

Nicolae Sfetcu: Euristica teoriei corzilor în gravitația cuantică

# Euristica teoriei corzilor în gravitația cuantică

Nicolae Sfetcu

27.07.2019

Sfetcu, Nicolae, "Euristica teoriei corzilor în gravitația cuantică", SetThings (27 iulie 2019), URL = <https://www.setthings.com/ro/euristica-teoriei-corzilor-in-gravitatia-cuantica/>

Email: [nicolae@sfetcu.com](mailto:nicolae@sfetcu.com)



Acest articol este licențiat Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International. Pentru a vedea o copie a acestei licențe, vizitați <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>.

**ANOMALII ALE TEORIEI CORZILOR.....6**

**BIBLIOGRAFIE.....9**

Pozitivității logici ar fi considerat teoria corzilor ca o metafizică speculativă. Aspectul instrumentalist al pozitivismului logic nu corespunde cu opiniile teoreticienilor corzilor.

Din punctul de vedere al falsificaționismului lui Popper,<sup>1</sup> distingem clar între contextul descoperirii și contextul de justificare. În contextul descoperirii nu există reguli metodologice, dar există norme stricte pentru testarea ipotezelor, evitând pe cât posibil ipotezele ad-hoc, care trebuie să fie oricum independent verificabile. Teoria corzilor nu a fost testată încă și a intrat deja într-o fază de ipoteze ad-hoc. Dar nici nu a fost refutată deocamdată, iar teoria permite testarea prin experimente, chiar dacă deocamdată nu există tehnologia necesară pentru a elabora aceste experimente. O situație neprevăzută de Popper?

Kuhn a adoptat o perspectivă externalistă în filosofia științei. Nu întotdeauna motivațiile științifice reușesc să explice schimbările de paradigmă, în această ecuație putând intra și alte cauze externe, inclusiv cele sociale.<sup>2</sup> Teoria lui Kuhn este mai degrabă o relatare a istoriei științei, retrospectivă, nu a avut niciodată drept scop să ofere o metodologie cu forță normativă. Conform multor cercetători, scopul său nu este de a oferi criterii pentru schimbările de paradigme.<sup>3</sup> Teoria revoluțiilor științifice a lui Thomas Kuhn prin schimbarea "paradigmelor" se poate aplica și teoriei corzilor ca o nouă paradigmă în fizica energiei înalte. Dar o schimbare de paradigmă presupune renunțarea la vechea paradigmă, trecându-se printr-o perioadă de "criză" în care apar anomalii, și observații care contrazic vechea paradigmă.<sup>4</sup> Anomaliile sunt discrepanțe între teorie și experiment. Dar în teoria corzilor nu există experimente, iar problemele de natură teoretică au fost cunoscute de la început. Astfel, noua paradigmă nu pare cu nimic mai bună ca cea veche.

Întrucât teoria corzilor nu a fost până în prezent capabilă să explice fenomenele, ar putea părea că aceasta confirmă opinia lui Feyerabend că nu există o "metodă" a științei. Și totuși, teoria corzilor este în continuare cel mai activ program de cercetare pentru gravitația cuantică. Dar, față de alte teorii nefalsificabile, aceasta are ceva în plus, special: limbajul matematic, cu o logică clară a decucțiilor. Până la un punct poate

---

<sup>1</sup> Karl Raimund Popper, *The Logic of Scientific Discovery* (Psychology Press, 2002).

<sup>2</sup> Thomas S. Kuhn și Jim Conant, *The Road Since Structure: Philosophical Essays, 1970-1993, with an Autobiographical Interview* (University of Chicago Press, 2000), 286–87.

<sup>3</sup> Keizo Matsubara, *Stringed Along Or Caught in a Loop?: Philosophical Reflections on Modern Quantum Gravity Research* (Filosofiska Institutionen, Uppsala universitet, 2012).

<sup>4</sup> Imre Lakatos, *The Methodology of Scientific Research Programmes: Volume 1: Philosophical Papers* (Cambridge University Press, 1980), 202.

reproduce teoriile clasice gauge și relativitatea generală. Și există speranța ca într-un viitor nu foarte îndepărtat să se poată elabora experimente care să verifice teoria.

