfera Pământului au atins cel mai ridicat nivel înregistrat vreodată în ultimii 800.000 de ani (Schlein, 2017). [...] Schimbările climatice implică nu numai creșterea temperaturilor, ci și fenomene meteorologice extreme, creșterea nivelului mării, schimbarea populațiilor și a habitatelor faunei sălbatice și o serie de alte efecte.” (Fleischmann et al., 6).

Pe lângă dezbaterile științifice, implicațiile nedrepte ale catastrofei climatice au intrat în atenția jurnaliștilor și sunt discutate, după cum arată Chris Mooney în articolul său „Why climate change is really, really unfair”. El pornește de la premisa că „regula generală este că, la scară globală, dacă ești o națiune care va avea de suferit de pe urma schimbărilor climatice, este foarte probabil să nu contribui la această problemă”. În articolul său, el arată că țările care comit cele mai multe „rele de mediu” suferă adesea cel mai puțin de pe urma efectelor, în timp ce cele care sunt deja dezavantajate din punct de vedere structural sunt mai afectate de catastrofa climatică (Mooney, 2016). Acest punct de vedere este confirmat pe scară largă de articole științifice. Harlan et al. (2015), de exemplu, pornesc de la premisa că catastrofa climatică este percepută foarte diferit de oamenii bogați și de cei săraci, o perspectivă care va crește în viitor, deoarece politicile menite să gestioneze catastrofa climatică exclud persoanele sărace și neputincioase. Aceștia consideră chiar că catastrofa climatică este cauzată în principal de inegalități, deoarece țările și societățile cele mai marginalizate produc mult mai puține emisii decât cei bogați. Având în vedere aceste fapte, Harlan et al. identifică catastrofa climatică ca fiind unul dintre cele mai potrivite subiecte pentru teoretizarea nedreptății și a inegalității, deoarece aceste inegalități și nedreptăți sunt produse în mod sistematic, mai degrabă decât să fie rezultatul unor acțiuni individuale (2015, 127-128).

Această percepție și creșterea popularității și importanței schimbărilor climatice a condus în ultimii ani la diverse publicații științifice și elaborări jurnalistice, precum și la alte proiecte cuprinzătoare, cum ar fi globalfootprintnetwork, grupuri științifice internaționale, cum ar fi IPPC și mișcări de relativizare corespunzătoare, cum ar fi NIPCC.

Dezbateri privind justiția

În primul rând, ne concentrăm asupra dezbaterilor privind justiția din punct de vedere filosofic pentru a identifica conceptele noastre de justiție, egalitate, echitate și corectitudine.

Conceptul de egalitate și justiție a fost explorat de Cook & Hegtvædt (1983) și Preisendörfer (2014). Cook & Hegtvædt se concentrează în primul rând pe tranzacțiile de schimb, iar ideea lor de egalitate se bazează pe beneficiul pe care fiecare actor îl obține din schimburile respective. Ei consideră

că un schimb este egal dacă toți actorii implicați beneficiază în mod egal, iar inegalitatea apare atunci când raportul dintre ceea ce se dă și ceea ce se primește variază între actori (1983, 218).

Preisendörfer, pe de altă parte, analizează conceptul de justiție și încearcă să îl deosebească de inegalitate, desi acestea sunt adesea folosite în mod interschimbabil. El încearcă să identifice factorii care indică o tranziție de la inegalitate la nedreptate prin intermediul cercetării empirice (2014, 34-35). Preisendörfer se bazează pe pachetul trivalent al lui David Schlosberg, care include „justiția ca distribuție”, „justiția ca participare” și „justiția ca recunoaștere”. Prima componentă ia în considerare justiția în termeni de distribuire, a doua include chestiunea procedurilor corecte și a oportunităților de participare, în timp ce a treia abordează standardele minime de demnitate umană, respectul pentru integritatea individuală, socială și culturală și protecția împotriva disprețului și a discriminării (Preisendörfer 2014, 33). Cercetarea empirică a lui Preisendörfer în domeniul justiției urmărește să identifice factorii care disting inegalitatea de nedreptate, iar factorii enumerați servesc drept indicatori pentru o astfel de transferă. Analizând acești factori, este posibil să se identifice cazurile de nedreptate și să se elaboreze strategii pentru a corecta astfel de situații.

Preisendörfer subliniază mai mulți factori care facilitează tranziția de la inegalitate la injus-tice (2014, 35-40):

1. Inegalități socio-spațiale clar pronunțate în ceea ce privește sarcinile de mediu
2. Sarcini de mediu peste nivelurile rezonabile
3. Acumularea de dezavantaje
4. Afectarea bunăstării subiective
5. Dezagregarea cauzatorilor/beneficiarilor și a celor afectați
6. Voluntaritatea și posibilitățile de evaziune
7. Oportunități de participare și de codeterminare

Modelarea matematică în dezbaterile privind justiția

Problemele politice din lumea modernă devin din ce în ce mai complexe și se referă la diverse discipline, inclusiv la cele matematice (cf. Gildenhaus et al. 2021, 5-6; Lauß 116-117). Un angajament cu modelele matematice în educația politică este astfel inevitabil pentru a permite sau a înțelege procesele decizionale bazate pe acestea. Acest lucru este important, pe de o parte, pentru a putea lua decizii proprii sau pentru a înțelege deciziile luate de alții, iar pe de altă parte, pentru a putea evalua validitatea și fiabilitatea modelelor pe care se bazează deciziile (Gildenhaus et al. 2021, 6). Un model este denumit aici o transformare a unui sistem, „de obicei o simplificare, care se presupune că ajută la generarea de cunoștințe despre sistemul studiat. În practică, pentru a răspunde la o întrebare referitoare la un sistem, se încearcă să se construiască un model care este mai ușor, mai sigur și mai rapid de studiat decât sistemul în sine. Astfel, modelele sunt utilizate pentru a răspunde la întrebări sau pentru a explora fapte, ghidate de întrebări de cercetare. Modelele au întotdeauna o funcție de-descriptivă, dar pot conține și afirmații despre ceea ce ar trebui să facă un individ. În acest caz, modelele sunt denumite prescriptive sau normative. În funcție de caz, un model poate avea, așadar, utilizări descriptive, normative sau prescriptive” (Gildenhaus et al. 2021, 7). Pe de o parte, atunci când se abordează probleme politice bazate pe modele matematice, este important să se învețe și să se înțeleagă contextul matematic. Cu toate acestea, modelele normative necesită, de asemenea, o analiză politică pentru a putea recunoaște

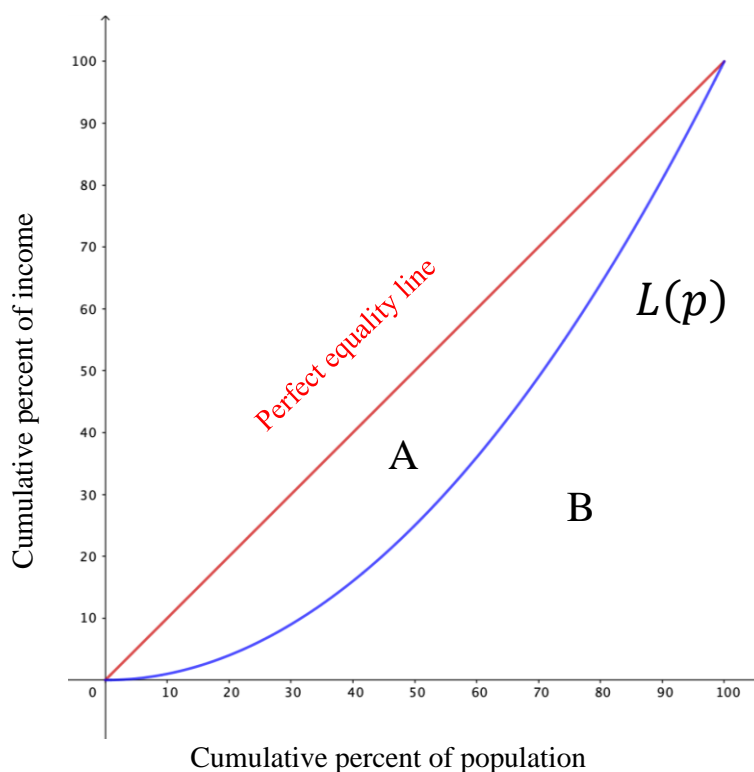
posibilitățile politice de acțiune și judecăți în cadrul acestui sistem (Gildenhaus et. al. 2021, 10). Un exemplu pentru o problemă politică care se referă, de asemenea, la modele matematice descriptive și normative din perspective diferite este catastrofa climatică, un alt exemplu ar putea fi dezbaterile privind justiția. Modele descriptive pe tema catastrofei climatice pot fi găsite, de exemplu, pe site-ul web al [globalfootprintnetwork](http://globalfootprintnetwork.org).

Pentru a conștientiza acest model de aspecte normative și concluzii pentru deciziile politice și sociale, acest model trebuie analizat, de exemplu, pe tema cauzelor, consecințelor și a posibilelor acțiuni de schimbare.

Un alt subiect care poate fi descris prin modele matematice este o dezbateră pe tema justiției. Coeficientul Gini poate servi drept exemplu de model matematic care descrie în principal inegalitatea socio-economică în cadrul unei societăți (dar și orice altă distribuție a mărimii în seturile de date cu cantități non-negative) (Sitthiyot & Holasut 2020, 2).

Figura 1

The Gini-index



Indicele Gini (vizibil în figura 2) poate fi derivat din cadrul curbei Lorenz, care prezintă rangul cumulat normalizat al veniturilor pe axa x și venitul cumulat normalizat pe axa y. Primele 10% de pe axa x reprezintă cele 10% de persoane cu cele mai mici venituri. Indicele este calculat prin împărțirea suprafeței dintre linia de egalitate perfectă și curba Lorenz la suprafața totală sub linia de egalitate. O valoare de 0 indică o egalitate perfectă, în timp ce o valoare de 1 reprezintă inegalitatea maximă (Sitthiyot & Holasut 2020, 2).

Utilizarea indicelui Gini prezintă mai multe avantaje. În primul rând, acesta rezumă întreaga distribuție a veniturilor cu o singură statistică, ceea ce îl face relativ ușor de interpretat. De asemenea,

permite comparații ușoare între țări și societăți cu dimensiuni foarte diferite ale populației. În plus, indicele Gini este actualizat în mod regulat de către diverse țări și organizații internaționale (Sitthiyot & Holasut 2020, 2).

Cu toate acestea, există limitări ale indicelui Gini. Un indice Gini mai mic nu indică întotdeauna o distribuție mai echitabilă a veniturilor, deoarece nu ia în considerare funcția de bunăstare socială. În plus, indicele Gini este mai sensibil la schimbările din mijlocul distribuției veniturilor și mai puțin sensibil la schimbările din partea superioară sau inferioară. Potrivit lui Sitthiyot & Holasut, acest lucru înseamnă că două sau mai multe țări pot avea același indice Gini, dar cu distribuții ale veniturilor semnificativ diferite (2020, 3).

Atunci când se analizează acest model și se dezbate despre distribuțiile egale și inegale și implicațiile sale juste sau nedrepte, pot fi făcute vizibile aspectele normative ale dezbaterilor privind justiția.

Perspective diferite în domeniul justiției climatice

Gen

Problema inegalității de gen a devenit din ce în ce mai importantă în discursul privind justiția climatică, după cum au subliniat Organizația Națiunilor Unite (ONU) Femei (2022) și Comitetul pentru eliminarea discriminării împotriva femeilor (CEDAW) în cadrul celei de-a 44-a sesiuni. În 2009, OEDAW „și-a exprimat îngrijorarea cu privire la absența unei perspective de gen în [...] politicile și inițiativele globale și naționale privind schimbările climatice”. (OEDAW 2009, 7). De asemenea, se subliniază că „schimbările climatice nu afectează femeile și bărbații în același mod și au un impact diferențiat în funcție de gen. Dar [...] femeile nu sunt doar victime neajutorate ale schimbărilor climatice - ele sunt agenți puternici ai schimbării, iar leadership-ul lor este esențial.” (OEDAW 2009, 7).

Perspectivele prezentate de Arora-Jonsson (2011) evidențiază două aspecte principale legate de gen și de catastrofele climatice. În primul rând, este mai probabil ca femeile din sudul lumii să fie afectate de catastrofele climatice decât bărbații, iar în al doilea rând, este mai probabil ca bărbații din nordul lumii să polueze mediul înconjurător decât femeile. În ambele locuri, femeile sunt mai puțin reprezentate în organismele de luare a deciziilor.

Literatura recentă privind genul și schimbările climatice subliniază necesitatea de a se concentra asupra perspectivelor femeilor în ceea ce privește justiția climatică, deoarece acestea sunt cele mai sărace dintre săraci (Arora-Jonsson 2011, 745-746), mai vulnerabile la dezastrelor naturale (Arora-Jonsson 2011, 746-747) și mai conștiente de mediu, poluând astfel mai puțin (Arora-Jonsson 2011, 747-748), dar au mai puțină influență pentru a iniția schimbări (Arora-Jonsson 2011, 749). Cu toate acestea, Arora-Jonsson avertizează asupra riscului de a trata femeile ca pe un grup omogen, deoarece acest lucru tinde să le prezinte ca suferind din cauza poziției lor sociale marginale în comparație cu bărbații. O astfel de portretizare le poate nega agentivitatea, le poate construi vulnerabilitatea ca pe o problemă specifică a genului lor și poate ignora dezchilibrurile de putere, consolidând astfel diferențele dintre femei și bărbați ca fiind date și de neschimbat. În schimb, înțelegerea configurației relațiilor sociale de putere și a modului în care este produsă vulnerabilitatea este mai importantă decât generalizarea vulnerabilității femeilor. În argumentația sa, Arora-Jonsson susține că sporirea eficienței gestionării mediului implică

participarea activă a femeilor. Incluzerea femeilor în procesele de luare a deciziilor nu numai că le împuternicește, dar aduce în prim-plan și perspectivele non-masculine, îmbogățind astfel managementul de mediu (Arora-Jonsson 2011: 749).

Concluziile lui Arora-Jonsson sunt susținute de declarația făcută de Comitetul pentru eliminarea discriminării împotriva femeilor (CEDAW) în cadrul celei de-a 44-a sesiuni, care afirmă că „egalitatea de gen este esențială pentru inițierea, implementarea, monitorizarea și evaluarea cu succes a politicilor privind schimbările climatice. Comitetul solicită statelor părți să includă egalitatea de gen ca principiu director general în acordul Convenției-cadru a Organizației Națiunilor Unite asupra schimbărilor climatice” (CCONUSC) (CEDAW 2009, 8).

Perspective decoloniale

Pentru a putea discuta perspectivele decoloniale, trebuie mai întâi clarificat conceptul de colonialism. Vom folosi conceptul de colonialism din Osterhammel & Jansen (1995, 18-28). Rachel Harnett (2021, 139) pornește de la premisa că imperiile și imperialismul sunt un factor major în apariția catastrofelor climatice. Se presupune că imperiile moderne au jucat un rol semnificativ în apariția combustibililor fosili. În plus, se susține că catastrofa climatică redefinește inegalitățile sociale, economice și rasiale deja existente, care au apărut în timpul colonialismului. Astfel, criza climatică reprezintă o nouă formă de imperialism.

Faptul că catastrofa climatică, contrar presupunerii că este „cel mai mare fir de ață pentru civilizația umană” (Harnett 2021, 139), primește mult mai puțină atenție decât dezastrele naturale izolate se explică prin „teoria violenței lente” (Nixon 2011 în Harnett 2021, 140). Această teorie presupune că dezastrele punctuale, cu câteva mii de morți, primesc mult mai multă atenție decât dezastrele pe perioade mai lungi de timp, cu un număr considerabil mai mare de victime, din cauza impactului mai puțin vizibil în mod direct.

În medie, societățile din Nordul global au un impact mult mai mare asupra dezastrelor climatice, în timp ce populația din Sudul global resimte adesea mai întâi și mai puternic efectele acestora. Pe lângă efectele catastrofelor climatice asupra mediului lor de viață imediat (cum ar fi valuri mai frecvente de boli, creșterea nivelului mării și temperaturi extreme), aceste societăți au și alte dezavantaje care rezultă adesea din fostul lor trecut colonial. Acestea sunt mai puțin industrializate și se luptă să țină pasul cu foștii lor colonizatori. În plus, măsurile de protecție a climei adesea dezavantajează și mai mult aceste țări, deoarece industriile lor întâmpină adesea dificultăți mai mari în implementarea acestor măsuri (Harnett 2021, 139-146). Aceasta este ceea ce Harnett (2021, 146) numește „neocolonialismul verde”.

Perspective generaționale

Schimbările în modelele de consum au însoțit trecerea de la o supraviețuire precară la o bunăstare în creștere (Dirpose et al. 2021, 103-106), iar aceste schimbări au dus la o alegere mai puțin durabilă a produselor, creând conflicte intergeneraționale și spațiale (Dirpose et al. 2021, 107). În ciuda conștientizării crescute a generațiilor mai tinere cu privire la problemele legate de schimbările climatice, acestea apelează adesea la produse pe termen scurt sau de lux și sunt învinuite de generațiile mai în vârstă că nu au un stil de viață sustenabil (Dirpose et al. 2021, 109-114). Aceste conflicte sunt observate și între populația urbană și cea rurală, aceasta din urmă criticându-i pe locuitorii din mediul urban pentru că nu adoptă obiceiuri de consum mai responsabile și mai sănătoase (Dirpose et al. 2021, 115-117)

Abordări individuale și sistemice

Fenomenul catastrofei climatice ne pune în fața unei provocări fără precedent. Contribuțiile noastre colective la această problemă complexă ne implică pe toți, însă atribuirea responsabilității pentru decesele rezultate este dificilă, dacă nu chiar imposibilă, la nivel individual (Dale 2015, 23-24). Discutând diverse concepte de responsabilitate, cum ar fi responsabilitatea cauzală, morală și juridică, Dale concluzionează că, dintr-o serie de motive, aceste concepte de responsabilitate pot cu greu să descrie sau să ghideze acțiunile în catastrofa climatică (Dale 2015, 23-38). Acest lucru duce la concluzia unei responsabilități-intervenție pentru a aborda catastrofa climatică într-o manieră responsabilă la nivel global (2015, 38). Această idee presupune o concepție orientată spre viitor, care ne îndreaptă spre ceea ce pot face diferiți actori din sistem, pe care Dale îi numește „agenți”, mai degrabă decât spre ceea ce s-a făcut până acum. Acești agenți operează la diferite niveluri ale sistemului și dețin diferite grade de putere pentru a produce schimbări, cum ar fi un individ care acționează cu capacități diferite de cele ale actorilor guvernamentali. Dale identifică patru „familii” diferite de „agenți” (fiecare individ dintr-o familie) în ceea ce privește catastrofele climatice (Dale 2015, 38-41): organizații și regimuri internaționale, națiuni și alte jurisdicții, indivizi, firme. Fiecare agent și fiecare familie are capacitatea de a interveni în catastrofa climatică (Dale 2015, 38).

