

# CUNOAȘTEREA ȘTIINȚIFICĂ

ISSN 2821 – 8086, ISSN – L 2821 – 8086, Volumul 2, Numărul 3, Septembrie 2023

---

## Știința schimbărilor climatice

Nicolae Sfetcu

Sfetcu, Nicolae (2023), Știința schimbărilor climatice, *Cunoașterea Științifică*, 2:3, 3-11, DOI: [10.58679/CS26306](https://doi.org/10.58679/CS26306), <https://www.cunoasterea.ro/stiinta-schimbarilor-climatice/>

Publicat online: 04.08.2023

© 2023 Nicolae Sfetcu. Responsabilitatea conținutului, interpretărilor și opiniilor exprimate revine exclusiv autorilor

## Știința schimbărilor climatice

Nicolae Sfetcu<sup>1</sup>  
nicolae@sfetcu.com

### The science of climate change

#### Abstract

Climate change is one of the most pressing challenges facing our planet today. Climate change science is a multidisciplinary field that studies the long-term patterns and variations of the Earth's climate and the factors that influence them. It aims to understand the mechanisms driving climate change, its impacts and potential mitigation and adaptation strategies. Today, complex computer models representing a wide range of climate system processes are a mainstay of climate research.

**Keywords:** climate change, global warming, climate change science, climate change engineering, climate change mitigation, climate change adaptation

#### Rezumat

Schimbările climatice reprezintă una dintre cele mai presante provocări cu care se confruntă planeta noastră astăzi. Știința schimbărilor climatice este un domeniu multidisciplinar care studiază modelele și variațiile pe termen lung ale climei Pământului și factorii care le influențează. Acesta își propune să înțeleagă mecanismele care conduc schimbările climatice, impactul acestora și strategiile potențiale de atenuare și adaptare. Astăzi, modelele computerizate

---

<sup>1</sup> Researcher - Romanian Academy - Romanian Committee for the History and Philosophy of Science and Technology (CRIFST), History of Science Division (DIS)

complexe care reprezintă o gamă largă de procese ale sistemelor climatice reprezintă un pilon al cercetării climatice.

**Cuvinte cheie:** schimbări climatice, încălzirea globală, știința schimbărilor climatice, ingineria schimbărilor climatice, atenuarea schimbărilor climatice, adaptarea la schimbările climatice

CUNOAȘTEREA ȘTIINȚIFICĂ, Volumul 2, Numărul 3, Septembrie 2023, pp. 3-11

ISSN 2821 – 8086, ISSN – L 2821 – 8086, DOI: [10.58679/CS26306](https://doi.org/10.58679/CS26306)

URL: <https://www.cunoasterea.ro/stiinta-schimbarilor-climatice/>

© 2023 Nicolae Sfetcu. Responsabilitatea conținutului, interpretărilor și opiniilor exprimate revine exclusiv autorilor.



Acesta este un articol cu Acces Deschis (Open Access) distribuit în conformitate cu termenii licenței de atribuire Creative Commons CC BY 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

### Introducere

Schimbările climatice reprezintă alterarea pe termen lung a sistemului climatic al Pământului, determinată de factori naturali și umani. Schimbările climatice reprezintă una dintre cele mai presante provocări cu care se confruntă planeta noastră astăzi. Se referă la modificări pe termen lung ale modelelor meteorologice și ale temperaturilor globale datorate activităților umane și proceselor naturale. Comunitatea științifică a concluzionat în mod covârșitor că activitățile umane, în special arderea combustibililor fosili și defrișările, sunt principalii factori ai schimbărilor climatice recente și rapide. Știința schimbărilor climatice studiază cauzele, efectele și proiecțiile acestor schimbări, folosind observații, modele și experimente. Aceasta este un domeniu multidisciplinar care studiază modelele și variațiile pe termen lung ale climei Pământului și factorii care le influențează. Acesta își propune să înțeleagă mecanismele care conduc schimbările

climatice, impactul acestora și strategiile potențiale de atenuare și adaptare. Accentul principal este pus pe rolul activităților umane în modificarea sistemului climatic, în special prin eliberarea de gaze cu efect de seră în atmosferă.

