



PÁZMÁNY PÉTER KATOLIKUS EGYETEM
Információs Technológiai és Bionikai Kar



*Katolikus
Pedagógiai
Intézet*

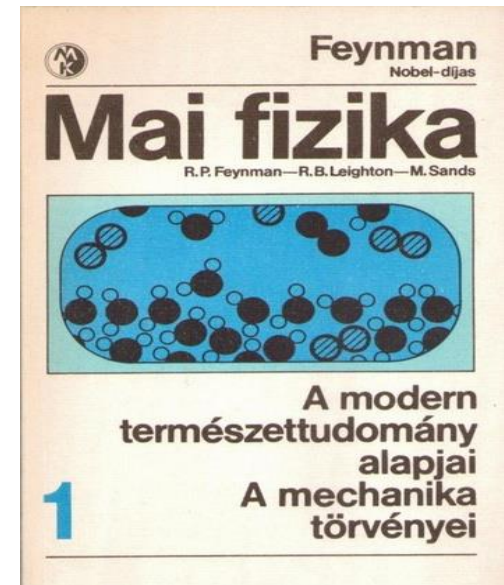
Középiskolai fizikatanárok szaktárgyi továbbképzése

2021. Február 19.

Milyen tudomány a fizika?

Tél Tamás

”A tudományos „igazság”
kizárólagos kritériuma a kísérlet.”
14.o.

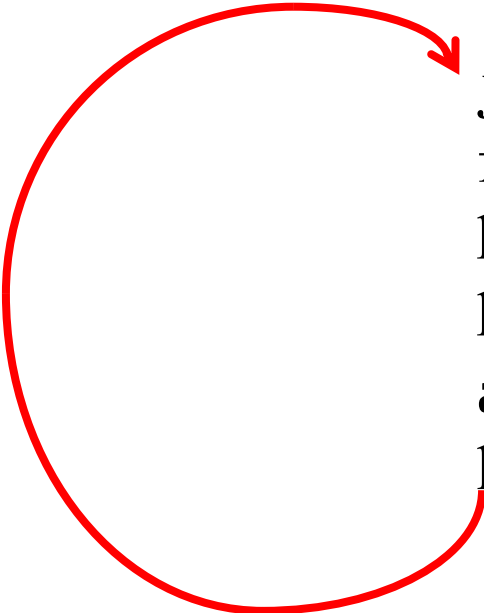


„Mit jelent az, hogy megértünk valamit? Képzeljük el, hogy a „világ”, az állandóan mozgásban levő tárgyak bonyolult elrendeződése egyetlen hatalmas sakkjátszma, az istenek játsszák, s mi csak megfigyelői vagyunk. Nem tudjuk, csupán *megfigyelhetjük* a játék szabályait. E világméretű játszma szabályai: a **fizika alapjai** .”

24.o

Hogyan működik a fizika (természettudomány)?

Galilei óta:



jelenségek megfigyelése,
fogalmak bevezetése,
kísérletek végzése,
kapcsolatok keresése a fogalmak között,
ahol csak lehet, matematikai kapcsolat,
hipotézisek

Állandóan ismétlődik !

A versengő hipotézisek közül kiesik az, amely következetesen ellentmond a megfigyeléseknek, kísérletnek. A végül érvényben maradó letisztult kapcsolatok, a **természeti törvényeket**.

A „kísérlet” jelenthet célzott műszeres megfigyelést, mérést, terepi munkát, bármit, ami az elképzelések tényekkel való szembesítését (angolul: „evidence”, az eljárás: „evidence-based”) lehetővé teszi.

A törvény szóhasználat (az összes világnyelven) arra utal, hogy a törvényben megfogalmazott állítás érvényessége **független attól, hogy tud-e róla, aki szembesül vele**.

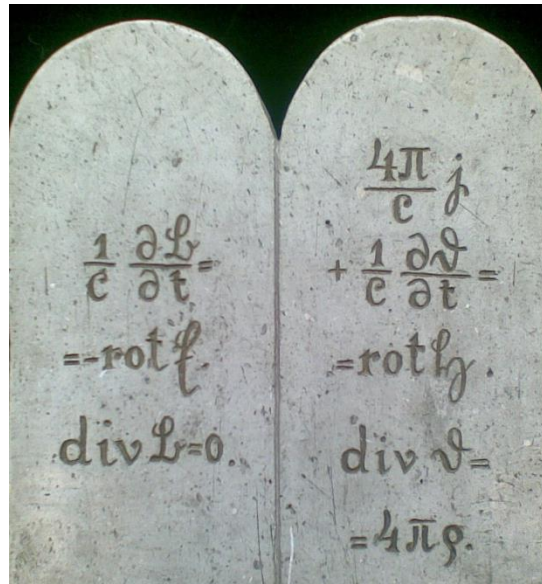
Pragmatikus elv az is, hogy **csak olyan fizikai mennyiségekről gondolkodunk, melyek maguk is - legalább elvben – megmérhetők.**

Az egész „megfigyelés - fogalomalkotás – kísérlet” egység folyamatosan ismétlődik, és kiegészül a természettudományos kutatók **közösségén**, mint minőségellenőrző közegen történő áthaladással (publikáció, stb).

A természettudományos eredmények jó része alkalmas arra is, hogy a társadalom **alkalmazza** őket.