Abordări didactice de predare a justiției climatice

Modulul educațional prezentat aici se aliniază la abordarea problemelor de științe sociale (SSI) dezvoltată de Georg Lauß (2022). Discursurile politice contemporane se bazează din ce în ce mai mult pe constatări științifice, necesitând o înțelegere de bază a metodelor și terminologiei științifice în rândul participanților pentru a se angaja în discuții semnificative (cf. Lauß 116-117, dar și Gildenhaus et al. 2021, 5-6;) ceea ce ar trebui să fie predat prin această abordare. Abordarea SSI extinde domeniul de aplicare al educației politice prin integrarea aspectelor științifice și a interconexiunilor acestora cu dimensiunile etice, morale și politice. Obiectivul său principal este acela de a stimula conștientizarea critică pe baza descoperirilor științifice, controversale reale servind drept rampă de lansare pentru învățare. Abordarea se bazează pe învățarea bazată pe cercetare, care le permite elevilor să dezvolte o înțelegere a problemelor complexe, să exploreze soluții multiple, să își justifice punctele de vedere și să evalueze impactul asupra diferitelor grupuri de părți interesate (Lauss 2022, 117-118).

Pentru a operaționaliza abordarea SSI în domeniul educației politice, Lauß propune o macrometodă în șase pași (Lauss 2022, 118-120), incluzând

1. prezentarea cazului, cu preferința pentru o abordare non-anticipatorie (de exemplu, prin articole de ziar sau surse de știri)
2. formularea de întrebări controversate pentru a stimula angajamentul critic și pentru a încuraja cursanții să examineze perspective multiple
3. introducerea teoriilor, conceptelor și constatărilor științifice relevante cu privire la problema în cauză
4. încorporarea unor componente de învățare bazată pe investigație, în cadrul căreia cursanții colectează ei înșiși date (de exemplu, efectuarea de cercetări privind limitele de particule în suspensie în anumite locații)
5. facilitarea discuțiilor privind dimensiunile sociale și etice ale conflictului

6. încurajarea proceselor decizionale reflexive, în care se evaluează relevanța argumentelor științifice pentru a emite judecăți politice informate

O altă abordare didactică importantă pentru acest modul este „Învățarea istorică și politică cu ajutorul conceptelor” (Hellmuth & Kühberger, 2016), care subliniază importanța utilizării conceptelor pentru a structura informațiile și a facilita învățarea subiectelor istorice și politice. Elevii sunt încurajați să se bazeze pe preconcepțiile lor existente, dobândite din experiențele lor de zi cu zi, și să le adapteze la situații noi. Această abordare le permite să înțeleagă mai bine și să reducă complexitatea cazurilor istorice și politice abstracte.

În conformitate cu abordarea SSI, prezentul modul are ca scop cultivarea conștiinței critice în rândul cursanților. Întrebarea principală, „este corectă catastrofa climatică?” le cere cursanților să se familiarizeze cu conceptele din domeniul științelor naturale, în special cu cele legate de modelarea matematică, legate de catastrofa climatică și de cauzele care stau la baza acesteia. În plus, întrebarea respectivă abordează noțiunile filosofice de egalitate, echitate și justiție, în ceea ce privește conceptele de corectitudine, precum și abordările educaționale politice care tematizează problema catastrofei climatice și corectitudinea percepută a acesteia în sistemul politic global. Aceste subiecte și ideile-cheie corespunzătoare acestora, servesc ca puncte focale principale ale acestui modul, combinând astfel perspectivele științelor politice, filozofiei, precum și ale matematicii.

Modulul este structurat în întregime de această abordare. În primul rând, subiectul justiției climatice este introdus printr-un articol jurnalistic și, astfel, sunt prezente primele asocieri cu acest subiect și cu conceptele sale, care sunt colectate și discutate în clasă. Ulterior, se pun întrebări controversate pe diferite subteme (justiție, modele matematice, durabilitate, gen și catastrofă climatică, etc.). De exemplu, dacă studenții cred că catastrofa climatică este echitabilă, sau care sunt problemele care stau la baza distribuției inegale a cauzelor și efectelor catastrofei climatice, pentru a-i încuraja pe cursanți să adopte perspective și să se angajeze într-o dezbatere critică. Ca o a treia etapă, este introdusă teoria științifică pentru diferite subteme, care ar trebui să fie aplicată de către cursanți la cazurile prezentate ca o a patra etapă, pentru a găsi date relevante în mod independent (de exemplu, prin abordarea site-ului web al [globalfootprintnetwork](http://globalfootprintnetwork.org)). După aceea, se discută argumente privind dimensiunile sociale și etice ale problemei, de exemplu, folosind concepte de responsabilitate, înainte ca, în ultima etapă, cel târziu la sfârșitul seminarului, de obicei la sfârșitul subiectelor principale, se exersează și se răspunde la întrebări și decizii de reflecție asupra subiectului, cu includerea teoriei științifice recent învățate.

Obiective de învățare

Ghidat de „Cadrul de referință al competențelor pentru cultura democratică” al Consiliului European (2018) și aliniat la obiectivele acestui modul, parcurgerea cu succes a acestui modul va permite studenților să atingă următoarele obiective:

- #36: Discută despre ceea ce se poate face pentru a ajuta la transformarea comunității într-un loc mai bun.
- #38: Acționează pentru a se informa cu privire la problemele civice.
- #62: Poate selecta cele mai fiabile surse de informații sau sfaturi din gama de surse disponibile.
- #69: Poate utiliza criteriile, principiile sau valorile explicite și precizabile pentru a emite judecăți.

#121: Poate evalua impactul asupra societății, de exemplu, în ceea ce privește populația: creșterea populației, dezvoltarea populației, consumul de resurse.

#122: Poate reflecta în mod critic asupra riscurilor asociate cu daunele aduse mediului.

#1140: Poate utiliza criterii, principii sau valori explicite și precizabile pentru a emite judecăți.

#2058: Poate reflecta în mod critic asupra legăturilor dintre aspectele economice, sociale, politice și de mediu procesele mentale.

#2059: Poate explica impactul pe care îl au alegerile personale, acțiunile politice și modelele de consum pot avea în alte părți ale lumii.

Evaluare și domeniul de aplicare ECTS

Acest modul a fost creat pentru a îndeplini cerințele secțiunii „UF GP 08 Sozialkunde und Politische Bildung 2” din planul de învățământ pentru profesia de predare a disciplinei „Istorie și educație politică” din cadrul studiilor de licență ale Universității din Viena. Această secțiune corespunde unui număr de 4 credite ECTS.

Ca o evaluare a cursului, se recomandă să se țină un jurnal de învățare în paralel cu participarea la seminar. Pe de o parte, un jurnal de învățare este un instrument de colectare a rezultatelor unui proces de învățare și poate fi utilizat pentru evaluarea de către profesor, dar, pe de altă parte, accentul este pus pe un proces de reflecție asupra creșterii cunoștințelor de către cursantul însuși. Designul explicit poate varia (Forum Umweltbildung).

Observații finale

Pentru a înțelege și a evalua problemele politice actuale, sunt necesare cunoștințe în diverse discipline (vezi Goldenhaus et al. 2021, 5-6; Lauß 116-117). Acestea includ științele economice, de mediu, matematice și multe alte discipline. Catastrofa climatică este genul de problemă a cărei rezolvare necesită judecata politică și angajamentul politic. Datorită relevanței actuale ale acestei teme, este o idee bună să abordăm întrebările legate de justiție în catastrofa climatică pentru a le preda studenților cunoștințe și competențe în diferite domenii. Acest modul este o sugestie de a organiza un seminar pentru viitorii profesori, pentru a le permite să predea ei înșiși aceste subiecte în școli. Pe lângă contribuțiile științifice cuprinzătoare pe diferite subteme, se arată relevanța acestui subiect în sfera publică pe baza surselor jurnalistice și a altor surse și se exersează o analiză a acestor surse până la luarea deciziilor pe baza acestor surse. Jurnalul de învățare poate fi folosit pentru a reflecta asupra propriului proces de învățare pentru propria predare viitoare, ceea ce ar trebui să asigure rezultatele seminarului și să faciliteze interacțiunea viitoare cu studenții.

Lista de lectură

În capitolul următor sunt prezentate textele și alte resurse pe care studenții ar trebui să le citească sau să lucreze la acest modul.

Texte

- Arora-Jonsson, S. (2011). *Virtue and vulnerability: Discourses in woman, gender and climate change*. In: Global Environmental Change 21. (pp. 744-751). <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.005>
- Columbia Climate School (2022). *Colonialism Distorts the Quest to Save Heritage Threatened by Climate Change, Say Researchers*. State of the Planet. <https://news.climate.columbia.edu/2022/02/14/colonialism-distorts-the-quest-to-save-heritage-threatened-by-climate-change-say-researchers/>
- DEUTSCHE PRESSE-AGENTUR – DPA (03.07.2022). *Italy's Verona, Pisa limit water Supplies amid drought*. Daily Sabah. <https://www.dailysabah.com/world/europe/italys-verona-pisa-limit-water-supplies-amid-drought>
- Diprose, K. et. al. (2021). Intergenerational Perspectives on Sustainable Consumption. In: *Climate Change, Consumption and Intergenerational Justice. Lived Experiences in China, Uganda and the UK*. Bristol. (pp. 103-127.)
- Heggie, J. (18.06.2020). *The Leaky Boot: Where is Italy's Water Going?* National Geographic. <https://www.nationalgeographic.com/science/article/partner-content-the-leaky-boot-italy>
- IPCC (2018). *Summary for policymakers*. IPCC: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/>
- IPCC (2023). *Summary for policymakers*. IPCC. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf
- Jamieson, D. (2015). *Responsibility and Climate Change*. In: Global Justice. Theory Practice Rhetoric. Vol. 8 (2). (pp. 23-43). <https://doi.org/10.21248/gjn.8.2.86>
- Middlehurst, M. & T. Eisen (5.5.2021). *Climate justice and gender justice. an essential pairing to get resilience right*. NDI. <https://www.ndi.org/our-stories/climate-justice-and-gender-justice-essential-pairing-get-resilience-right>
- Milken Institute School of Public Health (2020): *Equity vs. Equality: What's the Difference?* Milken Institute School of Public Health. <https://onlinepublichealth.gwu.edu/resources/equity-vs-equality/>
- Mooney, C. (5.2.2015). *Why climate change is really, really unfair*. Washington Post. <https://www.washingtonpost.com/news/energy-environment/wp/2016/02/05/why-climate-change-is-really-really-unfair/>
- NIPCC (2021). *Climate change reconsidered II. Fossil fuels. Summary for policymakers*. <http://climatechangereconsidered.org/wp-content/uploads/2018/12/Summary-for-Policymakers-Final.pdf>
- Perez, C. S. (2020). *Poems*. ETropic: Electronic Journal of Studies in the Tropics, 19(1). <https://doi.org/10.25120/etropic.19.1.2020.3676>
- Shams, E. (2022). *Carbon colonialism: how the Global North are hiding their carbon emissions*. Palatinate. <https://www.palatinate.org.uk/carbon-colonialism-how-the-global-north-are-hiding-their-carbon-emissions/>
- Uzoma, P. (not available). *Colonialism and Climate Change*. University of Washington. <https://uw.pressbooks.pub/121climatejustice/chapter/colonialism-and-climate-change/>

Alte resurse

- Chang, A. (2017). *The life cycle of a t-shirt*. TED-Ed. https://www.youtube.com/watch?v=BiSY-oeqb_VY



MODELAREA MATEMATICĂ INTERDISCIPLINARĂ ÎNTÂLNEȘTE EDUCAȚIA CIVICĂ

- Common Sense Education (10.08.2018). *Rings of Responsibility*. Common Sense Education.
https://www.youtube.com/watch?v=fQSnzrB5bso&ab_channel=CommonSenseEducation
- Oliver, J. (06.03.2028) *Wake up! (spoken word poetry)*. TEDx Talks.
https://www.youtube.com/watch?v=04rfgNvvXz8&ab_channel=TEDxTalks
- Preshoff, K. (2018). *What's a smartphone made of?.* TED-Ed.
<https://www.youtube.com/watch?v=eIdJ22AfsO8>
- Solli, R. (14.08.2018): *We can be more*. TEDx Talks.
https://www.youtube.com/watch?v=lm0r3yFh0zU&ab_channel=TEDxTalks



Referințe

- Arora-Jonsson, S. (2011). *Virtue and vulnerability: Discourses in woman, gender and climate change*. In: *Global Environmental Change* 21. (pp. 744-751). <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.005>
- BMBWF (2015). *Unterrichtsprinzip Politische Bildung, Grundsatzzerlass 2015*. <https://rundscreiben.bmbwf.gv.at/rundscreiben/?id=700> (accessed on: 23.05.2023)
- BMBWF (2018). *Politische Bildung*. <https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/schulpraxis/uek/politbildung.html> (accessed on: 23.05.2023)
- BMBWF/Zentrum Polis (2015). *Politische Bildung in den Schulen – tabellarische Übersicht*. https://www.politik-lernen.at/dl/qsmmJKJKoMlKnJqx4KJK/Politische_Bildung_in_den_Schulen_tab_bersicht_Stand_J_nner_2022_pdf (accessed on: 23.05.2023)
- CEDAW (2009). *Results of the forty-fourth and forty-fifth sessions of the Committee on the Elimination of Discrimination against Women*. https://tbinternet.ohchr.org/_layouts/15/TreatyBodyExternal/SessionDetails1.aspx?SessionID=349&Lang=en (accessed on: 14.03.2023)
- Cook, K. S. / Hegtvedt, K. A. (1983). *Distributive Justice, Equity, and Equality*. In: *Annual review of sociology*. Vol.9 (1) (pp. 217-241). <https://doi.org/10.1146/annurev.so.09.080183.001245>
- Council of Europe (2018). *Reference framework of compétences for democratic culture*. <https://rm.coe.int/prems-008418-gbr-2508-reference-framework-of-competences-vol-2-8573-co/16807bc66d>
- Diprose, K. et. al. (2021). *Intergenerational Perspectives on Sustainable Consumption*. In: *Climate Change, Consumption and Intergenerational Justice. Lived Experiences in China, Uganda and the UK*. Bristol. (pp. 103-127.)
- Fleischmann, Y./Rønning, F./Strømskag, H./Berger, C./Mogiani, M. *Methane emissions causing climate change: An interdisciplinary inquiry*. https://www.idd.uni-hannover.de/fileadmin/idd/Projekte/CiviMatics/Methane_Problem_IO2.pdf (accessed 23.11.2021)
- Forum Umweltbildung (n.d.). *Das Lerntagebuch*. <https://www.umweltbildung.at/praxismaterial/das-lerntagebuch/> (accessed on: 24.05.2023)
- Gildehaus, L. et al. (2021). *Framework to develop normative modelling teaching materials*. https://www.idd.uni-hannover.de/fileadmin/idd/Projekte/CiviMatics/CiviMatics_IO1_final.pdf (accessed on: 23.05.2023)
- Harlan, S. L./Pellow, D./Roberts J. T./Bell S. E. (2015). *Climate Justice and Inequality*. In: Riley, Dunlap E. & Robert J. Brulle (Ed.). *Climate change and society. Sociological perspectives*. (pp. 127-163). Oxford. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199356102.003.0005>
- Harnett, R. (2021). *Climate Imperialism: Ecocriticism, Postcolonialism, and Global Climate Change*. *ETropic: Electronic Journal of Studies in the Tropics*, 20(2). (pp. 138–155). <https://doi.org/10.25120/etropic.20.2.2021.3809>
- Hellmuth, T. & C. Kühberger. *Historisches und politisches Lernen mit Konzepten*. In: *Historische Sozialkunde. Geschichte – Fachdidaktik – Politische Bildung*. 1(2016). (pp. 3-8).
- Jamieson, D. (2015). *Responsibility and Climate Change*. In: *Global Justice. Theory Practice Rhetoric*. Vol. 8 (2). (pp. 23-43). <https://doi.org/10.21248/gjn.8.2.86>

- Lauss, G. (2022). Politik – Natur – Wissenschaft: Der Social – Science – Issues (SSI) Ansatz in der Politischen Bildung. In: Oberle, M. / Stamer, M. (ed.). *Politische Bildung in Internationaler Perspektive*. Schwalbach. (pp. 116-123).
- Mooney, C. (5.2.2015). *Why climate change is really, really unfair*. Washington Post.
<https://www.washingtonpost.com/news/energy-environment/wp/2016/02/05/why-climate-change-is-really-really-unfair/>
- Osterhammel, J. & J. Jansen (1995). *Kolonialismus. Geschichte, Formen, Folgen*. München. (translated as: Osterhammel, Jürgen. (2010). *Colonialism. A theoretical overview*. Princeton, NJ : Markus Wiener Publishers.)
- Preisendörfer, P. (2014). *Umweltgerechtigkeit*. In: SozW Soziale Welt. 65/1. (pp. 25-45).
- Sitthiyot, T. & K. Holasut (2020): *A simple method for measuring inequality*. In: Palgrave Commun 6.
<https://doi.org/10.1057/s41599-020-0484-6>
- University of Vienna (2022). *Teilcurriculum für das Unterrichtsfach Geschichte, und Politische Bildung im Rahmen des Bachelorstudiums zur Erlangung eines Lehramts im Bereich der Sekundarstufe (Allgemeinbildung) im Verbund Nord-Ost*. https://senat.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/s_senat/konsolidiert_Lehramt/Teilcurriculum_Geschichte_Sozialkunde_und_Politische_Bildung_BA_Lehramt.pdf (accessed on: 23.05.2023)

Figures

Figure 1. Biocapacity and Ecological Footprint per capita in Austria. Source: https://data.footprintnetwork.org/?_ga=2.173269795.1067168564.1684845493-1316839659.1684845493#/ (accessed on: 23.05.2023)

Figure 2. The Gini index. In: Sitthiyot, T. & K. Holasut (2020): *A simple method for measuring inequality*. In: Palgrave Commun 6. (pp. 2).