Ratele alarmante ale schimbărilor de mediu i-au catalizat pe oamenii de știință să solicite transformări fundamentale în relațiile social-politice și economice. O încadrare relațională a adaptării și transformării necesită o analiză politică, transversală și socionaturală pentru a sonda efectele și efectele schimbărilor climatice și pentru a înțelege mai bine modul în care se desfășoară schimbarea transformatoare. Transformarea eficientă necesită recunoașterea incertitudinii și impredictibilității ca parte a proceselor de transformare.

Domeniul științei climatice a apărut în a doua jumătate a secolului XX. Știința climei își propune să explice și să prezică funcționarea unui sistem climatic global – care cuprinde atmosfera, oceanele, suprafața terestră, calotele de gheață și multe altele – și folosește pe scară largă atât cunoștințele teoretice, cât și modelarea matematică. Apariția științei climatice este strâns legată de creșterea calculului digital, care a făcut posibilă simularea mișcărilor la scară mare ale atmosferei și oceanelor folosind ecuații dinamice fluide care altfel erau insolubile; aceste mișcări transportă masa, căldura, umiditatea și alte cantități care modelează variabile climatice paradigmatică, cum ar fi temperatura medie la suprafață și precipitațiile. Astăzi, modelele computerizate complexe care reprezintă o gamă largă de procese ale sistemelor climatice reprezintă un pilon al cercetării climatice.

## **Concepte cheie**

### **Efectul de seră**

Efectul de seră este procesul prin care anumite gaze din atmosferă captează căldura și încălzesc planeta. Fără efectul de seră, Pământul ar fi prea rece pentru a susține viața. Cu toate

## ȘTIINȚA SCHIMBĂRILOR CLIMATICE

acestea, activitățile umane au crescut concentrația de gaze cu efect de seră, cum ar fi dioxidul de carbon și metanul, sporind efectul de seră și provocând încălzirea globală.

Atmosfera Pământului conține gaze cu efect de seră naturale, cum ar fi dioxid de carbon (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), protoxid de azot (N<sub>2</sub>O) și vapori de apă. Aceste gaze captează căldura de la soare, creând efectul de seră natural. Fără acest efect, planeta noastră ar fi prea rece pentru a susține viața așa cum o cunoaștem. Cu toate acestea, activitățile umane au crescut semnificativ concentrația acestor gaze cu efect de seră, în primul rând prin arderea combustibililor fosili pentru energie, defrișări și procese industriale. Acest efect de seră sporit duce la încălzirea globală și la schimbările climatice.

Ciclul carbonului implică mișcarea carbonului între diferite rezervoare, cum ar fi atmosfera, oceanele, pământul și organismele vii. Acesta afectează nivelul gazelor cu efect de seră din atmosferă și aciditatea oceanelor.

### **Dovezi ale schimbărilor climatice**

Sistemul climatic constă în interacțiunea complexă a atmosferei, oceanelor, pământului, gheții și biosferei care determină clima Pământului. Sistemul climatic este influențat de factori externi, cum ar fi radiația solară și erupțiile vulcanice, precum și de factori interni, cum ar fi curenții oceanici și circulația atmosferică. Sistemul climatic prezintă variabilitate pe diferite scări de timp, de la anotimp la milenii.

Dovezile privind schimbările climatice se obțin dintr-o varietate de surse care pot fi folosite pentru a reconstrui climatul trecut. Începând de la mijlocul sfârșitului secolului al XIX-lea, sunt disponibile date rezonabile despre temperaturile de suprafață. Pentru perioadele anterioare, cea mai mare parte a dovezilor este că schimbările climatice indirecte sunt deduse din schimbările în

proxi-uri, indicatori care reflectă climatul, cum ar fi vegetația, nucleele de gheață, dendrocronologia, schimbarea nivelului mării și geologia glaciară.

Dovezile schimbărilor climatice sunt abundente și convingătoare. Creșterea temperaturilor globale, topirea ghețarilor și a calotelor polare, valuri de căldură mai frecvente și mai intense, modificări ale tiparelor de precipitații și creșterea nivelului mării sunt câteva dintre efectele observabile. În plus, a existat o creștere a evenimentelor meteorologice extreme, cum ar fi uraganele, secetele și inundațiile, toate având impact devastator asupra ecosistemelor, agriculturii și așezărilor umane.