Teoria corzilor este denumită de Keizo Matsubara un "program de cercetare" și acest lucru este în sensul lui Lakatos.<sup>5</sup> Hacking a preluat teoria lui Lakatos,<sup>6</sup> dar nu ca normă metodologică, mai degrabă ca o metodă de reconstrucție rațională a perioadelor istoriei științei. Keizo Matsubara susține metodologia lui Lakatos, evidențiind principalele sale caracteristici în cazul teoriei corzilor:<sup>7</sup>

Nucleul dur:

1. Obiectele fundamentale nu sunt particule punctuale, ci obiecte extinse, corzi sau brane.
2. Acceptarea ipotezelor de bază ale mecanicii cuantice așa cum sunt date.
3. Necesitatea supersimetriei teoriei.

Centura de protecție:

- Diferitele variante ale teoriei corzilor sunt diferite formulări teoretice, nu teorii diferite.
- Dimensiunile compacte sunt prea mici pentru a fi observate cu tehnologia actuală.
- Explicarea valorilor constantelor naturii presupunând un peisaj al universurilor.

Euristică pozitivă:

1. Explicarea diversității particulelor ca simple manifestări ale unui tip fundamental de obiecte.
2. Derivarea constantele naturii
3. Unificarea modelului standard cu gravitația.

Euristică negativă:

---

<sup>5</sup> Keizo Matsubara, „Realism, Underdetermination and String Theory Dualities”, *Synthese* 190, nr. 3 (2013): 471–489.

<sup>6</sup> Ian Hacking, „Representing and Intervening by Ian Hacking”, Cambridge Core, octombrie 1983, <https://doi.org/10.1017/CBO9780511814563>.

<sup>7</sup> Matsubara, *Stringed Along Or Caught in a Loop?*

1. Nu se permite niciun argument *modus tollens* să fie îndreptat împotriva nucleului dur.

Comparativ cu celelalte programe teoria corzilor pare să fie mai progresiv într-un sens mai general. Iar distincția program progresiv/degenerativ nu se poate face întrucât lipsesc testele empirice. Dar încercările eșuate ale teoreticienilor pe parcursul unei mari perioade de a determina constantele naturii pornind de la principiile teoriei se poate considera ca fiind o fază degenerativă în sensul lui Lakatos în care constatările empirice determină dezvoltarea teoretică, deși în acest caz rezultatele empirice erau cunoscute în avans, și nu prezise. Concluzia lui Matsubara este că teoria corzilor este un program degenerativ, și deci ar trebui respins dacă ar exista un program rival la fel de progresiv.<sup>8</sup> Din păcate, în prezent celelalte programe de cercetare sunt cel puțin la fel de neconcludente.

Referitor la aplicarea metodologiei lui Lakatos la teoria corzilor, Quine a afirmat:

”Consider că teoria lui Lakatos, MSRP, este cea mai rezonabilă analiză a dezvoltării științifice; se potrivește unui număr destul de mare de episoade din istoria științei și cred că aceasta atinge echilibrul corect între o descriere descriptivă și normativă a științei. De asemenea, este, într-o oarecare măsură, utilă pentru discutarea teoriei corzilor și a concurenților săi, în principal a gravitației cuantice în bucle. Cu toate acestea, nu se poate spune cu adevărat că un program [din cele enumerate] este progresiv și celălalt degenerativ, deoarece distincția și comparația se fac în termeni de dezvoltare teoretică și empirică, și nu s-a produs nicio dezvoltare empirică. Pe de altă parte, fără a folosi criteriile lui Lakatos și în loc să se bazeze doar pe noțiunea noastră oarecum vagă de dezvoltare, cineva este tentat să spună că teoria corzilor a fost teoretic progresivă, dar nu progresivă empiric. S-ar putea spune că adepții teoriei corzilor cred că progresivitatea teoretică este suficientă pentru a continua lucrul la teorie, în timp ce criticii cred că nu este.”<sup>9</sup>

Cartwright și Frigg au ajuns la concluzii similare analizând teoria corzilor prin prisma metodologiei lui Lakatos, evaluând gradul de progresivitate al teoriei în funcție de: gama de aplicații empirice, predicțiile de succes, reproducerea noilor tehnologii, răspunsul la probleme, coerența, eleganța, puterea explicativă, adevărul. Concluzia lor a fost că teoria corzilor a fost progresivă ca putere explicativă și unificatoare, dar aceasta este insuficient pentru a afirma progresivitatea teoriei în general. Dar autorii

---

<sup>8</sup> Matsubara.