CAPITOLUL 4

Educație cetățenească interdisciplinară

Bastian Vajen

Institutul de Didactică a Democrației, Leibniz Universität Hannover, Hannover, Germany

Introducere

Scopul acestui curs este de a introduce studenții în principiile și abordările interdisciplinare ale educației pentru cetățenie. Pentru a realiza acest lucru, studenții vor primi mai întâi o scurtă introducere în educația pentru cetățenie ca disciplină și o abordare la nivelul întregii școli. În continuare, studenții vor lucra la abordări care conectează educația pentru cetățenie cu alte materii, cum ar fi geografia, istoria, fizica sau matematica. Având în vedere accentul acestui proiect, se va pune accentul pe educația matematică și pe potențialul acesteia pentru procesele de învățare interdisciplinară cu educația pentru cetățenie și viceversa. În cele din urmă, se așteaptă ca elevii să lucreze la propriile idei și să conceapă planuri multidisciplinare care să conecteze competențele din educația pentru cetățenie cu competențele din alte discipline.

Grupul țintă al acestui curs sunt studenții care, în cel mai bun caz, au participat deja la un curs de introducere în educația cetățenească sau la un curs similar. Cu toate acestea, este de asemenea posibil ca studenții fără cunoștințe anterioare să participe la acest curs, deoarece acesta oferă o scurtă introducere în educația pentru cetățenie în primele trei sesiuni. Fiecare sesiune este concepută să dureze 90 de minute, aceasta fiind durata obișnuită a unei sesiuni de seminar în universitățile germane.

La Universitatea Leibniz din Hanovra, acest curs a fost conceput pentru studenții care studiază știința politică la nivel de licență, cu scopul de a deveni profesori de educație cetățenească după terminarea masteratului. Acesta a fost încorporat în modulul introductiv pentru educația pentru cetățenie, format din două seminarii. Primul curs oferă o introducere generală în domeniul educației pentru cetățenie, urmat de obicei în semestrul al treilea, în timp ce al doilea funcționează ca un curs avansat, oferind o perspectivă detaliată asupra unui element specific al educației pentru cetățenie. Studenții au fost liberi să aleagă cel de-al doilea curs dintr-o varietate de seminarii, de exemplu, educație cetățenească interdisciplinară, educație pentru dezvoltare durabilă sau educație cetățenească nonformală. Pentru a promova modulul, studenților li s-a cerut să participe la ambele seminarii și să scrie o lucrare la sfârșitul primului sau al celui de-al doilea curs, ceea ce le-a adus zece puncte ECTS. Predarea acestui curs ca un curs de sine stătător ar fi echivalat cu aproximativ cinci până la șapte puncte ECTS, în funcție de volumul de muncă necesar pentru examenul final.

Obiectivele acestui curs sunt următoarele: Studenții ar trebui (a) să înțeleagă fundamentele educației pentru cetățenie, (b) să înțeleagă educația pentru cetățenie ca o abordare la nivelul întregii școli, (c) să obțină o perspectivă asupra posibilităților de educație cetățenească interdisciplinară, (d) să

înțeleagă fundamentele educației matematice și ale modelării matematice, (e) să obțină o perspectivă asupra posibilităților de implementare practică a educației cetățenești interdisciplinare.

Metode de predare și activități de studiu

Deși acest curs folosește diferite metode de predare și de studiu, fiecare sesiune este structurată în mod similar, începând cu o discuție despre lecturile obligatorii, o fază de lucru (în grup) și o comparație și o discuție a rezultatelor acestora. În cadrul acestui curs, studenților li se cere, de obicei, să pregătească unul sau mai multe texte pentru fiecare sesiune, citindu-le și adăugând comentarii, întrebări sau feedback în timpul procesului de lectură. Pentru a încuraja acest lucru, lectorul poate oferi anumite întrebări sau sarcini obligatorii pe care studenții trebuie să le finalizeze înainte de fiecare lecție și, astfel, să se asigure că fiecare student este familiarizat cu conținutul textului până la un anumit punct. Pornind de la această pregătire, fiecare sesiune începe cu discutarea lecturilor obligatorii respective, în care fie studenții, fie lectorul pot începe procesul prin întrebări sau comentarii cu privire la anumite elemente ale textelor.

Scopul acestei prime etape este de a clarifica neînțelegerile, de a explica legăturile cu anumite teorii cu care elevii nu sunt familiarizați, de a evidenția mesajul central al textului și de a discuta opiniile divergente despre acesta și despre meritele sale. Această fază inițială este urmată de o sarcină la care elevii ar trebui să lucreze în timpul sesiunii, care are ca scop o înțelegere mai profundă a subiectelor sesiunii și a textelor. Aceste sarcini sunt de obicei lucrate în grupuri și pot implica diferite metode, cum ar fi cartografierea conceptelor, jocurile prioritare sau planificarea lecției. După ce sarcina este finalizată, elevii sunt rugați să compare și să discute rezultatele obținute, să le conecteze cu tema sesiunii, cu textele și - dacă este posibil - cu disciplina în ansamblu.

Scopul acestui proces este de a oferi o înțelegere mai profundă a literaturii și, odată cu aceasta, a subiectelor acestui curs, încurajând în același timp toți studenții să participe activ.

Cerințe, programă și evaluare

Cursul a fost conceput pentru a fi predat ca parte a programului de licență pentru studenții de la științe politice care doresc să devină profesori după ce își termină masteratul în educație. Deoarece Universitatea Leibniz din Hanovra oferă diferite tipuri de programe de formare a cadrelor didactice, acest curs a fost deschis viitorilor profesori din învățământul general, învățământul profesional și învățământul special. Cursul utilizează două tipuri de evaluare. Pentru a promova cursul, studenții trebuie să răspundă la o întrebare săptămânală legată de lecturile obligatorii pentru fiecare sesiune. Promovarea acestui curs este necesară pentru a obține cele 10 puncte ECTS legate de modulul introductiv pentru educația cetățenească descris în introducere.

Pentru evaluare, studenților li se cere să redacteze o lucrare de 10-12 pagini, care trebuie să fie predată până la sfârșitul semestrului. Studenții sunt liberi să își aleagă subiectul și întrebarea de cercetare, atâta timp cât aceasta are legătură cu subiectele abordate în cadrul acestui curs. Alegerea metodei de examinare este, de obicei, responsabilitatea lectorului, iar alte tipuri de examene, cum ar fi un examen oral sau scris, ar fi, de asemenea, potrivite pentru acest tip de modul.

Foaia de parcurs a cursului: Structura

Titlul sesiunii	Scopul sesiunii și lecturile necesare
-----------------	---------------------------------------

01 - Introducere și aspecte organizatorice	Această sesiune ar trebui să prezinte structura modulului și cerințele pe care trebuie să le îndeplinească studenții pentru a-l promova. Aceste cerințe pot fi, desigur, adaptate, în funcție de orientările universității dumneavoastră.
02 - Educația pentru cetățenie - Obiective și competențe	<p>Această sesiune ar trebui să îi ajute pe elevi să conceptualizeze obiectivele educației pentru cetățenie și orientările legate de aceasta.</p> <p><u>Lecturi necesare</u></p> <p>Himmelmann, G. (2013). Competences for Teaching, Learning and Living Democratic Citizenship. In M. Print & D. Lange (Eds.), <i>Civic education and competences for engaging citizens in democracies</i> (pp. 3–8). Sense Publishers.</p> <p>Sander, W. (2004). Incitement to freedom: competencies of political education in a world of difference. <i>The Development Education Journal</i>, 11(1), 9–11.</p>
03 - Educația pentru cetățenie - Competențe și practici educaționale	<p>Scopul acestei sesiuni este de a-i familiariza pe elevi cu competențele discutate în legătură cu educația pentru cetățenie.</p> <p><u>Lecturi necesare</u></p> <p>Print, M. (2013). Competencies for Democratic Citizenship in Europe. In M. Print & D. Lange (Eds.), <i>Civic education and competences for engaging citizens in democracies</i> (pp. 37–50). Sense Publishers.</p> <p>Reinhardt, S. (2013). Teaching for Democratic Learning. In M. Print & D. Lange (Eds.), <i>Civic education and competences for engaging citizens in democracies</i> (pp. 99–110). Sense Publishers</p>
04 - Educație pentru cetățenie - Școli democratice	<p>În această sesiune, elevii ar trebui să învețe despre abordarea educației pentru cetățenie la nivelul întregii școli, care se concentrează pe participarea democratică și pe practicile democratice în școli.</p> <p><u>Lecturi necesare</u></p> <p>Edelstein, W. (2011). Education for Democracy: reasons and strategies. <i>European Journal of Education</i>, 46(1), 127–137. https://doi.org/10.1111/j.1465-3435.2010.01463.x</p> <p>Solhaug, T. (2018). Democratic Schools – Analytical Perspectives. <i>JSSE - Journal of Social Science Education</i>, 17(1), 2–12. https://doi.org/10.4119/jsse-858</p>
05 - Educație cetățenească interdisciplinară - Posibilități și limite	<p>Pe baza conținutului sesiunilor anterioare, elevii ar trebui să discute despre necesitatea unui subiect separat pentru educația pentru cetățenie (de exemplu, în legătură cu competențele unui cetățean democratic abordate în urmă cu două sesiuni) și să înceapă să conecteze conținutul educației pentru cetățenie cu alte subiecte.</p> <p><u>Lecturi necesare</u></p>

	<p>Syed, G. K. (2013). How Appropriate is it to Teach Citizenship through Main Curriculum Subjects? <i>Citizenship, Social and Economics Education</i>, 12(2), 136–142. https://doi.org/10.2304/csee.2013.12.2.136</p>
<p>06 - Educație cetățenească interdisciplinară - Studii sociale</p>	<p>Scopul acestei sesiuni este ca elevii să se familiarizeze cu abordări și concepte din alte discipline (istorie și geografie) și cu modul în care aceste abordări pot fi legate de conceptele educației pentru cetățenie.</p> <p><u>Lecturi necesare</u></p> <p>Barton, K. C. (2017). Shared Principles in History and Social Science Education. In M. Carretero, S. Berger, & M. Grever (Eds.), <i>Palgrave Handbook of Research in Historical Culture and Education</i> (pp. 449–467). Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1057/978-1-137-52908-4_24</p> <p>Thornton, S. J. (2018). Geography as a Social Study: Its Significance for Civic Competence: Its Significance for Civic Competence. In E. E. Shin (Ed.), <i>Spatial Citizenship Education: Citizenship Through Geography</i> (pp. 10–21). Routledge.</p>
<p>07 - Educație cetățenească interdisciplinară - Alte discipline</p>	<p>În această sesiune, studenții ar trebui să învețe despre legătura dintre educația pentru cetățenie și alte subiecte, cum ar fi știința sau educația lingvistică..</p> <p><u>Lecturi necesare</u></p> <p>Davies, I. (2004). Science and citizenship education. <i>International Journal of Science Education</i>, 26(14), 1751–1763. https://doi.org/10.1080/0950069042000230785</p> <p>Porto, M. (2018). Intercultural Citizenship Education in the Language Classroom. In I. Davies, L.-C. Ho, D. Kiwan, C. L. Peck, A. Peterson, E. Sant, & Y. Waghid (Eds.), <i>The Palgrave Handbook of Global Citizenship and Education</i> (pp. 489–506). Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1057/978-1-137-59733-5_31</p>
<p>08 - Educație matematică - Filosofie</p>	<p>Trecând la un alt subiect, care va fi abordat mai în profunzime decât cele anterioare, elevii trebuie să cunoască principiile și filozofia educației matematice ca bază pentru următoarele sesiuni.</p> <p><u>Lecturi necesare</u></p> <p>Ernest, P. (2018). The Philosophy of Mathematics Education: An Overview. In P. Ernest (Ed.), <i>The Philosophy of Mathematics Education Today</i> (pp. 13–38). Springer International Publishing.</p>
<p>09 - Educație matematică - Modelare matematică</p>	<p>În legătură cu ultima sesiune, elevii vor face cunoștință cu un element cheie al educației matematice, modelarea matematică, și cu modul în care aceasta poate fi legată de educația pentru cetățenie.</p> <p><u>Lecturi necesare</u></p>

	<p>Blum, W., & Leiß, D. (2007). How do Students and Teachers Deal with Modelling Problems. In P. Galbraith, W. Blum, S. Khan, C. Haines, & C. R. Haines (Eds.), <i>Mathematical modelling (ICTMA 12): Education, engineering and economics; proceedings from the twelfth international conference on the teaching of mathematical modelling and applications</i> (pp. 222–231). WP Woodhead Publ; Horwood.</p> <p>Maass, K., Artigue, M., Burkhardt, H., Doorman, M., English, L. D., Geiger, V., Krainer, K., Potari, D., & Schoenfeld, A. (2022). Mathematical modelling – a key to citizenship education. In N. Buchholtz, B. Schwarz, & K. Vorhölter (Eds.), <i>Initiationen mathematikdidaktischer Forschung</i> (pp. 31–50). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-36766-4_2</p>
<p>10 - (Interdisciplinar) Educație matematică - Modele descriptive și normative</p>	<p>În legătură cu sesiunea precedentă, studenții vor cunoaște abordări care leagă direct modelarea matematică de educația pentru cetățenie și modul de utilizare a modelării normative pentru procesele de învățare interdisciplinare.</p> <p><u>Lecturi necesare</u></p> <p>Niss, M. (2015). Prescriptive Modelling – Challenges and Opportunities. In G. A. Stillman, W. Blum, & M. Salett Biembengut (Eds.), <i>International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling. Mathematical Modelling in Education Research and Practice: Cultural, Social and Cognitive Influences</i> (pp. 67–79). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-18272-8_5</p> <p>Pohlkamp, S., & Heitzer, J. (2021). Normative modelling as a paradigm of the formatting power of mathematics: Educational value and learning environments. In D. Kolloosche (Ed.), <i>Exploring new ways to connect: Proceedings of the Eleventh International Mathematics Education and Society Conference</i> (pp. 799–808). Tredition.</p> <p><u>Literatură suplimentară</u></p> <p>Gildehaus, L. & Liebendörfer M. (2021). "CiviMatics - Mathematical Modelling meets Civic Education", In D. Kolloosche (Ed.), <i>Exploring new ways to connect: Proceedings of the Eleventh International Mathematics Education and Society Conference</i> (Vol. 1, pp. 167-171). Tredition.</p>
<p>11 - 12 - Exemple practice - Planuri de lecții I + II</p>	<p>În timpul acestor două sesiuni, elevii ar trebui să elaboreze un plan de lecție mai aprofundat care să facă legătura între educația cetățenească și cel puțin o altă materie.</p> <p><u>Lecturi necesare</u></p> <p>Barwell, R. (2013). The mathematical formatting of climate change: critical mathematics education and post-normal science. <i>Research in Mathematics Education</i>, 15(1), 1–16. https://doi.org/10.1080/14794802.2012.756633</p>

13 - Concluzie și evaluare	Scopul acestei sesiuni este de a rezuma conținutul acestui modul și/sau de a oferi studenților o șansă de a evalua cursul. Astfel, nu există un orar strict și puteți folosi această sesiune ca joker dacă aveți nevoie de timp suplimentar pentru a aborda anumite subiecte în timpul sesiunii anterioare.
----------------------------	---

Foaia de parcurs a cursului - Conținuturi și contexte

Conceptul care stă la baza acestui curs este acela de a-i învăța pe studenți despre domeniile în care educația cetățenească poate fi combinată cu alte discipline - în special matematica - și de a facilita o discuție despre posibilele beneficii și deficiențe ale unei astfel de abordări. La fel ca în cazul tuturor proceselor de învățare interdisciplinară, pe lângă posibilul beneficiu al extinderii înțelegerii conexiunilor dintre diferitele discipline științifice și al îmbunătățirii capacității de a înțelege modul în care diverse domenii percep, analizează și rezolvă anumite probleme, există și provocarea de a aborda în mod corespunzător fiecare disciplină în parte și de a combina niveluri similare de complexitate pentru fiecare subiect atunci când se proiectează programe școlare sau lecții individuale. Deoarece aceste probleme fac încă parte dintr-o dezbateră academică în curs de desfășurare, ele nu pot fi rezolvate prin acest curs. Cu toate acestea, prin lărgirea perspectivelor studenților cu privire la propria disciplină și la posibilitatea de a o combina cu alte discipline, acesta poate pune bazele pentru a aborda aceste probleme pe parcursul cursului și poate oferi un prim pas pentru a încuraja studenții să încorporeze procesele de învățare interdisciplinară atunci când vor deveni profesori.

Pentru a realiza acest lucru, acest curs este structurat într-o manieră secvențială, prezentând mai întâi principiile educației pentru cetățenie și introducând ulterior alte discipline și diferitele moduri în care acestea pot contribui sau se pot suprapune cu educația pentru cetățenie. Educația matematică are un rol proeminent aici, în sensul că sunt prezentate și discutate în detaliu și elementele fundamentale ale acestei materii. La final, studenții au sarcina de a converti ceea ce au învățat pe parcursul cursului într-un plan de lecție interdisciplinar, găsind un subiect relevant și concepând o lecție în jurul acestuia care să combine obiectivele de învățare a cel puțin două materii diferite.

După sesiunea introductivă, cursul începe cu o introducere în obiectivele centrale ale educației pentru cetățenie. Pentru a ajuta studenții să conceptualizeze principiile educației pentru cetățenie, lecturile obligatorii constau în două texte de Himmelmann (2013) și Sander (2003) care evidențiază obiectivele educației pentru cetățenie (Sander, 2003) și contribuția acestuia la o societate democratică (Himmelmann, 2013). Sarcina principală a acestei sesiuni este crearea unei hărți conceptuale, care ar trebui să îi ajute pe elevi să înțeleagă diferitele elemente ale educației pentru cetățenie enunțate în lecturile obligatorii prin vizualizarea lor. De asemenea, rezultatele pot fi folosite ca punct de referință pentru sesiunile ulterioare, atunci când se discută principiile și obiectivele altor discipline.

Următoarea sesiune se concentrează din nou asupra educației pentru cetățenie. Lecturile obligatorii ale lui Print (2013) și Reinhardt (2013) discută diferite competențe și comportamente ale cetățenilor democratici, care ar trebui să fie facilitate de educația pentru cetățenie. Deoarece această chestiune face parte dintr-o discuție controversată și deseori se pare că educația pentru cetățenie ar trebui să pregătească elevii pentru toate tipurile de probleme, sarcina acestei sesiuni implică un joc de priorități, în care elevii sunt rugați să prioritizeze afirmațiile despre competențele centrale ale cetățenilor democratici și să o folosească pe cea pe care o consideră cea mai importantă pentru a-și crea propria

definiție a ceea ce ar trebui să realizeze educația pentru cetățenie. Rezultatele pot fi folosite pentru a facilita un discurs despre contribuția altor subiecte și pot servi drept resursă în sesiunile următoare.

