

**ȘTIINȚA DIN  
FILMUL  
INTERSTELLAR**

Kip Thorne (n. 1940) a studiat la Institutul de Tehnologie din California (Caltech), și-a susținut doctoratul la Universitatea Princeton (sub îndrumarea lui John Archibald Wheeler, expertul în găuri negre) și s-a întors la Caltech, devenind la 30 de ani profesor de fizică teoretică. Preocupările lui Kip Thorne s-au concentrat asupra astrofizicii relativiste și gravitației. În 2017 a primit Premiul Nobel pentru contribuția sa decisivă la detectarea undelor gravitaționale.

K I P T H O R N E

**ȘTIINȚA DIN  
FILMUL  
INTERSTELLAR**

CU UN CUVÂNT ÎNAINTE DE  
**CHRISTOPHER NOLAN**

Traducere din engleză  
de Walter Fotescu

 HUMANITAS  
BUCUREȘTI

# CUPRINS

<i>Cuvânt înainte</i> .....	7
<i>Prefață</i> .....	9
1. Un om de știință la Hollywood: geneza filmului <i>Interstellar</i> .....	15
I. FUNDAMENTE	
2. Universul nostru pe scurt .....	33
3. Legile care guvernează universul .....	44
4. Timpul și spațiul deformat, gravitația mareică .....	52
5. Găurile negre .....	65
II. GARGANTUA	
6. Anatomia lui Gargantua .....	79
7. Praștia gravitațională .....	90
8. Vizualizarea lui Gargantua .....	100
9. Discuri și jeturi .....	116
10. Întâmplarea e primul element al evoluției .....	131
III. DEZASTRU PE PĂMÂNT	
11. Mana .....	137
12. Gâfâind după oxigen .....	144
13. Călătoria interstelară .....	148
IV. GAURA DE VIERME	
14. Găurile de vierme .....	159
15. Vizualizarea găurii de vierme din <i>Interstellar</i> .....	171
16. Descoperirea găurii de vierme: undele gravitaționale .....	180

## V. EXPLORAREA ÎMPREJURIMILOR LUI GARGANTUA

17. Planeta lui Miller .....	195
18. Vibrațiile lui Gargantua.....	205
19. Planeta lui Mann.....	209
20. Endurance .....	215

## VI. FIZICA EXTREMĂ

21. A patra și a cincea dimensiune .....	219
22. Ființele din hiperspațiu .....	224
23. Confinarea gravitației .....	231
24. Anomaliile gravitaționale .....	240
25. Ecuația profesorului .....	251
26. Singularitățile și gravitația cuantică .....	262

## VII. PUNCTUL CULMINANT

27. Marginea vulcanului.....	279
28. În interiorul lui Gargantua.....	290
29. Tesseractul.....	297
30. Mesaje trimise în trecut .....	309
31. Deplasarea coloniilor de pe Pământ .....	320

<i>Unde puteți afla mai multe?</i> .....	323
<i>Note tehnice</i> .....	335
<i>Mulțumiri</i> .....	343
<i>Creditele pentru figuri</i> .....	345
<i>Bibliografie</i> .....	349

## CUVÂNT ÎNAINTE

Una dintre marile bucurii prilejuite de lucrul la *Interstellar* a fost că l-am cunoscut pe Kip Thorne. Entuziasmul său molipsitor a fost evident de la prima noastră discuție, la fel și reticența de a exprima opinii incomplet fundamentate. La provocările mele legate de scenariu a răspuns mereu calm, măsurat și, mai ales, științific. Încercând să mă mențină pe calea plauzibilității, nu și-a pierdut niciodată răbdarea cu refuzul meu de a accepta lucruri pe încredere (deși cele două săptămâni cât m-am împotrivit interdicției lui privind vitezele supra-luminoase ar fi putut smulge un ușor oftat).