<sup>9</sup> W. V. Quine, *Ontological Relativity & Other Essays* (New York: Columbia University Press, 1969), 72.

nu recomandă respingerea teoriei, făcând apel la toleranța metodologică propusă de Lakatos.<sup>10</sup>

Reiner Hedrich afirmă că în prezent "teoria corzilor" nu este deloc o teorie, ci o structură labirintică a procedurilor și intuițiilor matematice. Singurele motivații ale sale față de GCB sunt incompatibilitatea reciprocă a modelului standard al teoriei câmpului cuantic și a relativității generale, și metafizica programului de unificare a fizicii.<sup>11</sup> Amânarea unei decizii filosofice asupra teoriei corzilor pentru după consolidarea programului de cercetare ar putea să conducă la condiții mai adecvate pentru o evaluare.

Marele atu al teoriei este speranța că ea va reuși să unifice cele două teorii aparent incompatibile, cuantică și relativitatea generală, și implicit toate forțele fundamentale, într-o mare teorie unificată. În plus, teoria s-a conformat unei abordări considerate fundamentale în metodologia științifică de Einstein, Duhem, și alții: simplificarea. Teoria corzilor a unificat modelul standard și TGR, fiind în acest sens un model "mai bun" chiar dacă încă nu face predicții.<sup>12</sup> Greene apreciază și "eleganța" sa.<sup>13</sup>

---

<sup>10</sup> N. Cartwright și Roman Frigg, „String Theory Under Scrutiny” (2008), 14–15.

<sup>11</sup> Reiner Hedrich, „The Internal and External Problems of String Theory: A Philosophical View”, *Journal for General Philosophy of Science / Zeitschrift für Allgemeine Wissenschaftstheorie* 38, nr. 2 (2006): 261–278.

<sup>12</sup> Hakon Enger, „String Theory and the Scientific Method”, 2003, <http://home.simula.no/~henger/publ/mnvit-essay.pdf>.

<sup>13</sup> Brian Greene, *The Elegant Universe: Superstrings, Hidden Dimensions, and the Quest for the Ultimate Theory*, 2nd ed. edition (New York London: W. W. Norton & Company, 2010), 137.

## Anomalii ale teoriei corzilor

Unele dintre predicțiile făcute de teoreticienii corzilor, precum găurile negre microscopice și particulele super-simetrice cu energie scăzută, au fost falsificate prin observație.<sup>14</sup> Dar aceste probleme nu refutează teoria, deoarece sunt observații indirecte, mai degrabă decât rezultate directe ale teoriei.

În cazul teoriei corzilor, aspectele experimentale sunt dincolo de capacitatea noastră tehnologică.<sup>15</sup> Dar faptul că toate predicțiile teoriei au fost până acum falsificate este o problemă. În plus problema peisajului este o altă problemă care face ca teoria să nu fie falsificabilă. Pentru a rezolva această problemă s-a propus apelarea la principiul antropic, conform căruia putem alege din diferite permutări acele universuri care creează condiții potrivite pentru apariția vieții,<sup>16</sup> dar acest principiu este controversat.<sup>17</sup> O altă problemă ține de materia/energia întunecată, care nu sunt prezise de teoria corzilor.

În momentul în care teoria corzilor și-a schimbat domeniul de aplicare (și în acest context și toate cerințele unui program de cercetare, inclusiv strategia) de la fizica hadronilor la gravitația cuantică, au început să apară problemele interne care, prin încercarea de eliminare a acestora cu ipoteze ad-hoc, au condus la alte probleme interne, rezultând o autoreferențialitate în creștere și o îndepărtare simultană de fenomenologie. Empirismul ei a scăzut încontinuu, rămânând o structură matematică labirintică cu o relevanță fizică neclară.

În plus, prin dezvoltările teoretice s-a ajuns la o autoimunizare a teoriei împotriva verificărilor empirice, inclusiv în cazul supersimetrice.<sup>18</sup> Teoria corzilor nu face predicții pentru masele particulelor supersimetrice; astfel, dacă viitoarele experimente în acceleratoare nu descoperă aceste particule, se poate argumenta că acestea au mase dincolo de gama dispozitivului experimental.<sup>19</sup> S-a ajuns astfel ca

---

<sup>14</sup> Matthias Blau și Stefan Theisen, „String Theory as a Theory of Quantum Gravity: A Status Report”, *General Relativity and Gravitation* 41, nr. 4 (1 aprilie 2009): 743–55, <https://doi.org/10.1007/s10714-008-0752-z>.