Cea de-a patra sesiune este ultima care se concentrează doar pe educația pentru cetățenie și începe să lărgescă perspectiva asupra acesteia, lucrând cu două texte ale lui Edelstein (2011) și Solhaug (2018) care descriu educația pentru cetățenie nu ca materie, ci ca o sarcină generală pentru întreaga școală. Această abordare la nivelul întregii școli are ca scop facilitarea participării democratice și a practicilor democratice în școli, iar textele sugerează diferite criterii pentru a identifica școlile democratice. Pornind de la acestea, sarcina pentru această sesiune este de a schița o lecție sau o unitate care să încorporeze elementele esențiale ale unei școli democratice. Subiectul nu se limitează la educația pentru cetățenie sau la orice altă disciplină, și poate implica și proiecte extracurriculare. Ideea este să vă gândiți la modalitățile prin care anumite metode sau practici pot fi utilizate pentru a învăța elevii competențe și comportamente democratice, indiferent de o anumită materie. Scopul acestei sesiuni este, așadar, de a decupla, într-o anumită măsură, educația pentru cetățenie de o disciplină și de a folosi acest lucru ca punct de plecare pentru a introduce modalități prin care alte discipline pot fi conectate la educația pentru cetățenie.

Acest proces este, de asemenea, subiectul celei de-a cincea sesiuni, pentru care studenților li se cere să citească un text al lui Syed (2013) care susține că este mai potrivit să se predea cetățenia prin intermediul altor materii decât să se limiteze la o singură materie obligatorie. Mai ales pentru studenții germani, unde educația pentru cetățenie ca disciplină are o tradiție importantă, aceasta este o afirmație controversată. Astfel, această sesiune ar trebui să faciliteze un discurs despre necesitatea disciplinei și despre capacitatea și incapacitatea altor materii de a preda subiecte abordate de obicei ca parte a educației pentru cetățenie. Pornind de la acest lucru, studenții au sarcina de a lucra cu programele școlare și de a identifica subiectele care sunt potrivite pentru alte materii și subiectele care nu sunt potrivite. În legătură cu ultima sesiune, scopul acestei sesiuni este ca elevii să discute despre valoarea de sine stătătoare a educației pentru cetățenie și legătura acesteia cu alte materii.

Această conexiune este extinsă în cea de-a șasea sesiune prin introducerea istoriei și geografiei ca două materii care au anumite elemente comune cu educația pentru cetățenie. Lecturile obligatorii pentru această sesiune includ texte de Baron (2017) și Thornton (2018), care discută acest aspect din punctul de vedere al disciplinei respective. Sarcina pentru această sesiune este de a utiliza un principiu al educației pentru cetățenie - orientarea spre probleme - și de a alege o problemă analizată din perspectivă politică și istorică și/sau geografică.

În mod similar, sesiunea următoare introduce științele și educația lingvistică ca materii care pot fi conectate la educația pentru cetățenie și, pe baza textelor lui Davies (2004) și Porto (2018), ar trebui să faciliteze din nou o discuție despre criteriile pentru o integrare reușită a educației pentru cetățenie cu alte materii. Din nou, elevii sunt rugați să găsească subiecte și obiective de învățare adecvate care să satisfacă principiile educației pentru cetățenie și subiectele discutate.

Pornind de aici, următoarea sesiune prezintă principiile educației matematice. Ideea a fost de a ne îndepărta de subiectele care par strâns legate de educația pentru cetățenie, cum ar fi istoria, și, prin discutarea învățării limbilor străine și a educației științifice, să ajungem la matematică, un subiect care nu este adesea asociat cu educația pentru cetățenie. Pe parcursul acestui proces, elevii ar trebui să reflecteze în permanență asupra elementelor centrale ale educației pentru cetățenie și dacă sau cum

acestea pot fi incluse în alte materii. Scopul acestei sesiuni este de a vedea dacă și unde obiectivele educației matematice și ale educației pentru cetățenie se leagă sau chiar se suprapun. Pentru aceasta, a fost ales un text de Ernest (2018), care prezintă principiile și controversesele educației matematice. Ar fi potrivite și alte texte, de exemplu cel al lui Ole Skovsmose, însă textul lui Ernest a fost ales deoarece conține o prezentare destul de condensată a domeniului educației matematice. Sarcina principală a acestei sesiuni este din nou crearea unei hărți conceptuale și, dacă timpul permite, compararea acesteia cu cea creată pentru educația pentru cetățenie în timpul celei de-a doua sesiuni. Scopul principal al acestei sarcini este din nou de a-i ajuta pe elevi să înțeleagă mai bine lecturile solicitate prin vizualizarea elementelor centrale și de a crea un punct de referință pentru sesiunile viitoare. În ceea ce privește legătura cu educația pentru cetățenie, relațiile matematicii cu societatea discutate de Ernest sunt deosebit de fructuoase.

În acest sens, sesiunea următoare introduce modelarea ca element cheie al educației matematice și le cere din nou elevilor să găsească subiecte adecvate pentru procese de învățare interdisciplinare care să acopere atât aspecte politice, cât și matematice. Textele lui Blum & Leiß (2007) și Maass et al. (2022) subliniază atât rolul pe care îl joacă modelarea matematică în educația matematică, cât și beneficiile pe care aceasta le poate oferi educației pentru cetățenie. Acest din urmă aspect va fi abordat în continuare în sesiunea următoare, care prezintă procesul de modelare normativă creat în legătură cu acest proiect. Aici, textele lui Niss (2015) și Pohlkmap & Heitzer (2021) evidențiază relevanța societală a modelării matematice, modul în care ipotezele normative sunt conectate la modelarea matematică și implicațiile pentru predarea modelării. Aceste texte pot fi, de asemenea, completate de materialele furnizate în cadrul manualului CiviMatics sau de textul lui Gildehaus & Liebendörfer (2021).

Ultimele două sesiuni ar trebui să combine toate textele și materialele discutate anterior și să le ofere studenților timpul și spațiul necesar pentru a concepe un plan de lecție detaliat pentru o temă care conectează elemente de educație civică cu o altă materie. Alegerile pot fi limitate de către lector, de exemplu, cerând în mod specific studenților să folosească educația pentru cetățenie și matematica, dar acest lucru ar trebui să depindă de pregătirea academică a studenților. Cu toate acestea, faptul că studenților li se oferă posibilitatea de a aborda subiecte și conexiuni pe care le consideră cele mai interesante va conduce, cel mai probabil, la o mai mare implicare din partea studenților.

CAPITOLUL 5

Implementarea Modelării în Formarea Profesorilor și Profesoarelor

Lara Gildehaus og Michael Liebendörfer

Institutul de matematică, Universitatea Paderborn, Germania

Introducere Generală

În cele ce urmează, vom prezenta trei module, fiecare dintre ele desfășurat ca parte a unui curs: un curs introductiv în gândirea matematică, un curs de conținut matematic și un curs de didactică matematică. Acestea acoperă toate tipurile de curs oferite la Universitatea din Paderborn pentru studenții și studentele de la matematică. Conținutul principal, comun, este modelarea normativă, care este descrisă în detaliu mai jos. După ce a fost introdusă modelarea normativă, există o descriere separată pentru fiecare dintre module, care include incorporarea în curs.

Integrarea modelării normative în cursurile existente oferă un mare avantaj, și anume că predarea poate fi îmbogățită direct fără a fi nevoie să se modifice regulile formale ale cursurilor. Astfel, modelarea normativă rămâne doar o mică parte a cursului, care își păstrează obiectivele centrale de învățare conform regulamentului de studiu. Prin urmare, cele trei module prezentate aici sunt destul de scurte. Legătura cu conținutul suplimentar al modulului se realizează cu diferite grade de netezime. După trecerea de la faza inițială, în care este prezentată gândirea matematică și prelegerea de didactică matematică, diversele teme abordate pot fi studiate în detaliu.

Proiectarea modulelor se bazează pe presupunerea că studenții nu au avut deloc o expunere sau avut o expunere anterioară minimă la modelarea normativă. Acest lucru corespunde cu literatura (Blum & Ferri, 2009) și, de asemenea, cu experiența noastră practică. Din punct de vedere didactic, activitățile proprii ale studenților în domeniul modelării normative sunt cel puțin la fel de importante ca și explicarea teoriei despre aceasta. Prin urmare, și datorită timpului limitat de învățare alocat modulelor, teoria modelării normative este abordată doar parțial în cele trei module. Cu toate acestea, considerăm că este foarte util să o prezentăm aici mai detaliat decât va fi găsit în materiale. Fundamentele teoretice au fost dezvoltate în proiectul *CiviMatics* tocmai în scopul de a oferi o bază pentru predare.

Context: Modelarea Normativă

Modelarea matematică este ferm ancorată în standardele educaționale pentru sistemul educațional german (Bildungsstandards, 2015) și este fie plasată în mod explicit în programul de formare a profesorilor, fie implicit prin matematică aplicată. După cum s-a menționat mai devreme în capitolul 2, tipul de model poate fi diferențiat teoretic între modelarea descriptivă și cea normativă.

Modelarea folosită în lecțiile școlare este rareori normativă, dar aproape întotdeauna descriptivă. Exemplele comune de sarcini se referă cel mult la două modele reale diferite care sunt predominant descriptive și care sunt apoi comparate în ceea ce privește dezirabilitatea lor (Besser et al., 2020). Acest lucru

poate avea de-a face și cu faptul că modelarea normativă le atribuie profesorilor sarcini solicitante dincolo de modelarea obișnuită. Pe baza gândirii noastre teoretice vom prezenta trei implementări în care profesorii în pregătire pot învăța cum să predea și despre modelarea normativă. Aceste implementări sunt orientate către ciclurile de modelare (normative) introduse (Vos & Frejd, 2022) în capitolul 2.

Modulul 1: Introducerea în Gândirea Matematică

Acest modul cuprinde două sesiuni de modelare normativă în cadrul unui curs general de introducere în gândirea matematică. Cursul a avut 6 credite și desemnat pentru primul semestru din programul de licență pentru profesori de matematică în învățământul secundar inferior (clasele 5-10). Scopul general al acestui curs a fost ca studenții să dobândească cunoștințe profunde despre matematică în contextul istoric și cultural. Elementul cel mai prominent este ideea de a demonstra. Urmează să le fie prezentate studenților principiile demonstrației matematice, precum și verificarea argumentelor la conjeturarea și demonstrarea enunțurilor matematice. În plus, cursul abordează modul în care sunt construite teoriile matematice (axiome, definiții, teoreme). Conform regulamentului de studiu, cursul ar trebui să includă și modelarea matematică ca o altă inspirație, utilizare și mod fundamental de gândire matematică. Spre deosebire de anii precedenți, am inclus modelarea normativă în această parte finală a prelegerii. Raportăm doar partea despre modelare, dar nu și părțile despre dovezi și teorii matematice.

Obiectivele și structura de învățare

Obiectivele de învățare ale acestui modul sunt:

- Studenții știu să folosească un ciclu de modelare pentru diferite scopuri, de exemplu pentru analizarea problemelor reale, analizarea soluțiilor studenților și studenților și proiectarea exercițiilor. În special, studenții și studentele știu ce se înțelege prin termenii lumii interioare și exterioare a matematicii.
- Studenții cunosc diferența dintre modelarea descriptivă și cea normativă și pot discuta această diferență din perspectivă didactică.
- Studenții pot evalua și discuta relevanța modelării matematice (normative) în școală și pot reflecta asupra necesității modelării matematice normative în ceea ce privește educația civică.

Cursul general este predat prin prelegeri și tutoriale în campus. Atât prelegerea, cât și tutorialul se desfășoară timp de 90 de minute, o dată pe săptămână pe parcursul întregului semestru (14 săptămâni în total). În timp ce în prelegere sunt prezentate și introduse conținuturi noi, acestea sunt de obicei aplicate în exerciții în timpul tutorialurilor. În plus, studenții vor preda săptămânal teme pentru acasă obligatorii cu exerciții similare cu cele din tutorial. Subiectul modelării (normative) este de obicei predat la sfârșitul cursului. Am abordat subiectul modelării normative în două prelegeri, două tutoriale și două teme pentru acasă. În cele ce urmează, vă prezentăm aceste două prelegereri, tutoriale și teme pe rând.

Prezentare generală

Titlu	Modelarea matematică normativă
-------	--------------------------------

Durată	4 x 90 min. + 1 x temă pentru acasă
Organizare	2 x 90 min. (prelegere) + 2 x 90 min. (tutorial) + 1 x temă pentru acasă
Literatură Comună	<p>Blum, W., & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? <i>Journal of mathematical modelling and application</i>, 1(1), 45-58.</p> <p>Blum, W., & Leiss, D. (2005). „Filling Up “-the problem of independence-preserving teacher interventions in lessons with demanding modelling tasks. In <i>CERME 4– Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education</i> (Vol. 1623). Sant Feliu de Guíxois: FUNDEMI IQS– Universitat.</p> <p>Gildehaus, L., & Liebendörfer, M. (2021). CiviMatics - Mathematical modelling meets civic education. In D. Kollosche (Ed.), <i>Exploring new ways to connect: Proceedings of the Eleventh International Mathematics Education and Society Conference</i> (Vol. 1, pp. 167-171). Tredition.</p> <p>Kaiser, G., Blum, W., Ferri, R. B., & Stillman, G. (2011). <i>Trends in teaching and learning of mathematical modelling</i>. Springer Netherlands.</p> <p>Marxer, M., Prediger, S., & Schnell, S. (2010). Wie verteilen wir die Müllgebühren? – Bildungswirksame Erfahrungen beim Entwickeln und Diskutieren normativer Modellierungen. <i>Praxis der Mathematik in der Schule</i>, 52(36), 19–25.</p> <p>Rellensmann, J. (2019). <i>Selbst erstellte Skizzen beim mathematischen Modellieren</i>. Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-24917-5</p>
Subiecte	<p>Introducerea în modelarea matematică (normativă)</p> <p>Cicluri de modelare</p> <p>Dezvoltarea modelării normative</p>

Sesiunea 1

Scopul primei prelegeri este de a oferi o imagine de ansamblu de bază asupra modelării matematice. În acest scop, prelegerea începe cu activarea cerințelor prealabile ale studenților și studentelor privind modelarea matematică iar ulterior va încerca să ridice conștientizarea asupra dimensiunii politice ale modelării matematice. Prin urmare, ciclul de modelare (Blum & Leiß, 2005) este introdus pe baza exemplului pas cu pas. Acesta este urmat de un exemplu, în care studenții și studentele aplică ciclul de modelare unei sarcini specifice numită „detașamentul de pompieri” (Rellensmann, 2019). Pe baza unei discuții despre acel exemplu de „detașamentul de pompieri”, este introdusă modelarea matematică normativă. În acest scop, se discută pe scurt lumea interioară și cea exterioară a matematicii, precum și obiectivele modelării. Pe parcurs, modelarea normativă este definită, identificată și comparată cu modelarea descriptivă. Într-un scurt exercițiu modelele normative și descriptive sunt denumite și atribuite de către studenții și studentele. Prelegerea începe în sfârșit o discuție pe întrebarea „Cum distribuim taxele de gunoi?” (Marxer et al., 2010) ca exemplu de sarcină de modelare normativă în educația matematică, și se va încheia cu introducerea ciclului de modelare normativă (Gildehaus & Liebendörfer, 2021).

În primul tutorial, conținuturile prelegerii sunt repetate și aprofundate. În prima sarcină modelarea trebuie identificată ca normativă sau descriptivă iar studenților li se cere să creeze exemple suplimentare. Ulterior, studenții încep propria modelare normativă prin elaborarea unei întrebări adecvate. Sunt oferite

câteva exemple în contextul schimbărilor climatice, dar alegerea acestora nu este obligatorie. Studenții își finalizează procesul de modelare în temele pentru acasă. Un plan complet de sesiune pentru prelegere și tutorial, inclusiv pentru activitățile concrete, precum și referințe, poate fi găsit în versiunea lungă și în anexa în limba engleză.

Sesiunea 2

Scopul celei de-a doua prelegeri este de a aprofunda și de a consolida ideea de modelare normativă și de a-i face pe studenți și studente să cunoască cum ar putea să o folosească în viitoarele lor lecții de matematică. Prelegerea începe cu o scurtă introducere și repetare a ciclului de modelare normativă folosind un exemplu dat. Este prezentat un articol pe tema bugetelor de CO₂. Studenții sunt rugați să numească ipoteze importante care stau la baza bugetului de CO₂. Cu ajutorul unui alt articol, studenții vor discuta și aplica etapele ulterioare ale ciclului de modelare normativă. Reflectând asupra modelării, sunt discutate și alte tipuri posibile de modele. În cele din urmă, utilizarea normativă a modelelor de prognostic este discutată folosind exemplul privind numărul estimat de cadre didactice necesare în anii următori. La sfârșitul cursului, modelarea este rezumată și studenții sunt întrebați despre atitudinile lor individuale față de utilizarea modelării (normative) în lecțiile viitoare de matematică.






În tutorial se prezintă și se discută temele din ultima săptămână. În special, studenții prezintă rezultate diferite ale modelării lor, luând în considerare diferite ipoteze, urmate de o discuție generală cu toți studenții. Din nou, un plan complet de sesiune pentru prelegere și tutorial, inclusiv activități concrete, precum și referințe, poate fi găsit în versiunea lungă și în anexa în limba engleză.

Evaluare și comentarii

Am evaluat modulele cu două cohorte diferite de studenți. Deși, teoretic, se aștepta ca studenții să aibă cunoștințe de bază despre modelare matematică, cei mai mulți dintre ei au raportat că în timpul anilor de școală au avut foarte puțină experiență în modelare. Astfel, modelarea matematică ar putea fi subreprezentată în școli în momentul actual iar introducerea pas cu pas a modelării cu ajutorul ciclului de modelare a fost de ajutor în această privință. După prima prelegere, studenții au discutat destul de bine modelarea descriptivă și normativă în tutorial și au arătat puține sau nicio problemă în a identifica modelarea normativă sau descriptivă în cinci exemple. Cu toate acestea, construirea propriilor modele a fost destul de dificilă pentru majoritatea studenților.

Am identificat două provocări principale în procesele lor de modelare. În primul rând, au avut probleme în identificarea unei întrebări concrete sau scopul modelării lor, în special atunci când nu s-au referit la exemplele furnizate. În al doilea rând, au fost provocați să folosească și să aplice concepte matematice solicitante în modelele lor. În consecință, toate modelele dezvoltate de studenți aveau un conținut matematic de bază, cum ar fi calcule proporționale și statistici descriptive (de exemplu, vezi Figura 1).