El și-a văzut rolul nu ca un polițist științific, ci ca un colaborator la scenariu – parcurgând reviste științifice și articole academice în căutarea unor ieșiri din fundăturile în care eu singur am intrat. Kip m-a învățat trăsătura definitivă a științei – smerenia în fața surprizelor naturii. Atitudinea aceasta i-a permis să profite de posibilitățile oferite de ficțiunea speculativă pentru a aborda paradoxul și incognoscibilul dintr-un unghi diferit – povestirea. Cartea de față e o demonstrație amplă a imaginației vii a lui Kip și a imboldului său neobosit de a face știința accesibilă acelor dintre noi care nu posedăm intelectul său impresionant sau urașele sale cunoștințe. El vrea ca oamenii să înțeleagă și să se lase fascinați de adevărurile bizare ale universului nostru. Cartea e structurată în așa fel încât să-i permită cititorului să aprofundeze un subiect atâta cât îl îndeamnă interesul pentru știință – nimeni

nu e lăsat în urmă și fiecareia îi este dat să cunoască o parte din bucuria pe care am avut-o eu încercând să țin pasul cu mintea agilă a lui Kip.

Christopher Nolan  
Los Angeles, California  
29 iulie 2014

## PREFAȚĂ

Carierea mea de om de știință se întinde pe o jumătate de secol. A fost plăcută (de cele mai multe ori) și mi-a oferit o perspectivă solidă asupra lumii și a universului nostru.

În copilărie și mai târziu ca adolescent, am fost motivat să devin om de știință citind science-fiction de Isaac Asimov, Robert Heinlein și alții, precum și cărți de popularizare a științei scrise de Asimov și fizicianul George Gamow. Lor le sunt profund îndatorat. De mult doream să mă revanșez transmițând mesajul lor generației următoare; atrăgând deopotrivă tineri și adulți în lumea științei, a științei reale; explicând profanilor cum funcționează știința și ce putere enormă ne conferă nouă ca indivizi, civilizației noastre și speciei umane.

Filmul *Interstellar* al lui Christopher Nolan e mesagerul ideal pentru asta. Am avut marea șansă (și a fost într-adevăr șansă) să fiu implicat în *Interstellar* de la bun început. I-am ajutat pe Nolan și pe alții să includă știință reală în țesătura filmului.

Mare parte a științei din *Interstellar* se află la granițele înțelegerii umane actuale, sau dincolo de ele. Aceasta se adaugă la mistica filmului și-mi oferă ocazia să explic deosebiriile dintre știința fermă, ipotezele plauzibile și speculație. Îmi dă prilejul să arăt cum oamenii de știință preiau idei care încep ca speculații și fie le infirmă, fie le transformă în ipoteze plauzibile sau în știință fermă.



Fac asta în două moduri. În primul rând, *explic* ce se știe în prezent despre fenomenele văzute în film (găuri negre, găuri de vierme, singularități, a cincea dimensiune etc.) și explic cum am aflat ceea ce știm și cum sperăm să stăpânim necunoscutul. În al doilea rând, *interpretez*, din perspectiva unui om de știință, ceea ce vedem în *Interstellar*, așa cum un critic de artă sau un privitor obișnuit interpretează un tablou de Picasso.

Interpretarea mea este adesea o descriere a ceea ce îmi imaginez eu că s-ar putea petrece în culise: fizica găurii negre Gargantua, singularitățile sale, orizontul și aspectul vizual; cum ar putea marea gravitațională a lui Gargantua să producă valuri înalte de 1 200 de metri pe planeta lui Miller; cum ar putea tesseractul, un obiect cu patru dimensiuni spațiale, să-l transporte pe tridimensionalul Cooper prin hiperspațiul cu cinci dimensiuni etc.

Uneori, interpretarea mea e o *extrapolare* a povestirii din *Interstellar* dincolo de ceea ce vedem în film; de exemplu, felul în care, cu mult înainte de începutul filmului, profesorul Brand ar fi putut descoperi gaura de vierme cu ajutorul undelor gravitaționale produse de o stea neutronică din apropierea lui Gargantua și ajunse pe Pământ prin gaura de vierme.