<sup>15</sup> Richard P Feynman, „The Feynman Lectures on Physics”, 2013, <http://www.feynmanlectures.caltech.edu/>.

<sup>16</sup> Paul Verhagen, „Understanding the Theory of Everything: Evaluating Criticism Aimed at String Theory” (Amsterdam University College, 2015), <http://www.uva.nl/binaries/content/documents/personalpages/h/a/s.deharo/en/tab-three/tab-three/cpitem%5B8%5D/asset>.

<sup>17</sup> Lee Smolin, „A perspective on the landscape problem”, *Foundations of Physics* 43, nr. 1 (ianuarie 2013): 21–45, <https://doi.org/10.1007/s10701-012-9652-x>.

<sup>18</sup> Richard Dawid, „On the Conflicting Assessments of the Current Status of String Theory”, Preprint, aprilie 2008, 984–96, <http://philsci-archive.pitt.edu/4009/>.

<sup>19</sup> Greene, *The Elegant Universe*.

incapacitatea de a face previziuni cantitative este folosit ca un avantaj strategic pentru auto-imunizare, un aspect inedit în fizică.<sup>20</sup>

Dawid consideră că o confirmare a unei teorii științifice se bazează pe trei factori principali:

1. existența unor soluții alternative la o anumită problemă (teoreticienii corzilor afirmă că teoria lor este singura opțiune viabilă pentru unificare);
2. gradul de conexiune cu teoriile deja confirmate (teoreticienii corzilor consideră programul lor ca o continuare naturală a programului de cercetare a fizicii particulelor);
3. numărul de intuiții/predicții neașteptate.

Încrederea în teorie ar depinde de conformarea cu acești factori, chiar în lipsa unei confirmări empirice. Practic, Dawid sugerează o comutare de la falsificabilitatea empirică la un model bayesian care definește probabilitatea nu "cât de des ceva se întâmplă", ci "ce grad de încredere ar trebui să avem în cunoașterea noastră".

Unii fizicieni propun să se evalueze teorii alternative la teoria corzilor. Principala diferență ar fi că teoria corzilor are ca scop rezolvarea problemei gravitației cuantice în contextul unificării. Din păcate, multe dintre problemele teoriei corzilor rămân și în teoriile alternative. Principalul rival, GCB, nu a fost încă dezvoltat suficient pentru a face declarații falsificabile. Smolin susține alternativele au fost neglijate în mod constant.<sup>21</sup> Problema alternativelor este că în prezent nu există nicio teorie suficient de dezvoltată și consolidată care să ia locul teoriei corzilor.<sup>22</sup> În căutarea "teoriei tuturor" nu pare să existe altă cale de urmat decât să continuăm să lucrăm la teoria corzilor (argumentul "Nu există alternative."<sup>23</sup>

Un realist științific ar lua în considerare doar o teorie matură bine testată care a prezis fapte noi. Teoria corzilor nu corespunde acestor cerințe. Dualitățile din teoria corzilor întăresc această convingere. Subdeterminarea teoriilor prin date este o problemă care ține de realismul științific. Realistii vor diferenția prin simplitatea, lipsa

---

<sup>20</sup> Hedrich, „The Internal and External Problems of String Theory”.

<sup>21</sup> Lee Smolin, *The Trouble With Physics: The Rise of String Theory, The Fall of a Science, and What Comes Next*, Reprint edition (Boston u.a: Mariner Books, 2007).

<sup>22</sup> Joanes Lizarraga et al., „Fitting BICEP2 with defects, primordial gravitational waves and dust”, *Journal of Physics: Conference Series* 600 (28 aprilie 2015): 600 (2015): 012025, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/600/1/012025>.