Figura 1: Lucrare a studenților asupra amprentei de carbon a diferitor mașini

Antriebsart	CO ₂ Verbrauch beim Fahren	CO ₂ Kraftstoff- bereitstellung	CO ₂ Strom- bereitstellung	CO ₂ Auto- Produktion/Recycling
Benzin 	2 · 17 800	2 · 3200	0	5 300
Diesel 	2 · 16 300	2 · 3300	0	5 200
Hybrid 	2 · 17 700	2 · 2900	0	6 600
Elektro (Strommix) 	0	0	2 · 15 300	8 500
Elektro (100% regenerativ) 	0	0	2 · 7000	8 200

Astfel, atunci când introducem modelarea normativă recomandăm să le oferim studenților niște instrucțiuni în ceea ce privește posibilele întrebări și obiective pentru a modela, chiar dacă acest lucru limitează caracterul deschis al sarcinii de modelare. În plus, nu trebuie subestimat faptul că aplicarea conținutului matematic pe o problemă deschisă și auto-selectată pare a fi o provocare pentru studenți, în special pentru cei din primul an, așa cum am observat în implementarea noastră. Exemple concrete care includ și matematică avansată pot fi utile. În general, feedback-ul studenților cu privire la sarcinile de modelare a fost foarte pozitiv, le-a plăcut să aducă în discuție temele care îi interesau și au fost foarte implicați în discuțiile și prezentările muncii lor.

Modulul 2: Elementele Matematicii

Modulul 2 include o implementare scurtă, bazată pe teme pentru acasă, a modelării normative în cadrul unui curs general de matematică formală. La Universitatea Paderborn, acest curs oferă 6 credite pentru studenții masteranzi. Este desemnat profesorilor de matematică din primul semestru pentru școala primară (clasele 1-4). Scopul acestui curs este ca studenții să dobândească cunoștințe profunde despre lucrul matematic. Accentul se pune mai degrabă pe strategii și gândire decât pe conținuturi specifice. Întrebări precum: „Cum se formează conceptele matematice? Cum se legitimează cunoștințele matematice? Ce întrebări urmărește matematica?” sunt adresate. Încadrate de aceste întrebări, sunt predate demonstrații generice, reprezentări simbolice și dovezi formale (de exemplu, dovezi directe și indirecte în teoria numerelor de bază și algebră). Pe lângă aceste conținuturi, este oferit un scurt excurs despre modelare, le specifice disciplinei și didactice.

Aplicări la diferite cursuri par posibile deoarece implementarea modelării (normative) dezvoltată aici este de sine stătătoare. Cerințele prealabile de învățare sunt conținuturi generale de la lecțiile de matematică din școală, precum și o înțelegere de bază despre modelarea matematică studenții ar trebui, de asemenea, să fie familiarizați/familiarizate cu conceptele didactice din matematică și să poată crea și reflecta asupra sarcinilor în funcție de aspectele specifice disciplinei și didactice.

Obiectivele și structura de învățare

Obiectivele de învățare ale acestui modul sunt următoarele:

- Studenții cunosc diferența dintre modelarea descriptivă și cea normativă și pot discuta această diferență din perspectivă didactică.
- Studenții pot evalua și discuta relevanța modelării matematice (normative) în școală și pot reflecta asupra necesității modelării matematice normative în ceea ce privește educația pentru cetățenie.

- Studenții sunt capabili să creeze sarcini de modelare normativă și să reflecte modul în care acestea pot fi aplicate în clasă.

Cursul general este predat în cursuri și tutoriale în campus. Atât prelegerea, cât și tutorial-ul se desfășoară timp de 90 de minute o dată pe săptămână pe parcursul întregului semestru (14 săptămâni în total). În timp ce în prelegere sunt prezentate și introduse noi conținuturi, acestea sunt de obicei aplicate în exerciții în timpul tutorialelor. În plus, studenții predau săptămânal o temă obligatorie cu exerciții similare cu cea din tutorial. În acest curs, subiectul modelării este cuprins într-o sesiune de teme, în care studenții lucrează în mod independent și completează o fișă de exerciții în acest scop. Astfel, această sesiune poate fi integrată cu ușurință, de exemplu ca „temă bonus” sau excursie legată de predare în diferite cursuri de matematică.

Prezentare Generală

Titlu	Scurtă introducere în modelarea normativă
Durată	1 x temă
Organizare	Independent de curs
Literatura Comună	Marxer, M., Prediger, S., & Schnell, S. (o. J.). <i>Wie verteilen wir die Müllgebühren? – Bildungswirksame Erfahrungen beim Entwickeln und Diskutieren normativer Modellierungen</i> . Tu-dortmund.de. Retrived at 13. März 2023, from http://www.mathematik.tu-dortmund.de/~prediger/veroeff/10-Marxer_Prediger_Schnell_PM-H36-Webversion.pdf
Subiecte	Modelarea normativă în sălile de clasă din învățământul primar

Sesiune


Scopul temei este de a reactiva ideea de modelare la lecțiile de matematică și de a o extinde în ceea ce privește modelarea normativă. Pe baza acestui fapt, studenții ar trebui să reflecteze asupra modului de integrare a modelării normative în lecțiile de matematică. În acest scop, este oferit un text introductiv de prezentare generală care va fi rezumat de către studenți. În pasul următor, va fi analizată un exemplu de sarcină privind modelarea normativă. Pe baza acesteia, studenții își dezvoltă în cele din urmă propria sarcină de modelare normativă și explică potențialul didactic al unei astfel de sarcini. Planul complet al sesiunii, inclusiv fișa de exerciții și activități, poate fi găsit în anexă în limba engleză.

Evaluare și comentarii

Am implementat și evaluat acest modul cu o cohortă de studenți. Deși modulul este mai mult sau mai puțin pe cont propriu, studenții noștri nu au arătat aproape nicio problemă în a elabora conținutul în mod independent și au scris rezumate foarte bune. Ar trebui să ținem cont, totuși, de faptul că, în calitate de masteranzi în anul II, erau destul de experimentați/experimentate. Toți studenții au descris a doua sarcină (de a-și dezvolta propria modelare normativă și de a reflecta cum să aplice acest lucru în lecțiile viitoare) ca fiind foarte motivantă. Cu toate acestea, atunci când le-am analizat sarcinile de modelare dezvoltate, am

constatat că aproape toți studenții s-au străduit să ofere un caracter cu adevărat deschis în sarcinile lor de modelare. În schimb, sarcinile de modelare dezvoltate au fost încărcate cu informații implicite sau explicite pentru a modela ipotezele studenților. Un exemplu este prezentat în Figura 2. Sarcina începe cu întrebarea: cum se distribuie costul apei într-o gospodărie dată? Este numită o familie formată din patru membri (mamă, tată, copil, bebeluș), precum și costul total de 400 €. Sunt oferite informații suplimentare despre cine face duș cât de des, indicând o distribuție destul de „clară” a costului apei, care limitează potențialul normativ al sarcinii. Atunci când introducem dezvoltarea sarcinilor de modelare normativă studenților, ar trebui să ținem cont de faptul că sarcinile matematice deseori vin cu „o singură soluție corectă” care este promovată, iar profesorii de matematică nu sunt obișnuiți/obișnuite să genereze sarcini deschise.


Figura 2: Sarcină de modelare normativă elaborată de un student



Water costs of a family

This is how the four family members deal with water:

Father: showers every day
Daughter: showers every other day
Mother: showers every day, cooks with the water, cleans
Baby son: is bathed twice a week



The water costs in the household amount to 400 Euros in one year, how should the payment be divided among the family members?

Task:

- 1) In *individual work*, think about possible distributions and draw up terms for them.
- 2) Get together *in groups* and discuss your approaches. Agree on a solution.
- 3) Think about how the distribution would look if there were two annual costs?

Modulul 3: Modelarea Normativă în Predarea Stocasticii

În cele ce urmează, vom prezenta o implementare în două sesiuni privind modelarea normativă în cadrul unui curs general de predare a stocasticii. Scopul acestui curs este ca studenții să dobândească cunoștințe profunde despre stocastică din perspectivă didactică. Mai concret, studenții învață despre dezvoltarea și aspectele conceptului de frecvență relativă și descriu dificultăți tipice de înțelegere când vine vorba de calcule cu rapoarte și atunci când se ocupă cu conceptul de „șansă”. Ei cunosc „Grundvorstellungen” și „idei fundamentale” relevante despre stocastică și cum să le aplice în mediile de învățare. Studenții analizează și evaluează standardele educaționale și programele de învățământ cu privire la stocastică. Ei sunt capabili să reflecteze asupra principiilor didactice pentru proiectarea lecției.

Grupul țintă al acestui curs sunt profesorii de matematică în formare din ultimul an al programului de licență (semestrul cinci). Cerințele prelabile de învățare sunt conținuturile de la lecțiile de stocastică de la școală, precum și o înțelegere de bază a modelării matematice. În mod ideal, studenții au urmat deja un curs

înruit, „Elementele Stocasticii”, unde aceleași conținuturi sunt abordate dintr-o perspectivă formală, matematică, pentru a oferi studenților și studentelor o înțelegere generală a conținuturilor specifice disciplinei în stocastică.

La Universitatea Paderborn, acest curs face parte dintr-un modul de 15 credite pentru programele de licență (7,5 puncte sunt desemnate pentru „Elementele Stocasticii”, 7,5 puncte pentru „Predarea Stocasticii”). Le este desemnat profesorilor de matematică în formare din semestrul al cincilea pentru școala secundară (clasele 5-10).

Obiectivele și structura de învățare

Obiectivele de învățare ale acestui modul sunt următoarele:

- Studenții știu să folosească ciclul de modelare (normativ) și sunt capabili/capabile să lucreze cu ei din perspective diferite, de exemplu analiza sarcinilor existente sau soluțiile studenților/studentelor, precum și proiectarea exercițiilor.
- Studenții și studentele cunosc diferența dintre modelarea descriptivă și cea normativă și pot discuta această diferență din perspectivă didactică.
- Studenții pot evalua și discuta relevanța modelării matematice (normative) în școală, în special în lecțiile de stocastică și pot reflecta asupra necesității modelării matematice normative în ceea ce privește educația pentru cetățenie.
- Studenții interiorizează modul în care analiza datelor (descriptive) și sporadicitatea datelor reale pot fi conectate cu deciziile în modelarea matematică.

Cursul general este predat în prelegeri și tutoriale în campus. Atât prelegerea, cât și tutorial-ul se desfășoară timp de 90 de minute, o dată pe săptămână pe parcursul întregului semestru (14 săptămâni în total). În timp ce în prelegere sunt prezentate și introduse noi conținuturi, aceste conținuturi sunt de obicei aplicate în exerciții în timpul tutorialelor. În plus, studenții predau săptămânal teme obligatorii cu exerciții similare cu cele din tutorial.

Am implementat subiectul modelării (normative) la mijlocul cursului, când vine vorba de analiza datelor și diferite moduri de statistică descriptivă, precum și de alfabetizare statistică. Am abordat tema modelării normative în cadrul a două prelegeri, două tutoriale și două teme. Prezentăm cele două sesiuni în cele ce urmează.

Prezentare Generală

Titlu	Modelare (Normativă și) date
Durată	4 x 90 min. + 2 x temă
Organizare	2 x 90 min. (prelegere) + 2 x 90 min. (tutorial) + 2 x temă
Literatură Comună	Alsina, Á. (2022). On Integrating Mathematics Education and Sustainability in Teacher Training: Why, to What End and How?. In <i>Controversial Issues and Social Problems for an Integrated Disciplinary Teaching</i> (pp. 9-21). Cham: Springer International Publishing.

	<p>Baykal, I. & Semiz, G. K. (2020). Middle school pre-service mathematics teachers' opinions related to mathematics education for sustainability. <i>Eurasian Journal of Educational Research</i>, 20(89), 111-136.</p> <p>Blum, W., & Leiss, D. (2005). „Filling Up “-the problem of independence-preserving teacher interventions in lessons with demanding modelling tasks. In <i>CERME 4– Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education</i> (Vol. 1623). Sant Feliu de Guíxois: FUNDEMI IQS–Universitat.</p> <p>Eichler, A., & Vogel, M. (2013). <i>Leitidee Daten und Zufall</i>. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.</p> <p>Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. <i>Revue Internationale de Statistique [International Statistical Review]</i>, 70(1), 1–25.</p> <p>Gal, I. (2019). Understanding statistical literacy: About knowledge of contexts and models. In J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina-Portillo (Eds.), <i>Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística</i> (pp. 1-15), Haifa.</p> <p>Gildehaus, L., & Liebendörfer, M. (2021). CiviMatics - Mathematical modelling meets civic education. In D. Kollosche (Ed.), <i>Exploring new ways to connect: Proceedings of the Eleventh International Mathematics Education and Society Conference</i> (Vol. 1, pp. 167-171). Tredition.</p> <p>Kaiser, G., & Maaß, K. (2006). Vorstellungen über Mathematik und ihre Bedeutung für die Behandlung von Realitätsbezügen. <i>Realitätsnaher Mathematikunterricht vom Fach aus und für die Praxis</i>, 83-94.</p> <p>Kaiser, G., Stender, P. (2013). Complex modelling problems in co-operative, self-directed learning environments. In: Stillmann, G., Kaiser, G., Blum, Brown, J. (Hrsg.): <i>Teaching mathematical modelling. Connecting to research and practice</i>. Dordrecht u.a.: Springer (2013) S. 277-293</p>
Subiecte	<p>Modelare (normativă)</p> <p>Analiza datelor și modelare matematică</p> <p>Educație statistică critică și modelare normativă</p>

Sesiunea 1

Scopul prelegerii este de a oferi o înțelegere mai profundă a metodelor statisticii descriptive și a modului în care poate fi gestionată sporadicitatea datelor. Ca parte a acesteia, modelarea matematică este introdusă și conectată la conceptele de analiză a datelor. În acest scop, prelegerea începe cu întrebarea: „Cum se descrie, se analizează și se modelează realitatea?” Se referă la trei tipuri posibile de referințe la realitate (Kaiser & Maaß, 2006) care sunt conectate la modelarea matematică în general și în special la ciclurile de modelare matematică. Pe baza unui exemplu de sarcină, sunt prezentați și discutați pașii relevanți ai proceselor de căutare a datelor și metodelor cat și modelele de analiză a acestor date. Într-un al doilea exemplu despre creșterea drojdiei, se fac considerații împreună cu studenții/studentele despre cum poate fi modelată creșterea, pe baza datelor reale de creștere a drojdiei. Ulterior, conținuturile introduse sunt discutate din perspectivă didactică: considerațiile didactice pe tema

modelării cu date sunt puse în aplicare și reconectate la ideile de analiză a datelor și referințe de realitate. În cele din urmă, posibilitățile de implementare a ESD (Educație pentru Dezvoltare Durabilă) în sălile de matematică care se ocupă de analiza și modelarea datelor sunt discutate într-un scurt excurs.

În cadrul tutorial-ului, ciclul de modelare conform Blum & Leiß (2005), precum și ciclul de modelare normativă (Gildehaus & Liebendörfer, 2021) sunt aprofundate, iar studenții și studentele analizează și discută sarcinile date cu privire la potențialul lor de modelare normativă. Scopul este de a stimula reflecțiile studenților și ale studentelor asupra modelării normative, făcând componentele normative în modelare mai vizibile și discutabile. În primul exercițiu al tutoria-lului, studenții/studentele exersează și discută modelarea în contextul creșterii infecțiilor cu Covid folosind GeoGebra. Pe baza diferitelor modele de creștere, urmează a fi făcute și reflectate diferite predicții asupra dezvoltării. Mai mult, ei/ele analizează și discută potențialul didactic de modelare cu acele modele de creștere diferite, precum și (dez)avantajele utilizării GeoGebra în acest context.

În a doua sarcină, studenții și studentele atribuie date celor trei etape ale analizei datelor (Eichler & Vogel, 2013) și explică cum ar face față situației cu ajutorul ciclului de modelare. În cele din urmă, se discută potențialul sarcinii în legătură cu „Predarea pentru durabilitate / ESD”.

Ambele sarcini sunt similare, ele repetă modelarea normativă, în acest caz pe baza datelor despre dispariția insectelor, precum și pe baza datelor despre amprente de carbon ale diferitelor alimente. Ambele exerciții sunt apoi analizate și reflectate în ceea ce privește potențialul lor didactic. În cele din urmă, studenții și studentele reflectă dacă ar folosi sarcinile de modelare normativă precum cele prezentate în propriile lor lecții viitoare. Planul complet al sesiunii, inclusiv literatura, materialele și activitățile concrete, pot fi găsite în anexa în limba engleză.

Sesiunea 2

Scopul celei de-a doua prelegeri este de a cunoaște elementele de bază ale educației în statistica critică, precum și de a lega aceste elemente de bază cu cele despre modelarea (normativă) din prelegerea anterioară.

Astfel, la început, se discută importanța educației în statistică critică/alfabetizării statistice. Sunt explicate componentele pentru alfabetizarea statistică și este prezentată o listă pentru examinarea critică a informației. Pe baza a trei exemple diferite, este prezentat modul în care alfabetizarea statistică poate fi promovată în cadrul procesului de analiză a datelor în sălile de matematică și în general.

În tutorial, studenții și studentele încep cu o scurtă repetiție de la o prelegere anterioară: lucrează cu corelații ca parte a analizei datelor și le reflectă critic pentru posibile concluzii și afirmații. Aceasta se conectează la prelegerea actuală despre alfabetizarea statistică și modelarea normativă. În consecință, studenții analizează datele dintr-un articol de ziar apoi leagă și reflectă procesul lor cu componentele educației statistice critice din prelegerea din a doua sarcină.

Tema pentru acasă repetă acest exercițiu într-un mod similar, unde un alt articol de ziar trebuie să fie analizat pe baza listei date pentru alfabetizarea statistică. În cele din urmă, studenților li se cere să creeze o hartă mentală în care conectează conținuturile prelegerilor anterioare, în special despre statistica descriptivă, cu ideile de modelare normativă și educație în statistică critică.

Evaluare și Comentarii

Am implementat și evaluat acest curs cu două cohorte de studenți. Incorporarea modelării matematice în stocastică, precum și faptul că majoritatea studenților și studentelor aveau cunoștințe anterioare despre

modelare matematică din studiile lor anterioare, au facilitat integrarea modelării în curs. Studenții au adaptat rapid conținutul și nu au prezentat probleme la înțelegerea conținutului. Au raportat că le place foarte mult să lucreze cu mediile GeoGebra și cu probleme realiste și date reale.