Feedback-urile climatice sunt procesele care amplifică sau atenuează răspunsul sistemului climatic la o schimbare în forțare. De exemplu, topirea gheții reduce reflectivitatea suprafeței, permițând absorbția mai multă energie solară, ceea ce duce la mai multă încălzire și mai multă topire. Acesta este un feedback pozitiv care îmbunătățește schimbarea inițială. Pe de altă parte, evaporarea crescută din oceanele mai calde crește acoperirea norilor, care reflectă mai multă energie solară înapoi în spațiu, reducând încălzirea. Acesta este un feedback negativ care contracarează schimbarea inițială.

### **Modele climatice**

Există diferite moduri în care datele sunt obținute în știința climatică. Stațiile meteorologice terestre măsoară temperatura aerului de lângă suprafața Pământului cu ajutorul termometrelor. O rețea de geamanduri care plutesc liber, care se scufundă până la o adâncime de aproximativ 2000 m, apoi revin pentru a transmite datele, apoi se scufundă din nou și așa mai departe, oferă măsurători ale temperaturii oceanului. Sateliții înregistrează concentrațiile de gaze cu efect de seră, aerosoli, acoperirea norilor etc.

## ȘTIINȚA SCHIMBĂRILOR CLIMATICE

Modelele climatice sunt reprezentări matematice ale sistemului climatic bazate pe legi fizice și date empirice. Modelele climatice sunt folosite pentru a simula climatele trecute, prezente și viitoare în diferite scenarii de emisii de gaze cu efect de seră și alte forțe. Modelele climatice sunt instrumente esențiale pentru înțelegerea și proiectarea schimbărilor climatice și a impactului acestora. Modelele climatice bazate pe computer simulează și prezic scenarii climatice viitoare pe baza diferitelor inputuri, inclusiv emisiile de gaze cu efect de seră, radiațiile solare, ajutând la înțelegerea potențialelor schimbări climatice și a impactului acestora.

Intervalul proiecțiilor de temperatură reflectă parțial alegerea scenariului de emisii și gradul de „sensibilitate la climă”. Mărimea proiectată a încălzirii până în 2100 este strâns legată de nivelul emisiilor cumulate de-a lungul secolului 21 (adică emisiile totale între 2000 și 2100). Cu cât sunt mai mari emisiile cumulate în această perioadă de timp, cu atât se preconizează că va avea loc un nivel mai mare de încălzire. Sensibilitatea la climă reflectă incertitudinea în răspunsul sistemului climatic la emisiile de GES trecute și viitoare. Estimări mai mari ale sensibilității climatice duc la o încălzire proiectată mai mare, în timp ce estimări mai mici conduc la o încălzire mai puțin proiectată.

Proiecțiile modelului climatic rezumat în raportul CISC indică faptul că temperatura globală la suprafață pare să crească cu 1,1 până la 6,4 °C în sec. XXI. Incertitudinea în această estimare provine din folosirea modelelor cu diferite sensitivități climaterice față de concentrațiile de gaz care produc efectul de seră, și folosirea de estimări diferite privind evoluția emisiilor de gaze care produc efectul de seră. O creștere a temperaturii globale va duce la o creștere a nivelului mărilor și va schimba cantitatea și rețeaua de precipitații, incluzând probabil expansiunea deșerturilor subtropicale. Este de așteptat ca încălzirea să fie cea mai mare în zona arctică, și să fie asociată cu continuarea retragerii ghețarilor, a solului criotic și a banchizelor. Alte efecte posibile

includ schimbări ale frecvenței și intensității evenimentelor meteorologice extreme, dispariția unor specii, și schimbări ale producțiilor agricole. Încălzirea și alte schimbări conexe vor varia de la regiune la regiune, necunoscându-se încă natura acestor schimbări regionale. Ca rezultat al creșterii actuale a bioxidului de carbon în atmosferă, oceanele au devenit mai acide, și se estimează că acest efect va continua.

### **Activitățile umane ca o cauză principală**

Creșterea temperaturilor indică faptul că există schimbări climatice și, dacă da, schimbarea poate fi atribuită acțiunii umane? Aceste două probleme sunt cunoscute ca probleme de detectare și atribuire. În mod intuitiv, detectarea schimbărilor climatice este procesul de determinare a faptului că a avut loc o schimbare semnificativă în variabilele observate ale sistemului climatic, fără a furniza un motiv pentru acea schimbare.