Interpretările acestea, desigur, îmi aparțin. Ele nu au girul lui Christopher Nolan mai mult decât au avut interpretările unui critic de artă girul lui Pablo Picasso. Ele sunt vehiculul meu pentru a prezenta o știință minunată.

Unele secțiuni ale acestei cărți pot fi greu de parcurs. Aceasta e natura științei adevărate. Ea necesită gândire. Uneori, gândire profundă. Dar gândirea poate fi profitabilă. Puteți pur și simplu omite părțile dificile, sau vă puteți strădui să înțelegeți. Dacă strădania vă e zadarnică, atunci vina este a mea, nu a voastră, și-mi cer scuze.

Sper ca măcar o dată să vă aflați în toiul nopții, pe jumătate adormiți, meditând la ceva scris de mine, așa cum și eu am meditat noaptea la întrebările lui Christopher Nolan când își punea la punct scenariul. Și, mai ales, sper ca măcar o dată în toiul nopții,

în timp ce meditați, să aveți un moment „evrika“, așa cum am avut eu deseori cu întrebările lui Nolan.

Le sunt recunoscător lui Christopher Nolan, Jonathan Nolan, Emma Thomas, Lynda Obst și Steven Spielberg, fiindcă m-au primit la Hollywood și mi-au oferit această minunată ocazie să-mi îndeplinesc visul de a transmite generației următoare mesajul meu despre frumusețea, fascinația și puterea științei.

Kip Thorne  
Pasadena, California  
15 mai 2014

**ȘTIINȚA DIN  
FILMUL  
INTERSTELLAR**

# 1. UN OM DE ȘTIINȚĂ LA HOLLYWOOD: GENEZA FILMULUI *INTERSTELLAR*

## Lynda Obst, partenera mea de la Hollywood

Germenele pentru *Interstellar* a fost o poveste de dragoste eșuată care s-a transformat într-o prietenie și un parteneriat creator.

În septembrie 1980, mi-a telefonat prietenul meu Carl Sagan. Știa că sunt un tată celibatar care crește o fiică adolescentă (sau cel puțin încercam; nu prea mă pricepeam la asta), că duceam viața unui holtei din sudul Californiei (la asta mă pricepeam puțin mai bine) și că urmez o carieră în fizica teoretică (la asta mă pricepeam cu mult mai bine). Carl m-a sunat ca să-mi propună o întâlnire cu o persoană necunoscută. O întâlnire cu Lynda Obst, pentru a asista la premiera mondială a viitorului serial de televiziune al lui Carl, *Cosmos*.

Lynda, o inteligentă și frumoasă redactoare pe teme de știință și cultură alternativă la *New York Times Magazine*, se mutase de curând la Los Angeles. Fusese târâtă acolo, împotrivindu-se din răspuțeri, de către soțul ei, fapt care a contribuit la despărțirea lor. Împăcată cu soarta, Lynda a încercat să pătrundă în industria cinematografică plănuiind un film intitulat *Flashdance*.

Premiera serialului *Cosmos* a fost un eveniment monden la Observatorul Griffith. Stângaci cum eram, am purtat un smocking albastru deschis. Toată protipendada din Los Angeles se afla acolo. Am fost complet în afara elementului meu, și m-am simțit grozav.

În următorii doi ani, Lynda și cu mine ne-am întâlnit sporadic. Dar chimia nu a fost cea potrivită. Intensitatea ei mă subjugă și mă epuiza. M-am întrebat dacă momentele de extaz meritau epuizarea, dar alegerea nu mi-a aparținut. De vină au fost poate cămășile

mele de velur și pantalonii de tricot; nu știu. Lynda și-a pierdut curând interesul romantic pentru mine, dar ceva mai bun era pe cale să apară: o prietenie și un parteneriat durabil și creator între doi oameni foarte diferiți, din lumi foarte diferite.