Cu toate acestea, în timp ce accentul ar fi fost pus pe dimensiunea politică a modelării, în ceea ce privește modelarea normativă, studenții au evaluat diferite aspecte ca fiind mai importante: atunci când au reflectat dacă vor folosi sarcini de modelare normativă în viitoarele lor lecții de matematică, ei au ridicat mai multe preocupări, cum ar fi timpul și efortul. Ca avantaje, au numit efectul posibil motivant al aplicațiilor din lumea reală drept motiv principal, dar nu și potențialul de a discuta dimensiunile politice. Astfel, ca în multe cazuri, înțelegerea conținutului de către studenți nu a fost direct conectată cu evaluarea conținutului. Putem ține cont de faptul că atitudinea profesorilor de matematică în formare față de dimensiunile politice ale matematicii și, mai precis, modelarea normativă, nu este neapărat deschisă.

Rezumat

În concluzie, activitățile de modelare implementate în diferitele cursuri au oferit mai multe beneficii studenților, inclusiv angajament și motivație sporite cât și abilități de gândire critică. Cu toate acestea, a devenit, de asemenea, vizibil faptul că modelarea normativă vine cu mai multe provocări pentru profesorii și profesoarele (în formare) de matematică, deoarece sarcinile deschise și discuțiile sunt uneori în contrast cu normele obișnuite ale clasei de matematică. În cadrul sesiunilor limitate de implementare pe care le-am avut, nu am putut întotdeauna să abordăm în totalitate aceste provocări și să convingem profesorii de necesitatea și beneficiile implementării modelării normative. Totuși, am oferit pași foarte importanți în această direcție. Modulele noastre prezentate permit o implementare ușoară și simplă în cursuri foarte diferite de formare a profesorilor și ale profesoarelor. Toate au dat dovadă de o mare comprehensiune și oferă o bună oportunitate de a introduce studenții în modelarea normativă și de a-i încuraja să reflecteze asupra dimensiunilor politice ale matematicii.

Bibliografie

- Alsina, Á. (2022). On Integrating Mathematics Education and Sustainability in Teacher Training: Why, to What End and How?. In *Controversial Issues and Social Problems for an Integrated Disciplinary Teaching* (pp. 9-21). Cham: Springer International Publishing.
- Baykal, I. & Semiz, G. K. (2020). Middle school pre-service mathematics teachers' opinions related to mathematics education for sustainability. *Eurasian Journal of Educational Research*, 20(89), 111-136.
- Besser, M., Kleickmann, T., & Vergin, J. (2020). Fachdidaktische Bewertung von Unterrichtsqualität am Beispiel mathematischen Modellierens. In H.-S. Siller, W. Weigel, & J. F. Wörler (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2020* (S.121-124). WTM.
- Blum, W., & Leiss, D. (2005). „Filling Up “-the problem of independence-preserving teacher interventions in lessons with demanding modelling tasks. In *CERME 4–Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (Vol. 1623). Sant Feliu de Guíxois: FUNDEMI IQS–Universitat.

- Blum, W., & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of mathematical modelling and application*, 1(1), 45-58.
- Eichler, A., & Vogel, M. (2013). *Leitidee Daten und Zufall*. Wiesbaden: Vieweg+ Teubner.
- Gal, I. (2002). Adults' statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *Revue Internationale de Statistique [International Statistical Re-view]*, 70(1), 1–25.
- Gal, I. (2019). Understanding statistical literacy: About knowledge of contexts and models. In J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística* (pp. 1-15), Haifa.
- Gildehaus, L., & Liebendörfer, M. (2021). CiviMatics - Mathematical modelling meets civic education. In D. Kollosche (Ed.), *Exploring new ways to connect: Proceedings of the Eleventh International Mathematics Education and Society Conference* (Vol. 1, pp. 167-171). Tredition.
- Kaiser, G., & Maaß, K. (2006). Vorstellungen über Mathematik und ihre Bedeutung für die Behandlung von Realitätsbezügen. *Realitätsnaher Mathematikunterricht vom Fach aus und für die Praxis*, 83-94.
- Kaiser, G., Blum, W., Ferri, R. B., & Stillman, G. (2011). *Trends in teaching and learning of mathematical modelling*. Springer Netherlands.
- Kaiser, G., Stender, P. (2013). Complex modelling problems in co-operative, self-directed learning environments. In: Stillmann, G., Kaiser, G., Blum, Brown, J.(Hrsg.): *Teaching mathematical modelling. Connecting to research and practice*. Dordrecht u.a.: Springer (2013) S. 277-293
- Marxer, M., Prediger, S., & Schnell, S. (2010). Wie verteilen wir die Müllgebühren? – Bildungswirksame Erfahrungen beim Entwickeln und Diskutieren normativer Modellierungen. *Praxis der Mathematik in der Schule*, 52(36), 19–25.
- Rellensmann, J. (2019). *Selbst erstellte Skizzen beim mathematischen Modellieren*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-24917-5>
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2015). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife: Beschluss der Kultusministerkonferenz von 18.10.2012*. Wolters Kluwer.
- Vos, P., & Frejd, P. (2022). The modelling cycle as analytic research tool and how it can be enriched beyond the cognitive dimension. *Twelfth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME12), TWG06(22)*. <https://hal.science/hal-03759063>

CAPITOLUL 6

Povești despre cercetarea științifică

Florin Fesnic

Centrul pentru Studierea Democrației, Universitatea Babeș-Bolyai Cluj, Romania

Introducere

Educația civică și științifică reprezintă pietrele de temelie ale unei societăți democratice de succes. Ambele joacă un rol esențial în promovarea bunăstării sociale și economice. Prin împuternicirea indivizilor cu cunoștințele necesare pentru a participa în mod activ în procesul democratic, pentru a lua decizii în cunoștință de cauză, pentru a promova inovarea, pentru a îmbrățișa diversitatea și pentru a contribui la prosperitatea economică, aceste forme de educație creează un ciclu virtuos care susține o națiune prosperă. Guvernele, educatorii și comunitățile trebuie să recunoască importanța educației civice și științifice pentru a construi un viitor mai bun și mai prosper pentru toți. Numai printr-o cetățenie educată și implicată putem depăși provocările, susține valorile democratice și promova o societate care acordă prioritate bunăstării colective a membrilor săi.

Chiar dacă în acest curs se pune accentul pe oferirea de exemple de cercetare științifică pentru a ilustra logica cercetării științifice, aspectele normative (adică civice) sunt de asemenea prezente, implicit sau, în unele cazuri, chiar explicit. Altfel spus, un criteriu important pentru selectarea exemplilor discutate în acest curs, pe lângă valoarea lor științifică, a fost acela de a le conecta la bunăstarea socială, economică, politică și/sau medicală a cetățenilor și a societăților. Unul dintre cele mai grăitoare exemple în acest sens va fi discuția despre modul în care societățile și guvernele au răspuns la epidemia de Covid-19 și despre rolul crucial jucat în acest context de educația științifică și civică.

Publicul potențial pentru acest curs (sau, mai degrabă, pentru cartea care va apărea în curând, bazată pe el) este foarte larg. Publicul inițial pentru acest curs, care se intenționează a fi oferit ca un curs opțional de un semestru, sunt studenții la nivel de licență din domeniul științelor sociale (de exemplu, științe politice sau sociologie). Acest curs poate fi unul de sine stătător sau o completare la cursuri introductive mai tradiționale în metodele de cercetare. Cu toate acestea, publicul poate fi mult mai larg decât acesta, cum ar fi studenții din diverse domenii (de exemplu, medicină), elevii de liceu care doresc să își continue studiile în universități sau publicul larg. Unul dintre cele mai importante mesaje ale acestui curs este că, deși exemplele discutate sunt foarte diverse, logica cercetării științifice este foarte asemănătoare în toate domeniile științifice.

Infrastructura cursului

Obiective de cunoaștere

Acestea sunt obiectivele de cunoaștere interrelaționate ale cursului:

- Scopul principal al cursului este să îmbunătățească cultura științifică, precum și cunoștințele și conștiința civică a studenților
- Un obiectiv strâns legat de primul este acela de a-i face pe studenți conștienți de logica unificatoare a cercetării științifice în domenii foarte diverse (de exemplu, științe politice și medicină)
- în funcție de context și de gradul de expunere anterioară a studenților la metodele de cercetare, un beneficiu suplimentar poate fi familiarizarea acestora cu conceptele de bază (de exemplu, variabile independente și dependente) sau metodele (de exemplu, regresia liniară) din cercetarea științifică

După terminarea cursului, studenții ar trebui să fie mai bine pregătiți pentru a înțelege și evalua critic, atât dintr-o perspectivă empirică (adică științifică), cât și normativă (civică), unele dintre dezbaterile actuale importante din spațiul public (de exemplu, realitatea, cauzele și consecințele schimbărilor climatice, sau beneficiile vaccinării).

Modalități de predare, infrastructură, cerințe și evaluare

Deocamdată, acest curs nu a fost niciodată predat ca o clasă formală. El va putea fi predat fie ca un curs opțional, fie ca un supliment la un curs mai formal de introducere în metodele de cercetare. În acest din urmă caz, materialul pentru/de la acest curs poate fi utilizat în timpul seminariilor, pentru a ilustra modul în care conceptele și metodele învățate în timpul cursurilor (de exemplu, metoda experimentală sau regresia liniară) pot fi utilizate pentru a analiza exemple din lumea reală. Evident, în funcție de situația specifică, predarea, cerințele și evaluarea pot și trebuie să fie adaptate în consecință. Mai jos este doar un exemplu al modului în care aș preda cursul respectiv ca un curs de sine stătător.

Clasa este concepută într-un format de tip seminar. Studenții vor fi evaluați pe baza:

(1) participarea activă la clasă (20% din nota finală) - inclusiv, dar fără a se limita la, răspunsurile lor la întrebările furnizate în prealabil (vezi mai jos), și

(2) un examen final (80% din nota finală) - acesta va consta în trei eseuri scurte bazate pe o selecție din lista de întrebări furnizată în prealabil (a se vedea mai jos).

Toate lecturile obligatorii vor fi furnizate în avans, fie sub formă de fișiere pdf (prin e-mail, ca atașamente), fie, atunci când este posibil/disponibil, sub formă de linkuri către web. În plus, după fiecare curs, voi pune la dispoziție un PowerPoint cu prelegerea/punctele principale discutate în clasă, precum și un video YouTube cu înregistrarea discuției. Referitor la acest din urmă punct, trebuie să menționez că (1) cursul (în acest caz specific) va fi un curs opțional și, prin urmare, studenții nu vor fi obligați să îl urmeze, și (2) doar fața mea va fi vizibilă în înregistrare. În fine, toate seturile de date utilizate pe parcursul semestrului vor fi, de asemenea, puse la dispoziția studenților.

Foia de parcurs a cursului: structura și conținutul unităților de învățare (săptămâni)

Săptămîna 1

Titlu	Introducere. Ce este metoda științifică?
Durată	Două ore
Organizare	Predare și discuție
Literatură	Eric J. Johnson, Daniel Goldstein. 2003 (Nov 21). "Do Defaults Save Lives?" <i>Science</i> 302, 5649, pp. 1338-1339. DOI: 10.1126/science.1091721. Wynn, Charles M., and Arthur W. Wiggins. 2017. <i>Quantum Leaps in the Wrong Direction: Where Real Science Ends... and Pseudoscience Begins</i> , 2nd ed. Oxford University Press (Chapter 1, "The Road to Reality: Scientific Method," pp. 1-10).
Teme	Metoda științifică (versus „simțul comun”)
Întrebări	Ce este metoda științifică? Prin ce se deosebește ea de „simțul comun”? De ce este important ca publicul să aibă cel puțin o înțelegere de bază a științei și a metodei științifice?

Săptămînile 2 și 3

Titlu	Scurtă introducere în metodele și conceptele metodologice de bază
Durată	Între două și șase ore (după cum este necesar) Notă: În funcție de gradul de expunere anterioară la metodele de cercetare pe care l-au avut studenții, această secțiune poate fi mai lungă, mai scurtă, sau eliminată complet
Organizare	Predare și discuție
Literatură	Hague, Rod, Martin Harrop, and John McCormick. 2019. <i>Comparative Government and Politics: An Introduction</i> , 11th ed. Red Globe Press (Chapter 3, "Comparative Methods: An Overview").
Teme	Concepte de bază (de exemplu, variabilă dependentă și independentă) și metode (de exemplu, regresie liniară)
Întrebări	Care sunt cele mai de bază concepte și metode în cercetarea științifică? De ce și cum sunt ele utile?

Săptămîna 4

Titlu	Retrospecție oarbă: de ce atacurile rechinilor sunt rele pentru democrație
Durată	Două ore

Organizare	Predare și discuție
Literatură	Achen, Christopher H., and Larry M. Bartels. 2003. "Blind Retrospection: Why Shark Attacks Are Bad For Democracy." Vanderbilt University, CSDI Working Paper 5-2013, available at < https://www.vanderbilt.edu/csdi/research/CSDI_WP_05-2013.pdf >.
Teme	Vot prospectiv versus vot retrospectiv; "retrospecție oarbă"
Întrebări	Avem cazuri în care alegătorii „pedepsesc” politicienii care candidează pentru a fi re-aleși pentru „acte ale naturii” (adică, evenimente rele care sunt în afara controlului politicienilor)? Dacă da, ce înseamnă acest lucru pentru democrație?

Săptămîna 5

Titlu	Americanii mai bogați tind să voteze cu republicanii, dar statele americane mai bogate votează mai mult democrat
Durată	Două ore
Organizare	Predare și discuție
Literatură	Gelman, Andrew, Boris Shor, Joseph Bafumi, and David Park. 2007. "Rich state, poor state, red state, blue state: What's the matter with Connecticut?" <i>Quarterly Journal of Political Science</i> 2, 345-367, available at < http://www.stat.columbia.edu/~gelman/research/published/rb_qjps.pdf >.
Teme	Greșeli logice/metodologice (inferențe ecologice v. individualiste); regresie liniară (pantă)
Întrebări	Putem presupune întotdeauna că un rezultat obținut la un nivel de analiză (de exemplu, individual) va fi replicat la nivel agregat (de exemplu, de stat)? Dacă nu, de ce?

Săptămîna 6

Titlu	Un puzzle al alegerilor din Ucraina (prezidențialele din 1999 vs. 1994)
Durată	Două ore
Organizare	Predare și discuție
Literatură	Fesnic, Florin. 2017. "Making Methodology Fun." Poster presented at the Annual Meeting of the American Political Science Association, San Francisco, CA. Available at < https://apsa2017-apsa.ipostersessions.com/default.aspx?s=60-59-1B-88-2E-8F-28-E9-CC-54-F2-31-3A-2D-B8-AD >.
Teme	Stînga versus dreapta; naționalism; dimensiuni ideologice
Întrebare	De ce ponderea voturilor la nivel regional pentru Kuchma la alegerile prezidențiale din Ucraina din 1999 a fost corelată <i>negativ</i> cu cota sa de vot din 1994?

Săptămîna 7

Titlu	Paradoxul Alabama: compararea formulelor pentru reprezentarea proporțională
Durată	Două ore
Organizare	Predare și discuție
Literatură	The Institute for Mathematics and Democracy. "Apportionment." Available at https://mathematics-democracy-institute.org/apportionment/# . Accessed August 8, 2023.
Teme	Reprezentare proporțională; formule monotone versus nemonotone; cele mai mari medii față de resturile cele mai mari
Întrebări	Există formule de reprezentare proporțională nemonotone? Dacă da, de ce? Care sunt atunci consecințele empirice? Care sunt consecințele normative?

Săptămîna 8

Titlu	Reforma electorală din Ungaria: consecințe empirice și considerente normative
Durată	Două ore
Organizare	Predare și discuție
Literatură	Scheppele, Kim Lane. 2014 (May 26). "Hungary and the End of Politics: How Victor Orbán launched a constitutional coup and created a one-party state." <i>The Nation</i> , http://www.thenation.com/article/179710/hungary-and-end-politics# . Scheppele, Kim Lane, Miklós Bánkúti, and Zoltán Réti. 2014 (April 13). "Legal But Not Fair (Hungary)." <i>The Conscience of a Liberal</i> , http://krugman.blogs.ny-times.com/2014/04/13/legal-but-not-fair-hungary/ .
Teme	Sistemele electorale majoritare v. proporționale; <i>malapportionment</i> ; <i>gerrymandering</i>
Întrebări	Ce înțelegem prin <i>gerrymandering</i> ? Ce înțelegem prin <i>malapportionment</i> ? Este „corect” să le folosim în designul instituțional?

Săptămîna 9

Titlu	Aparate electronice de vot și sănătatea nou-născuților(Brazilia)
Durată	Două ore
Organizare	Predare și discuție
Literatură	Fujiwara, Thomas. 2017 (October 24). "Political inclusion and development outcomes: Brazil introduces electronic voting." <i>VoxDev</i> , https://voxdev.org/topic/technology-innovation/political-inclusion-and-development-outcomes-brazil-introduces-electronic-voting . <i>Recomandat:</i> Fujiwara, Thomas. 2015. "Voting Technology, Political Responsiveness, and Infant Health: Evidence from Brazil." <i>Econometrica</i> 83, 2: 423-464. Available at https://www.princeton.edu/~fujiwara/papers/elevote_site.pdf .
Teme	Experiment natural; „tratament”; „grup de tratament”; grup de control

Întrebări	Pe baza dovezilor prezentate de Fujiwara, dar și a intuiției dumneavoastră, cât de convingător vi se pare argumentul său (introducerea aparatelor electronice de vot → sănătatea sugarului)?
-----------	--

Săptămîna 10

Titlu	Spălarea mâinilor și febră puerperală
Durată	Două ore
Organizare	Predare și discuție
Literatură	Carey, Stephen S. 2011. <i>A Beginner's Guide to Scientific Method</i> , 4th ed. Boston, MA: Wadsworth Cengage Learning (Chapter 1, "Science," pp. 2-5). Last, John M. 2002. "Semmelweis, Ignaz," in Scheppele, Breslow, Lester (ed.), <i>Encyclopedia of Public Health</i> . Macmillan (pp. 1087-88). Wikipedia, "Ignaz Semmelweis", < https://en.wikipedia.org/wiki/Ignaz_Semmelweis >.
Teme	Experiment natural; „tratament”; „grup de tratament”; grup de control
Întrebări	Vedeți vreo asemănare între „experimentul natural” al lui Fujiwara, discutat săptămîna trecută, și exemplul lui Semmelweis? Putem vorbi aici despre un experiment? Dacă da, este un experiment „propriu-zis”, sau un „experiment natural”? De ce?