Există un consens științific în existența unei încălziri globale antropogenice, datorate omului. Deși procesele naturale pot influența clima, ritmul actual al schimbărilor climatice nu poate fi explicat numai prin acești factori. Oamenii de știință au stabilit că activitățile umane sunt cauza dominantă a creșterii recente a concentrațiilor de gaze cu efect de seră. Arderea combustibililor fosili pentru energie electrică, transport și producție industrială eliberează cantități mari de CO<sub>2</sub> în atmosferă. Defrișarea joacă, de asemenea, un rol important, deoarece copacii absorb CO<sub>2</sub> și ajută la reglarea climei, la fel ca și procesele industriale și agricultura.

Creșterea pe termen lung a temperaturii medii a suprafeței Pământului și a atmosferei inferioare este cunoscută sub numele de încălzire globală. A fost observată în ultimul secol și este atribuită în primul rând activităților umane. Ultimul deceniu a cunoscut o atenție antropologică sporită pentru înțelegerea schimbărilor climatice nu numai ca fenomen biofizic, ci și ca discurs care se răspândește de la platformele internaționale de elaborare a politicilor către restul planetei.



Analiza preluării discursului privind schimbările climatice se încadrează în subdomeniul emergent al studiilor de recepție a schimbărilor climatice.

### **Consecințele schimbărilor climatice**

Efectele schimbărilor climatice asupra mediului sunt largi și de anvergură, afectând oceanele, gheața și vremea. Modificările pot apărea treptat sau rapid. Dovezi pentru aceste efecte provin din studierea schimbărilor climatice din trecut, din modelare și din observații moderne. Din anii 1950, seceta și valurile de căldură au apărut simultan cu o frecvență crescândă. Evenimentele extrem de umede sau uscate din perioada musonului au crescut în India și Asia de Est. Rata și intensitatea precipitațiilor uraganelor și taifunelor este în creștere.

Schimbările climatice prezintă riscuri semnificative pentru mediu, economii și bunăstarea umană. Creșterea temperaturilor perturbă ecosistemele, amenință biodiversitatea și duce la schimbări în intervalele de habitat pentru multe specii. Schimbările climatice afectează diferite aspecte ale mediului și ale societăților umane, inclusiv creșterea nivelului mării, evenimente meteorologice extreme (de exemplu, uragane, valuri de căldură, inundații), modificări ale tiparelor de precipitații, perturbări ale ecosistemelor, impactul asupra agriculturii și securității alimentare, ca și amenințări la adresa sănătății umane.

Multe efecte fizice ale schimbărilor climatice sunt deja vizibile, inclusiv evenimente meteorologice extreme, retragerea ghețarilor, schimbări în momentul evenimentelor sezoniere (de exemplu, înflorirea mai timpurie a plantelor), creșterea nivelului mării și scăderea gheții arctice. Oceanul a absorbit între 20% și 30% din dioxidul de carbon atmosferic indus de om din anii 1980, ducând la acidificarea oceanului. De asemenea, oceanul se încălzește, și din 1970 a absorbit mai mult de 90% din excesul de căldură din sistemul climatic.

Efectele schimbărilor climatice asupra oamenilor, în mare parte datorate încălzirii și schimbărilor de precipitații, au fost detectate la nivel mondial. Impacturile sunt acum observabile pe toate continentele și în regiunile oceanice, cu zone cu latitudine redusă, mai puțin dezvoltate, care se confruntă cu cel mai mare risc. Încălzirea continuă are efecte grave, omniprezente și ireversibile pentru oameni și ecosisteme. Riscurile sunt distribuite inegal, dar sunt în general mai mari pentru persoanele defavorizate din țările în curs de dezvoltare și cele dezvoltate.

### **Atenuare și adaptare**

Pentru a aborda schimbările climatice, atât strategiile de atenuare, cât și de adaptare sunt esențiale. Atenuarea implică eforturi de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră, trecerea la surse regenerabile de energie, îmbunătățirea eficienței energetice și implementarea unor practici durabile de utilizare a terenurilor. Pe de altă parte, adaptarea se concentrează pe pregătirea și gestionarea impacturilor schimbărilor climatice care sunt deja inevitabile. Adaptarea implică strategii pentru a face față impacturilor existente și anticipate ale schimbărilor climatice pentru a minimiza consecințele negative, inclusiv construirea unei infrastructuri rezistente, dezvoltarea sistemelor de avertizare timpurie pentru evenimente meteorologice extreme și îmbunătățirea practicilor agricole pentru a face față condițiilor în schimbare.