Derulez rapid înainte până în octombrie 2005, la una dintre ocazionalele noastre cine în doi, când conversația se extindea de la descoperirile recente în cosmologie la politica de stânga, mâncărurile alese și nisipurile mișcătoare ale cinematografeiei. Lynda era de acum printre cele mai împlinite și versatile producătoare de la Hollywood (*Flashdance*, *The Fisher King*, *Contact*, *How to Lose a Guy in 10 Days*). Eu mă căsătorisem. Soția mea, Carolee Winstein, și Lynda deveniseră cele mai bune prietene. Iar eu nu mă descurcaseram rău în lumea fizicii.

În timpul cinei, Lynda mi-a prezentat o idee pe care o concepușe pentru un film de science-fiction și m-a rugat s-o ajut să adauge detaliile. Urma să fie a doua ei incursiune în science-fiction: o colaborare cu mine, modelată după anterioara ei colaborare cu Carl Sagan la filmul *Contact*.

Niciodată nu m-am imaginat participând la crearea unui film. Niciodată nu mi-am dorit o prezență la Hollywood, dincolo de una indirectă, prin aventurile Lyndei. Dar gândul de a lucra cu Lynda mi-a surâs, iar ideile ei implicau găurile de vierme, un concept astrofizic printre ai cărui pionieri mă număraseram. Așa încât m-a ademenit cu ușurință într-un brainstorming.

În următoarele patru luni, la câteva cine, prin e-mailuri și convorbiri telefonice, am elaborat o viziune sumară a filmului. Ea includea găuri de vierme, găuri negre și unde gravitaționale, un univers cu cinci dimensiuni și întâlniri ale oamenilor cu ființe cu mai multe dimensiuni.

Dar pentru mine lucrul cel mai important a fost ideea unei superproducții cinematografice *ancorată de la bun început în știința reală*. Știință aflată la granițele cunoașterii umane și dincolo de ea. Un film în care regizorul, scenariștii și producătorii respectă știința, se inspiră din ea și o includ temeinic și convingător în țesătura filmului. Un film care să-i dea publicului o idee despre

lucrurile miraculoase pe care legile fizicii pot și le-ar putea crea în universul nostru, și despre lucrurile mărețe pe care le pot înfăptui oamenii prin stăpânirea legilor fizicii. Un film care să-i inspire pe mulți spectatori să învețe despre știință, și poate chiar să urmeze cariere științifice.

Nouă ani mai târziu, *Interstellar* realizează tot ce ne-am imaginat. Dar calea urmată a semănat puțin cu *Perils of Pauline*<sup>\*</sup>, cu multe situații în care visul nostru s-ar fi putut destrăma. L-am obținut și apoi l-am pierdut pe legendarul regizor Steven Spielberg. Am obținut un minunat tânăr scenarist, Jonathan Nolan, iar apoi l-am pierdut de două ori, în stadii esențiale, multe luni de fiecare dată. Filmul a lănczet în uitare, fără regizor, doi ani și jumătate. După care, în mod miraculos, a fost resuscitat și transformat în mâinile fratelui lui Jonathan, Christopher Nolan, cel mai mare regizor din tânăra generație.

## Steven Spielberg, regizorul inițial

În februarie 2006, patru luni după ce am început brainstormingul, Lynda a luat prânzul cu Todd Feldman, agentul lui Spielberg la Creative Artists Agency, CAA. Când Feldman a întrebat-o la ce filme lucrează, ea i-a prezentat colaborarea cu mine și viziunea noastră despre un film SF în care știința reală să fie inclusă de la bun început – visul nostru pentru *Interstellar*. Feldman s-a arătat entuziasmat. S-a gândit că Spielberg ar putea fi interesat, și a îndemnat-o pe Lynda să-i trimită o tratare *chiar în acea zi!* (O „tratare“ este o descriere a subiectului și a personajelor, având de regulă douăzeci de pagini sau mai mult.)

Tot ce aveam în scris erau câteva e-mailuri schimbate între noi și însemnări de la câteva conversații la cină. Așa că am lucrat în trombă două zile pentru a alcătui o tratare de opt pagini de care am fost mândri, și am expediat-o. Peste câteva zile Lynda mi-a

---

\* Film serial plin de suspans din 1914 (n. tr.).