Săptămîna 11

Titlu	„Harta fantomelor” a lui John Snow și „marele experiment” din 1854
Durată	Două ore
Organizare	Predare și discuție
Literatură	Frerichs, Ralph R. "Snow's Grand Experiment of 1854." < https://www.ph.ucla.edu/epi/snow/grand_experiment.html >. National Geographic. "Mapping A London Epidemic." < https://www.nationalgeographic.org/activity/mapping-london-epidemic >. Montelpare, William J., Emily Read, Teri McComber, Alyson Mahar, and Krista Ritchie. <i>Applied Statistics in Healthcare Research</i> (Ch. 7, "John Snow and the Natural Experiment"). < https://pressbooks.library.upei.ca/montelpare/chapter/john-snow-and-the-natural-experiment/#chapter-172-section-1 >.
Teme	Experiment natural; „tratament”; „grup de tratament”; grup de control
Întrebări	Vedeți vreo asemănare între „experimentul natural” al lui Fujiwara, discutat acum două săptămîni, exemplul lui Semmelweis, discutat săptămîna trecută, și exemplul lui John Snow? Putem vorbi aici despre un experiment? Dacă da, este un experiment „propriu-zis” sau un „experiment natural”? De ce?

Săptămînile 12-14

Titlu	Educație civică, educație științifică, și răspunsul la Covid-19
-------	--

Durată	Șase ore
Organizare	Predare și discuție
Literatură	Fesnic, Florin. 2022. “ Three Toxic Ingredients Making the COVID-19 Pandemic Worse: United States and Romania Compared. ” Presented at the Annual Meeting of the Midwest Political Science Association, Chicago, IL. Recomandate: Claessens, Michel. 2021. <i>The Science and Politics of Covid-19</i> . Springer. Lilleker, Darren (ed.) 2021. <i>Political Communication and COVID-19 Governance and Rhetoric</i> . Routledge. Spiegelhalter, David, and Anthony Masters. 2021. <i>Covid by Numbers: Making Sense of the Pandemic with Data</i> . Pelican.
Teme	Educație științifică; educație civică; public; elite; media; Covid-19
Întrebări	Cât de mare credeți că a fost impactul educației științifice și civice asupra modului în care diferite țări au reacționat la Covid-19?

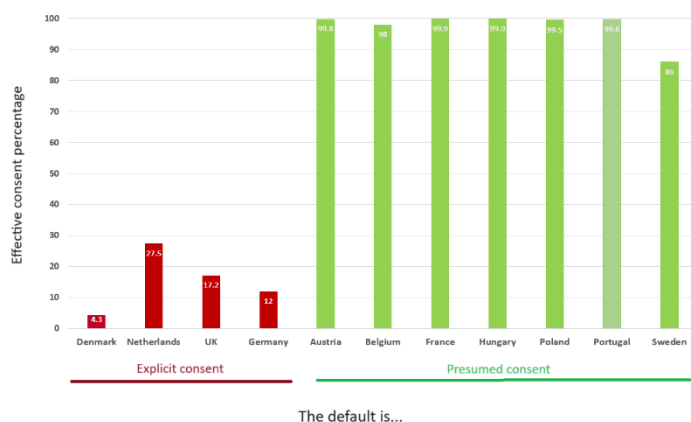
Scurte sinteze ale subiectelor săptămânale

Săptămâna 1: Introducere. Ce este metoda științifică? Exemplu: mici detalii legale/birocratice pot salva vieți

Un studiu transnațional foarte important și cunoscut pe scară largă care demonstrează că un detaliu birocratic aparent inofensiv (și anume, dacă legislația națională îi face pe cetățeni donatori de organe în mod implicit sau nu) poate avea un impact mare asupra proporției populației care este potențial donatoare de organe. Prin urmare, răspunsul la întrebarea de mai sus este „da”.

Figura 1

Ratele efective de consimțământ, pe țări: consimțământul explicit (opt-in) vs. consimțământul prezumat (optout).



Sursă: adaptat după Johnson și Goldstein (2003)

Săptămânile 2-3: Scurtă introducere în metodele de cercetare de bază și concepțiile metodologice

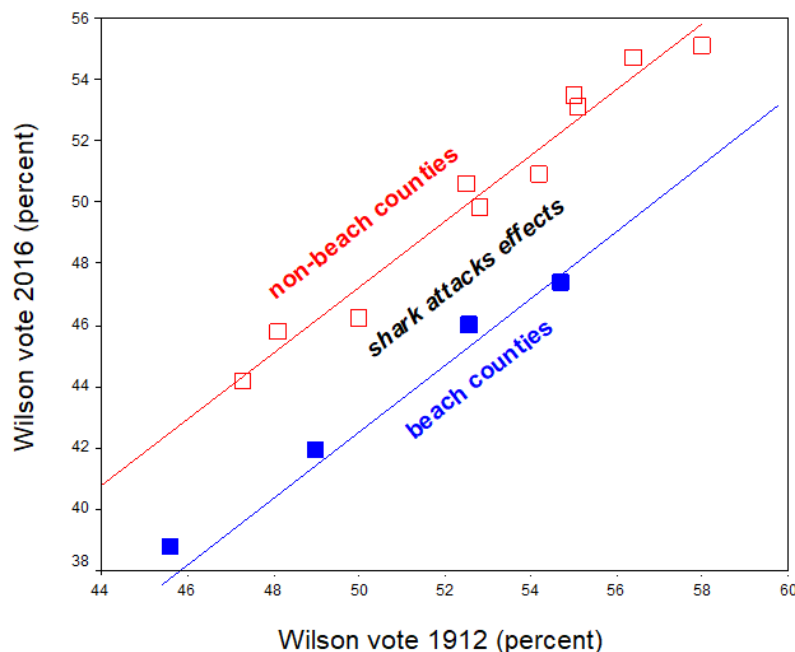
Această secțiune a cursului este importantă pentru studenții care nu au avut o expunere anterioară la metodele de cercetare, dar mai puțin pentru cei care au urmat deja cursuri de metode de cercetare (sau pentru cei care urmează acest curs ca seminar sau ca o completare a unui curs de metode de cercetare). În consecință, această secțiune poate fi extinsă, micșorată sau sărită cu totul, după cum consideră instructorul că este necesar.

Săptămâna 4: „Votul retrospectiv orb”: de ce atacurile rechinilor sunt rele pentru democrație

Conceptul de vot retrospectiv este utilizat pe scară largă în literatura de specialitate privind comportamentul de vot. În esență, este vorba despre ideea că alegătorii evaluează candidații în funcție de performanțele acestora. Dacă un alegător este mulțumit de performanța candidatului în funcție, va vota pentru acesta. În caz contrar, nu îl va vota. Cu toate acestea, ar fi mai puțin intuitiv dacă alegătorii i-ar „pedepsi” pe candidații în funcție pentru evenimente precum dezastrelor naturale, care nu sunt în niciun caz sub controlul acestora din urmă. Cu toate acestea, este exact ceea ce, potrivit lui Achen și Bartels, s-a întâmplat la alegerile prezidențiale din SUA din 2016, când alegătorii din regiunile de coastă din New Jersey l-au „pedepsit” pe președintele în exercițiu Woodrow Wilson pentru o serie de atacuri ale rechinilor care au avut loc în zonă în vara care a precedat alegerile – ilustrând un caz de retrospectiv „oarbă”.

Figura 2

Votul la nivel de comitat pentru Woodrow Wilson în New Jersey, 1912 și 1916: comitatele de pe plajă față de cele din afara plajei



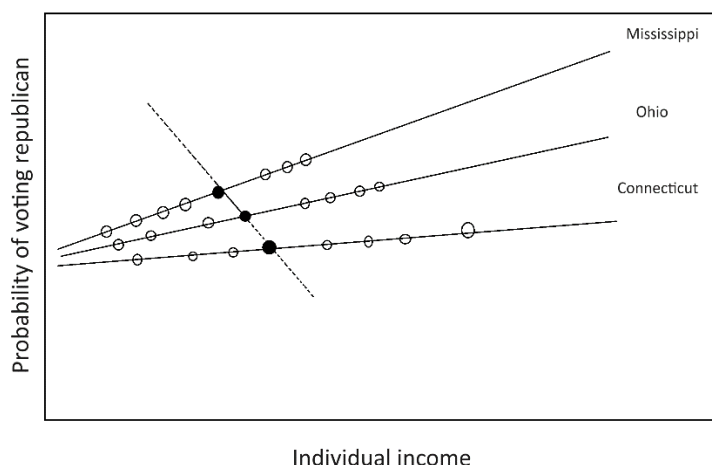
Sursă: adaptat după Achen și Bartels (2003)

Săptămâna 5: Americanii bogați votează pentru Partidul republican, statele americane bogate votează cu Partidul democrat

Greșeala logică/metodologică la nivel individual (*individualistic fallacy*) apare atunci când un cercetător presupune că un rezultat observat la nivel individual este reprodus la nivel agregat (o eroare mai puțin intuitivă decât omologul său ecologic). Votul în SUA oferă un exemplu elocvent. Chiar dacă, la nivel individual, americanii mai bogați sunt mai predispuși să voteze cu Partidul republican, cel mai ridicat nivel de sprijin electoral pentru Partidul republican se regăsește, la nivel agregat, în statele americane mai sărace. Andrew Gelman ne oferă o explicație pentru acest aparent paradox. Dacă folosim datele din sondaje pentru un grafic cu linii de regresie *la nivel individual*, cu venitul mediu pe axa X și probabilitatea de a vota republican pe axa Y pentru diferite state, observăm că, cu cât statul este mai sărac, cu atât panta este mai mare (și pozitivă). Atunci când agregăm rezultatele, patternul se inversează.

Figura 3

Probabilitatea de a vota cu Partidul republican în funcție de venit diferă și în funcție de cât de bogat sau sărac este statul în care se află alegătorul



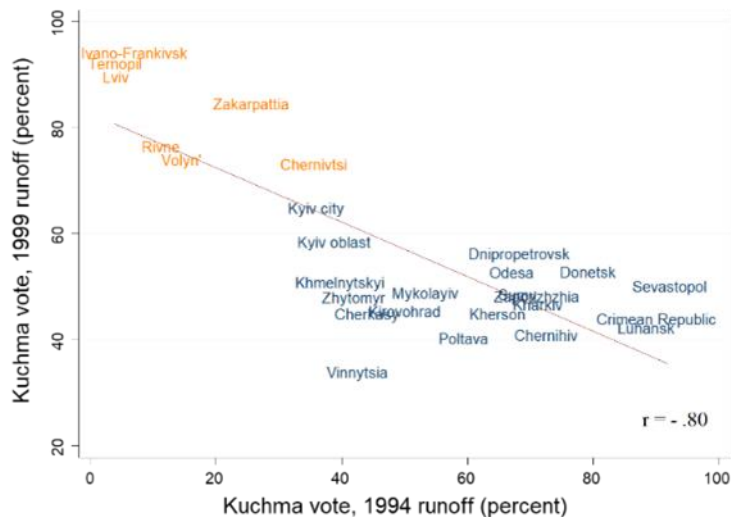
Sursă: Figura 3 în Gelman et al. (2007)

Săptămâna 6: De ce am avut o corelație negativă între votul la nivel regional pentru Leonid Kuchma în alegerile prezidențiale din Ucraina din 1999 și votul pentru același candidat în 1994?

De obicei, sprijinul electoral la nivel regional pentru un candidat la un anumit scrutin este un foarte bun predictor al sprijinului pe care acesta îl va avea la următorul scrutin - de exemplu, dacă V_e și V_{e+1} reprezintă cotele X de voturi ale candidatului în alegerile e și e+1, atunci vom observa o corelație puternică și pozitivă între V_e și V_{e+1} . Cu toate acestea, ceea ce s-a întâmplat cu votul lui Leonid Kuchma în anii 1990 în Ucraina a fost exact opusul: corelația dintre V_{1994} și V_{1999} a fost de -0,80! Dacă luăm în considerare mizele acestor alegeri, clivajul principal din politica electorală ucraineană și schimbarea relativă a poziției lui Kuchma în aceste două alegeri, lucrurile încep să aibă sens.

Figura 4

Votul la nivel regional (oblast) pentru Leonid Kuchma în turul al doilea al alegerilor prezidențiale din Ucraina, 1999 v. 1994



Sursă: Florin Fesnic

Săptămîna 7: Alabama Paradox („Paradoxul Alabama”): unele formule de reprezentare proporțională nu sunt monotone!

O așteptare rezonabilă pentru un sistem electoral, în special pentru orice formă de reprezentare proporțională, este să fie monoton. Dintre cele două tipuri majore de formule de PR, cele mai mari medii și cele mai mari resturi, doar primele sunt monotone. Acest lucru a fost descoperit în SUA la sfârșitul secolului al XIX-lea, într-o perioadă în care se folosea o formă de formulă a celor mai mari resturi (metoda *Hamilton Apportionment*) pentru a aloca locurile în Camera Reprezentanților. Folosind această formulă, într-o Cameră cu 299 de locuri, Alabama ar fi primit opt locuri. Dacă mărimea Camerei ar fi fost mărită la 300 de locuri, Alabama ar fi primit doar șapte locuri.

Tabelul 1

The Alabama Paradox („Paradoxul Alabama”)

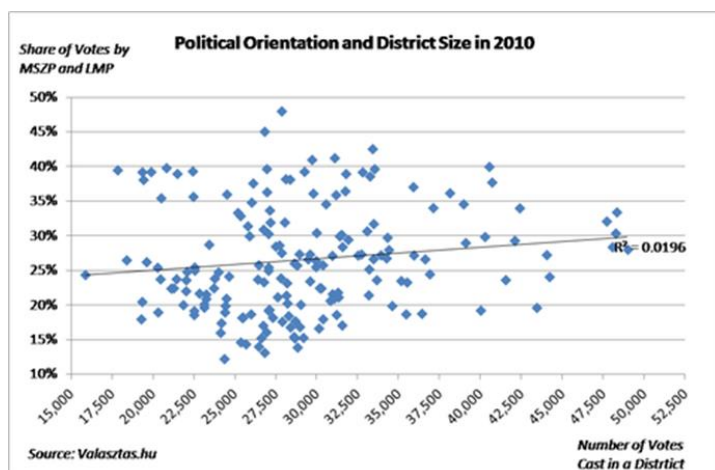
299 Seats			300 Seats		
State	Population/s	Seats allocated:	State	Population/s	Seats allocated:
Alabama	7.646	8	Alabama	7.671	7
Texas	9.640	9	Texas	9.672	10
Illinois	18.640	18	Illinois	18.702	19

Sursă: The Institute for Mathematics and Democracy (“Apportionment”)

Săptămîna 8: Malapportionment și gerrymandering în Ungaria

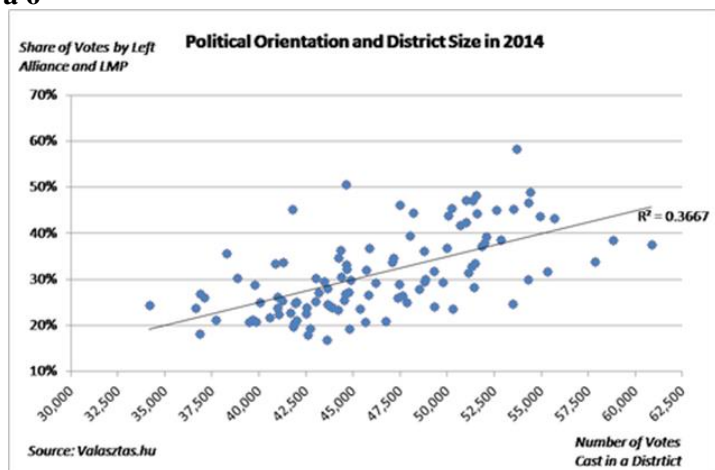
Malapportionmentul (existența unor circumscripții uninominale cu un număr foarte inegal de alegători) și *gerrymanderingul* (crearea de circumscripții electorale pentru a avantaja un anumit partid politic sau un anumit candidat) sunt, fără îndoială, problematice chiar și pentru democrațiile consolidate. Lucrurile sunt și mai grave atunci când acestea devin instrumente în mâna unui lider autoritar care caută să își consolideze puterea, așa cum este cazul lui Viktor Orban în Ungaria. Până în 2010, Ungaria folosea un sistem electoral similar cu cel german, dar mai puțin proporțional. După ce a preluat puterea, Orban a operat două modificări majore ale sistemului electoral, (i) redesenând granițele circumscripțiilor electorale uninominale și (ii) mutând ponderea mandatelor SMD față de cele PR în favoarea primelor. La aceste două aspecte putem adăuga un al treilea factor determinant, la fel de important, al rezultatelor electorale, și anume (iii) *malapportionmentul*. Chiar dacă, din punct de vedere tehnic, acesta a fost întotdeauna prezent, el a devenit important doar după reforma electorală, în combinație cu primele două aspecte (a se vedea mai jos, Figura 5 v. Figura 6).