Diminuarea schimbărilor climatice reprezintă acțiuni de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră sau de sporire a capacității rezervoarelor de carbon pentru absorbția gazelor cu efect de seră din atmosferă. Există un mare potențial pentru reducerea viitoare a emisiilor printr-o combinație de activități, inclusiv conservarea energiei și creșterea eficienței energetice; utilizarea tehnologiilor energetice cu emisii reduse de carbon, cum ar fi energia regenerabilă, energia nucleară și captarea și stocarea carbonului; precum și consolidarea rezervoarelor de carbon prin, de exemplu, reîmpădurirea și prevenirea despăduririlor.

## ȘTIINȚA SCHIMBĂRILOR CLIMATICE

Adaptarea este deosebit de importantă în țările în curs de dezvoltare, deoarece se estimează că aceste țări vor suporta efectele încălzirii globale. Respectiv capacitatea și potențialul oamenilor de a se adapta (numit capacitate adaptivă) sunt distribuit inegal între diferite regiuni și populații, iar țările în curs de dezvoltare au, în general, o capacitate mai mică de adaptare.

Ingineria climatică (denumită uneori *geoinginerie* sau *intervenția climatică*) este modificarea deliberată a climei. Aceasta a fost investigată ca un posibil răspuns la încălzirea globală, de ex. de NASA și de Societatea Regală. Tehnicile cercetate se încadrează, în general, în categoriile de gestionare a radiației solare și eliminarea dioxidului de carbon, deși s-au sugerat diverse alte scheme. Un studiu din 2014 a investigat cele mai comune metode de inginerie climatică și a concluzionat că acestea sunt fie ineficiente, fie au efecte secundare potențiale severe și schimbările climatice nu pot fi oprite fără a provoca schimbări rapide.

### **Cooperare globală și provocări**

Schimbările climatice sunt o problemă globală care necesită cooperare internațională și acțiune colectivă. Diverse acorduri internaționale, cum ar fi Acordul de la Paris, urmăresc să reunească țările pentru a stabili obiective de reducere a emisiilor și pentru a promova un angajament global de combatere a schimbărilor climatice. Acest tratat internațional își propune să limiteze încălzirea globală cu mult sub 2 grade Celsius peste nivelurile preindustriale și să continue eforturile de a limita creșterea temperaturii la 1,5 grade Celsius. Cu toate acestea, există provocări în implementarea acestor acorduri, deoarece necesită cooperare între națiuni cu interese economice, sociale și politice diverse. Majoritatea țărilor sunt părți în Convenția-cadru a Organizației Națiunilor Unite privind schimbările climatice (CCONUSC), al cărei obiectiv final este de a preveni schimbările climatice antropice periculoase.

Schimbările climatice reprezintă o problemă critică, care depășește granițele naționale și sferele socio-economice-politice. Datorită naturii cuprinzătoare și profund înrădăcinate a cauzelor sale, cercetătorii și factorii de decizie se confruntă cu o sarcină masivă de coordonare și dezvoltare de politici eficiente pentru a-i atenua impactul. Pentru a complica lucrurile, condițiile înrăutățite și strategiile ineficiente dezvoltate pentru a face față problemelor au devenit o altă preocupare presantă. Elaborarea și coordonarea unei agende de cercetare și a politicilor pentru atenuarea și adaptarea schimbărilor climatice este piatra de temelie pentru realizarea unui progres substanțial.

### **Concluzie**

Știința schimbărilor climatice este matură, iar dovezile indică în mod covârșitor activitățile umane ca principalul motor al acestei provocări globale. Consecințele schimbărilor climatice sunt de amploare, afectând ecosistemele, economiile și mijloacele de existență ale oamenilor. Sunt necesare acțiuni urgente pentru a atenua emisiile și pentru a ne adapta la schimbările climatice. Indivizii, guvernele și întreprinderile trebuie să lucreze împreună pentru a reduce emisiile de gaze cu efect de seră, pentru a promova practici durabile și pentru a adopta tehnologii mai curate. Numai prin eforturi globale concertate putem spera să abordăm știința schimbărilor climatice și să asigurăm un viitor durabil pentru generațiile viitoare.