<sup>23</sup> Richard Dawid, Stephan Hartmann, și Jan Sprenger, „The No Alternatives Argument”, Preprint, 24 februarie 2013, 66.1 (2014): 213-234, <http://philsci-archive.pitt.edu/9588/>.

ad-hock-ului, puterea explicativă, etc, între teorii. Alternativ, se poate argumenta că subdeterminarea implică doar două moduri de a descrie aceeași teorie. Subdeterminarea ar trebui să forțeze realistul științific să abandoneze fie realismul semantic, fie realismul epistemic.<sup>24</sup>

Pozitiviștii logici tradiționali sunt un fel de anti-realisti, considerând că partea cognitivă semnificativă a unei teorii este limitată la conținutul ei empiric. Deci, teoria corzilor nu ar fi acceptată în situația actuală. Dacă teoria corzilor ar avea în viitor un succes empiric, dualitățile ar fi considerate doar ca echivalente semantic, deoarece numai conținutul empiric ar fi considerat ca relevant.

---

<sup>24</sup> Matsubara, „Realism, Underdetermination and String Theory Dualities”.



## Bibliografie

- Blau, Matthias, și Stefan Theisen. „String Theory as a Theory of Quantum Gravity: A Status Report”. *General Relativity and Gravitation* 41, nr. 4 (1 aprilie 2009): 743–55.  
<https://doi.org/10.1007/s10714-008-0752-z>.
- Cartwright, N., și Roman Frigg. „String Theory Under Scrutiny”, 2008.
- Dawid, Richard. „On the Conflicting Assessments of the Current Status of String Theory”. Preprint, aprilie 2008. <http://philsci-archive.pitt.edu/4009/>.
- Dawid, Richard, Stephan Hartmann, și Jan Sprenger. „The No Alternatives Argument”. Preprint, 24 februarie 2013. <http://philsci-archive.pitt.edu/9588/>.
- Enger, Hakon. „String Theory and the Scientific Method”, 2003.  
<http://home.simula.no/~henger/publ/mnvit-essay.pdf>.
- Feynman, Richard P. „The Feynman Lectures on Physics”, 2013.  
<http://www.feynmanlectures.caltech.edu/>.
- Greene, Brian. *The Elegant Universe: Superstrings, Hidden Dimensions, and the Quest for the Ultimate Theory*. 2nd ed. edition. New York London: W. W. Norton & Company, 2010.
- Hacking, Ian. „Representing and Intervening by Ian Hacking”. Cambridge Core, octombrie 1983. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511814563>.
- Hedrich, Reiner. „The Internal and External Problems of String Theory: A Philosophical View”. *Journal for General Philosophy of Science / Zeitschrift für Allgemeine Wissenschaftstheorie* 38, nr. 2 (2006): 261–278.
- Kuhn, Thomas S., și Jim Conant. *The Road Since Structure: Philosophical Essays, 1970-1993, with an Autobiographical Interview*. University of Chicago Press, 2000.
- Lakatos, Imre. *The Methodology of Scientific Research Programmes: Volume 1: Philosophical Papers*. Cambridge University Press, 1980.
- Lizarraga, Joanes, Jon Urrestilla, David Daverio, Mark Hindmarsh, Martin Kunz, și Andrew R. Liddle. „Fitting BICEP2 with defects, primordial gravitational waves and dust”. *Journal of Physics: Conference Series* 600 (28 aprilie 2015): 012025.  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/600/1/012025>.
- Matsubara, Keizo. „Realism, Underdetermination and String Theory Dualities”. *Synthese* 190, nr. 3 (2013): 471–489.
- . *Stringed Along Or Caught in a Loop?: Philosophical Reflections on Modern Quantum Gravity Research*. Filosofiska Institutionen, Uppsala universitet, 2012.
- Popper, Karl Raimund. *The Logic of Scientific Discovery*. Psychology Press, 2002.
- Quine, W. V. *Ontological Relativity & Other Essays*. New York: Columbia University Press, 1969.
- Smolin, Lee. „A perspective on the landscape problem”. *Foundations of Physics* 43, nr. 1 (ianuarie 2013): 21–45. <https://doi.org/10.1007/s10701-012-9652-x>.
- . *The Trouble With Physics: The Rise of String Theory, The Fall of a Science, and What Comes Next*. Reprint edition. Boston u.a: Mariner Books, 2007.
- Verhagen, Paul. „Understanding the Theory of Everything: Evaluating Criticism Aimed at String Theory”. Amsterdam University College, 2015.  
<http://www.uva.nl/binaries/content/documents/personalpages/h/a/s.deharo/en/tab-three/tab-three/cpitem%5B8%5D/asset>.