Figura 5



Sursă: Scheppele et al. (2014)

Figura 6



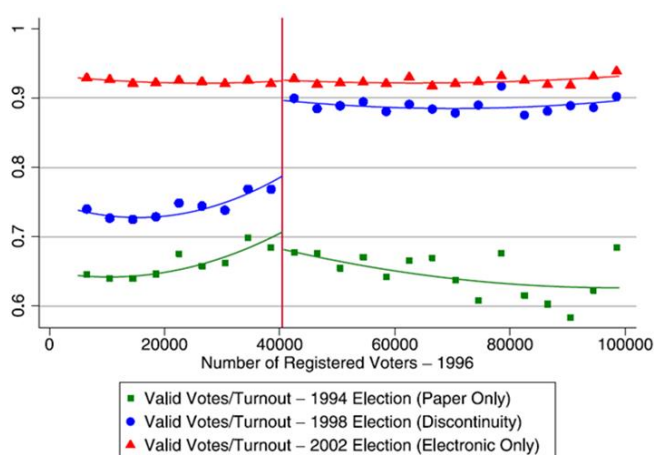
Sursă: Scheppele et al. (2014)

Săptămâna 9: Mașini de vot electronice și sănătatea nou-născuților

Orice reformă electorală care are ca rezultat o creștere semnificativă a participării la vot (nu doar a participării „formale”, ci și a participării „efective”) este un pas important pentru o democrație. Prin participare „efectivă” înțeleg proporția de electorat care nu numai că votează, ci și își numără voturile. Brazilia oferă un exemplu de țară în care, din cauza ratelor ridicate de analfabetism și a unui sistem electoral complicat, o mare parte din voturile exprimate au fost aruncate la gunoi. Introducerea mașinilor de vot electronice în anii 1990 a avut un efect semnificativ și pozitiv: ponderea voturilor nule a scăzut dramatic. În plus, introducerea mașinilor de vot electronic a fost treptată, creând astfel cadrul pentru un minunat experiment natural:

Figura 7

Experimentul natural din Brazilia, 1994-2002: mașinile electronice de vot și prezența la vot



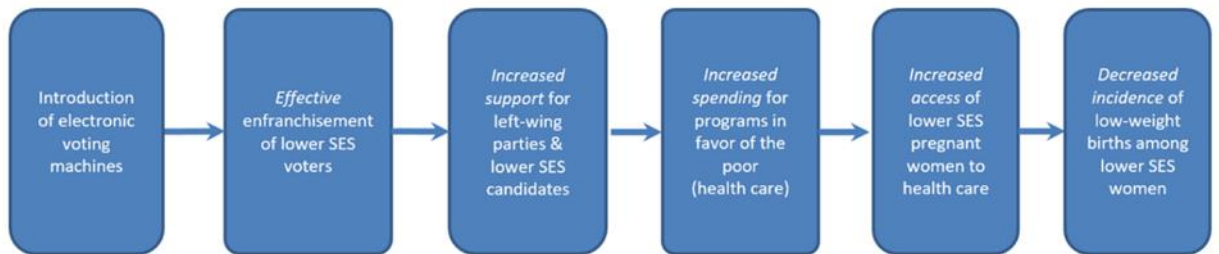
—Valid votes/turnout—local averages and parametric fit. Each marker represents the average value of the variable in a 4000-voter bin. The continuous lines are from a quadratic fit over the original (“unbinned”) data. The vertical line marks the 40,500-voter threshold.

Sursă: Fujiwara (2015)

Pe lângă reducerea semnificativă a numărului de voturi nule, această reformă electorală a avut și alte rezultate pozitive, deși destul de neașteptate. Ea a dus la victorii semnificative pentru partidele și candidații de stânga, reformiști din punct de vedere social. Acest lucru, la rândul său, s-a tradus în politici care au fost benefice pentru brazilienii din clasa de jos. Un exemplu spectaculos este progresul semnificativ înregistrat în ceea ce privește sănătatea copiilor (mai exact, o scădere importantă a procentului de nou-născuți cu greutate insuficientă în familiile din clasa inferioară):

Figura 8

De la mașinile electronice de vot la sănătatea nou-născuților



Sursă: „rezumat” personal (Florin Fesnic) al lui Fujiwara (2015 & 2017)

Săptămâna 10: Ignaz Semmelweis: dezinfecția mâinilor și febra puerperală

Febra puerperală este o boală foarte gravă, adesea mortală, care a fost una dintre bolile grave în rândul femeilor după naștere sau avort spontan până la mijlocul secolului al XIX-lea. Cauza principală este infecția provocată de necurătenie. În anii 1840, incidența febrei puerperale și a deceselor asociate cu aceasta era semnificativ mai mare la Prima Maternitate din Viena, care oferea servicii de predare pentru studenții la medicină, decât la cea de-a doua Maternitate din vecinătate, care oferea instruire pentru moașe.

Figura 9

Decese din cauza febrei puerperale în cele două clinici din Viena, 1841-1846



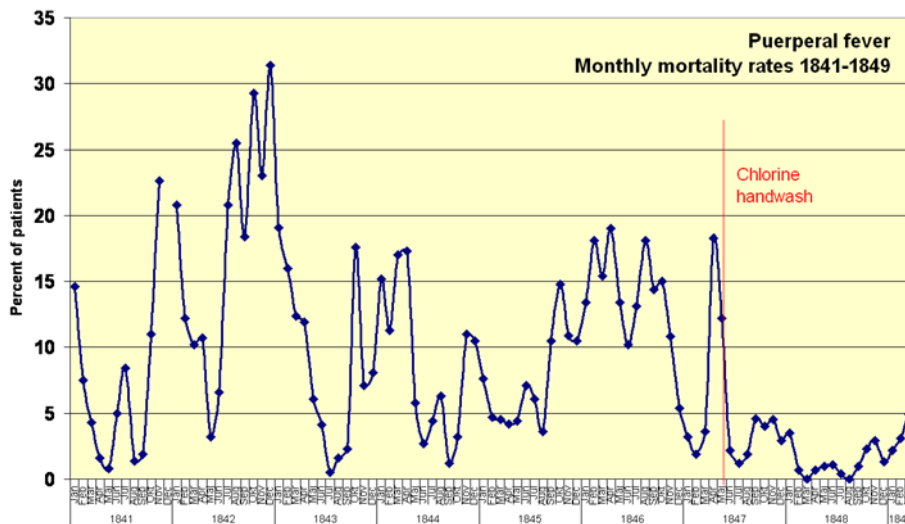
Sursă: graphic făcut de autor (Florin Fesnic) folosind date Wikipedia (“Ignaz Semmelweis”)

Doctorul Ignaz Semmelweis, care lucra la *Clinica numărul 1* la acea vreme, a avut intuiția că aceasta era rezultatul unei igiene precare. Medicii și studenții de la *Clinica numărul 1* făceau autopsii,

apoi examinau femeile fără să se spele pe mâini. Când Semmelweis a introdus dezinfectia obligatorie a mâinilor cu clor, rezultatele au fost spectaculoase.

Figura 10

Decese din cauza febrei puerperale în prima clinică din Viena, 1841-1849



Sursă: Wikipedia, “Ignaz Semmelweis”

Săptămâna 11: „Harta fantomelor” a lui John Snow și „marele experiment” din 1854

La mijlocul secolului al XIX-lea, teoria predominantă privind cauza holerei, chiar și în rândul medicilor și a oamenilor de știință, era „teoria miasmei”. Doctorul John Snow, unul dintre părinții fondatori ai sănătății publice și ai teoriei germenilor, a avut intuiția că cauza era ceva din apă, mai degrabă decât din aer. Epidemia din 1853-54 din Londra i-a oferit ocazia de a susține această teorie. Urmărind cu atenție evoluția epidemiei, începând cu primul caz, el a emis teoria că epidemia a pornit de la o anumită pompă de apă, cea din Broad Street.

Șansa i-a oferit lui Snow un experiment natural. La acea vreme, existau mai multe companii care furnizau apă londonezilor. Snow a putut compara ratele de deces cauzate de holeră pentru clienții a două dintre aceste companii, Lambeth și Southwark, în două epidemii de holeră consecutive. În timpul primei epidemii, ambele companii își extrăgeau apa din Tamisa, și o făceau în interiorul Londrei. Astfel, apa lor era foarte poluată și reprezenta un teren foarte fertil pentru răspândirea holerei.

În timpul acestei epidemii, ratele de mortalitate pentru clienții celor două companii au fost foarte asemănătoare. Între epidemiile din 1849 și 1853, Lambeth și-a mutat sursa de apă în amonte. Astfel, apa lor era acum mult mai curată. În timpul celei de-a doua epidemii, rata de mortalitate pentru clienții Lambeth a fost mai mică decât cea pentru Southwark cu aproape un ordin de mărime.

Figura 11

Decese cauzate de holeră în grupul „de tratament” vs. grupul „de control”

Source of water	Houses supplied	Cholera deaths	Proportion/100,000
Southwark	40,046	1,263	315
Lambeth	26,107	98	38
Other	256,423	1,422	56

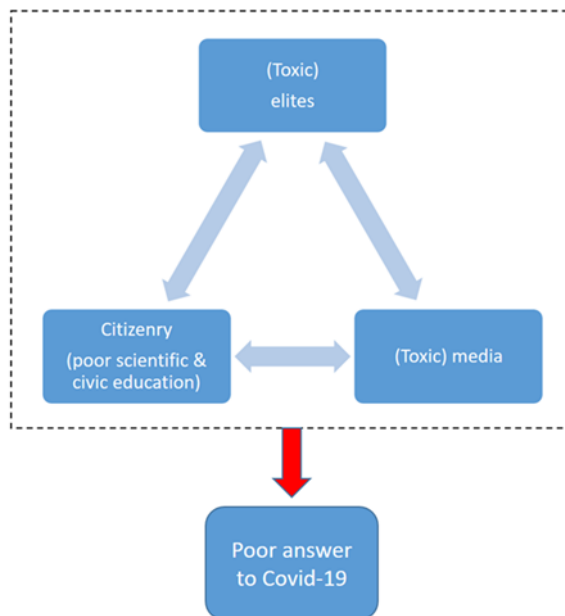
Sursă: adaptat după Montelpare et al., “John Snow and the Natural Experiment” (Tabelul 7.2).

Săptămânile 12-14: Educație civică, educație științifică, și răspuns la Covid-19

Un mod de a privi pandemia Covid-19 este ca pe o oglindă care evidențiază deficiențele politice, economice, sociale și culturale/atitudinale din toate țările afectate. Unele țări au reacționat mult mai bine decât altele, iar simpla examinare a dezvoltării economice (ca o aproximare a calității sistemului de sănătate) nu explică prea mult de ce țările au reacționat atât de diferit. În ultimele săptămâni ale cursului vom discuta acțiunile și retorica elitelor politice, a mass-mediei și a publicului larg, luând în considerare impactul educației civice și științifice.

Figura 12

O teorie despre modul în care țările au răspuns la epidemia de Covid-19



Sursă: Fesnic (2022)

Bibliografie

- Achen, Christopher H., and Larry M. Bartels. 2003. "Blind Retrospection: Why Shark Attacks Are Bad For Democracy." Vanderbilt University, CSDI Working Paper 5-2013, available at <https://www.vanderbilt.edu/csdi/research/CSDI_WP_05-2013.pdf>.
- Carey, Stephen S. 2011. *A Beginner's Guide to Scientific Method*, 4th ed. Boston, MA: Wadsworth Cengage Learning (Chapter 1, "Science," pp. 2-5).
- Fesnic, Florin. 2017. "Making Methodology Fun." Poster presented at the Annual Meeting of the American Political Science Association, San Francisco, CA. Available at <<https://apsa2017-apsa.ipostersessions.com/default.aspx?s=60-59-1B-88-2E-8F-28-E9-CC-54-F2-31-3A-2D-B8-AD>>.
- Fesnic, Florin. 2022. "Three Toxic Ingredients Making the COVID-19 Pandemic Worse: United States and Romania Compared." Presented at the Annual Meeting of the Midwest Political Science Association, Chicago, IL.
- Frerichs, Ralph R. "Snow's Grand Experiment of 1854." <https://www.ph.ucla.edu/epi/snow/grand_experiment.html>.
- Fujiwara, Thomas. 2015. "Voting Technology, Political Responsiveness, and Infant Health: Evidence from Brazil." *Econometrica* 83, 2: 423-464. Available at <https://www.princeton.edu/~fujiwara/papers/elevote_site.pdf>.
- Fujiwara, Thomas. 2017 (October 24). "Political inclusion and development outcomes: Brazil introduces electronic voting." *VoxDev*, <<https://voxdev.org/topic/technology-innovation/political-inclusion-and-development-outcomes-brazil-introduces-electronic-voting>>.
- Gelman, Andrew, Boris Shor, Joseph Bafumi, and David Park. 2007. "Rich state, poor state, red state, blue state: What's the matter with Connecticut?" *Quarterly Journal of Political Science* 2, 345-367, available at <http://www.stat.columbia.edu/~gelman/research/published/rb_qjps.pdf>.
- Hague, Rod, Martin Harrop, and John McCormick. 2019. *Comparative Government and Politics: An Introduction*, 11th ed. Red Globe Press (Chapter 3, "Comparative Methods: An Overview").
- Johnson, Eric J., and Daniel Goldstein. 2003 (Nov 21). "Do Defaults Save Lives?" *Science* 302, 5649, pp. 1338-1339. DOI: 10.1126/science.1091721.
- Last, John M. 2002. "Semmelweis, Ignaz," in Scheppele, Breslow, Lester (ed.), *Encyclopedia of Public Health*. Macmillan (pp. 1087-88).
- Montelpare, William J., Emily Read, Teri McComber, Alyson Mahar, and Krista Ritchie. *Applied Statistics in Healthcare Research* (Ch. 7, "John Snow and the Natural Experiment"). <<https://pressbooks.library.upei.ca/montelpare/chapter/john-snow-and-the-natural-experiment/#chapter-172-section-1>>.
- National Geographic. "Mapping A London Epidemic." <<https://www.nationalgeographic.org/activity/mapping-london-epidemic>>.
- Scheppele, Kim Lane. 2014 (May 26). "Hungary and the End of Politics: How Victor Orbán launched a constitutional coup and created a one-party state." *The Nation*, <<http://www.thenation.com/article/179710/hungary-and-end-politics#>>.
- Scheppele, Kim Lane, Miklós Bánkúti, and Zoltán Réti. 2014 (April 13). "Legal But Not Fair (Hungary)." *The Conscience of a Liberal Blog*, <<http://krugman.blogs.nytimes.com/2014/04/13/legal-but-not-fair-hungary/>>.



MODELAREA MATEMATICĂ INTERDISCIPLINARĂ ÎNTÂLNEȘTE EDUCAȚIA CIVICĂ

The Institute for Mathematics and Democracy. “Apportionment.” Available at <<https://mathematics-democracy-institute.org/apportionment/#>>. Accessed August 8, 2023.

Wikipedia, “Ignaz Semmelweis”, <https://en.wikipedia.org/wiki/Ignaz_Semmelweis>.

Wynn, Charles M., and Arthur W. Wiggins. 2017. *Quantum Leaps in the Wrong Direction: Where Real Science Ends... and Pseudoscience Begins*, 2nd ed. Oxford University Press (Chapter 1, “The Road to Reality: Scientific Method,” pp. 1-10).



CAPITOLUL 7

Rezumat și perspective

Bastian Vajen & Florin Fesnic

Scopul acestui manual este să ofere instrumente educaționale pentru a spori competențele viitorilor profesori de a aborda provocările complexe ale societății în sălile curs și de a combina perspectivele socioștiințifice și matematice pentru a-i ajuta pe elevii lor să înțeleagă diverse aspecte legate de aceste probleme. Modulele prezentate în acest manual abordează aceste probleme din diferite puncte de vedere disciplinare și utilizează abordări diverse pentru a combina educația matematică și educația civică.

În timp ce primul modul, elaborat de Heidi Strømskag, utilizează două anchete structurate ca trasee de studiu și cercetare (SRP), ambele centrate pe subiectul schimbărilor climatice, pentru a-i ajuta pe studenți, viitorii profesori, să înțeleagă motivele care stau la baza cunoștințelor cu care trebuie să se familiarizeze pentru a răspunde unor întrebări de cercetare specifice, cel de-al doilea modul, elaborat de Frode Rønning, a fost conceput ca parte a unei calificări suplimentare pentru profesorii care nu dispun de o pregătire formală suficientă pentru a preda matematica la nivelul liceului și utilizează diferite exemple de modelare pentru a preda despre modelare și aspectele descriptive și normative legate de aceasta. Cel de-al treilea modul, dezvoltat de Jakob Steinbachner și Nicola Nagy, adoptă o perspectivă diferită, concentrându-se pe subiectul schimbărilor climatice și pe perspectivele interdisciplinare legate de acesta, cerându-le cursanților să se implice în concepte din domeniul științelor naturale, în special cele legate de modelarea matematică, focusul fiind pe schimbările climatice și cauzele care stau la baza acestora, cu problemele politice legate de acestea, precum și cu noțiunile filosofice de egalitate, echitate și justiție. Cel de-al patrulea modul, elaborat de Bastian Vajen, utilizează perspective din educația pentru cetățenie, dar subliniază potențialul cooperării acestora cu alte discipline, în timp ce cel de-al cincilea modul, creat de Lara Gildehaus și Michael Liebendörfer, abordează posibilele conexiuni dintre educația pentru cetățenie și educația matematică prin integrarea aspectului de modelare normativă la trei cursuri universitare diferite de matematică și educație matematică. În fine, ultimul modul, elaborat de Florin Fesnic, se concentrează pe educația științifică ca element important al deciziilor informate în societățile democratice.

În ansamblu, aceste module evidențiază diferite domenii ale legăturii dintre matematică și aspectele civice și sunt destinate unei mari varietăți de studenți cu diverse pregătiri disciplinare. Întrucât majoritatea sunt concepute pentru formarea profesorilor, ele pot fi considerate un prim pas în transformarea proceselor educaționale legate de probleme societale complexe, cum ar fi schimbările climatice, prin conectarea activă a două sau mai multe discipline. Ideea generală care stă la baza acestei abordări este aceea că, fără capacitatea de a analiza și de a înțelege în mod adecvat problemele politice societale centrale, o judecată sănătoasă pare imposibilă. Deoarece aceste probleme implică adesea cunoștințe de specialitate extinse și complexe din diferite discipline, este imposibil să se atribuie tratarea lor exclusiv



MODELAREA MATEMATICĂ INTERDISCIPLINARĂ ÎNTÂLNEȘTE EDUCAȚIA CIVICĂ

în cadrul unei anumite discipline școlare. Cu toate acestea, aspirația de a putea trata astfel de subiecte în cadrul diferitelor materii într-un mod inter-relaționat depinde de profesorii care sunt capabili să faciliteze o astfel de cooperare și, prin urmare, de formarea lor pentru a oferi competențele relevante. Într-o lume complexă, ale cărei interrelații nu le putem înțelege adesea decât matematic, atât educația matematică, cât și educația pentru cetățenie trebuie să joace un rol central în aceste procese. Modulele prezentate pot fi văzute ca propuneri pentru a combina aspecte ale educației pentru cetățenie și ale educației matematice la nivel universitar și pentru a lărgi perspectivele cadrelor didactice în formare cu privire la posibilitățile proceselor de învățare interdisciplinare. Deși rezultatele implementării lor la universitățile respective s-au dovedit promițătoare, acestea trebuie privite ca un prim pas. Realizarea unor procese educaționale interdisciplinare de succes depinde de o implementare durabilă a modulelor care să conecteze abordările educaționale ale diferitelor discipline și de dezvoltarea unor materiale didactice adecvate pentru școli, precum și de studii empirice care să măsoare efectele învățării pentru studenți, atât în școli, cât și în universități. Cu toate acestea, pe măsură ce problemele cu care se confruntă societățile democratice din întreaga Europă cresc în amploare și urgență, la fel trebuie să se dezvolte și abordările educaționale inovatoare care să ofere studenților competențele necesare pentru a înțelege și rezolva problemele respective.