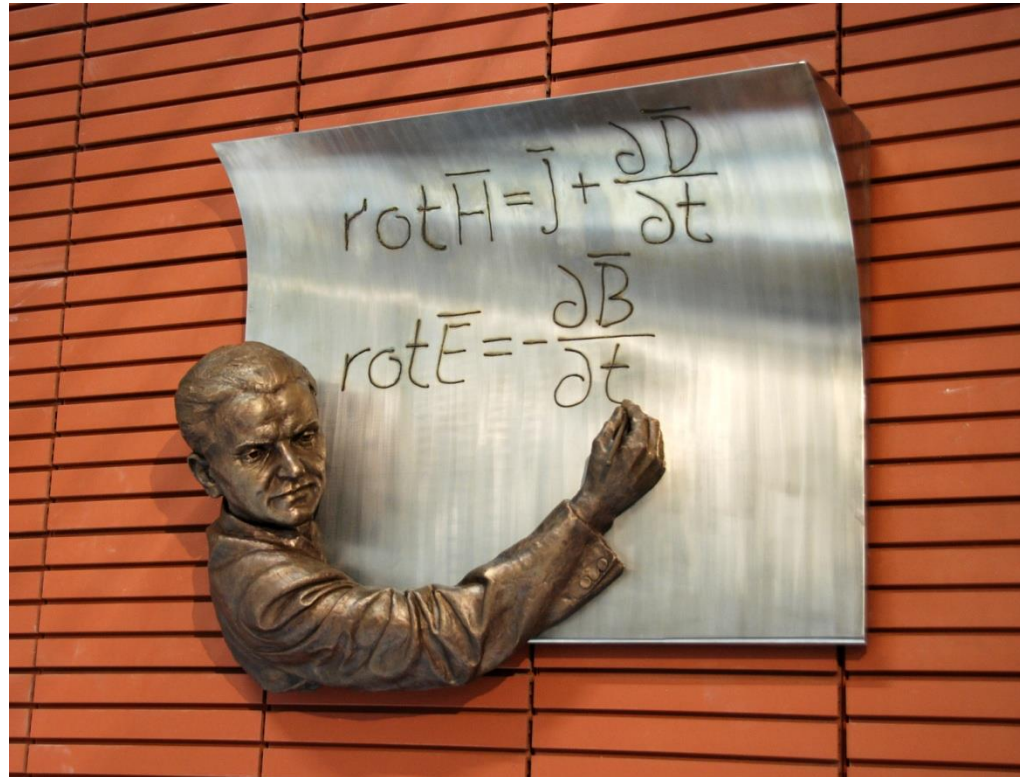
Alapvető természeti törvények

Novobátzky Károly: A Maxwell-egyenletek „a kinyilatkoztatás erejével ható, tapasztalatból leszűrt igazságok”.



A Novobátzkynak ajándékozott „Mózes-tábla”, 1955.

A mérnökökkel sincs másképp:



Simonyi Károly emléktáblája a BME Q épületében, 2011

Alaptörvény: a jelenségek igen széles körére érvényes törvények, melyek számos, szűkebb érvényességi körű törvényt is megalapoznak

Newton-törvények, Maxwell-egyenletek ,
a hőtan főtételei, a relativitáselmélet,
Schrödinger-egyenlet, ...

Az elektrolízis törvényei, a tömeghatás törvénye, ...

Érvényességüket **kísérletek, megfigyelések százezrei** ellenőrizték/ellenőrzik.

Az alaptörvények felismerésük után - a történelem időskáláján legalábbis – már **nem változnak. Ami változhat idővel, az az érvényességi körük.**

A természet sajátos, lényegi rend szerint működik, és a **természet ennek felkutatása révén megismerhető.**

Az ismeretek néhány **matematikai** egyenlettel összefoglalhatók

Matematika és természettudomány

A matematikai igazság: „Egy *állításról*, itt a szobámban ülve, a külvilágtól függetlenül eldönthetem, **igaz** vagy sem”.

T. Sós Vera, Staar Gyula interjúja, 2000

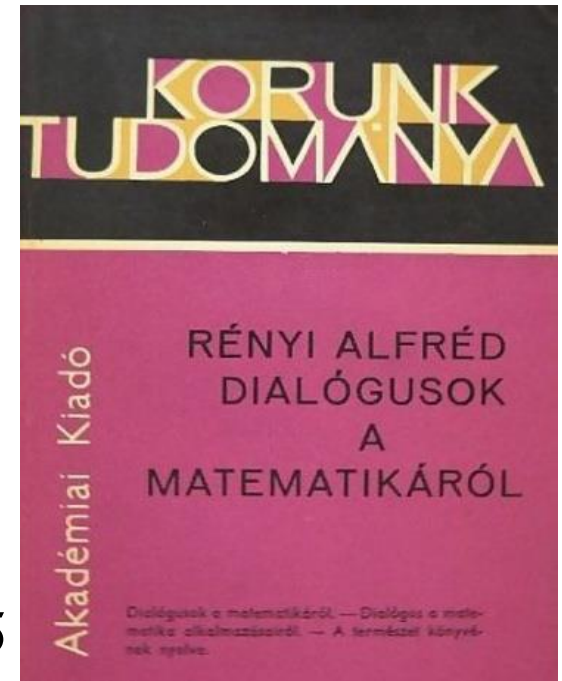
A matematika igazsága **nem** a természettudomány igazsága.

A matematikának nincs szüksége kísérletre: a **matematika nem természettudomány!**

Miért használható akkor számunkra?

Próbálkozás a magyarázatra:

Rényi Alfréd: Dialógus a matematikáról, 1965



Dialogus a matematikáról, 1965

A matematikát megismerni készülő Hippokratész és (az ehhez tanácsokat adó, bölcs) Szókratész platoni dialógus formájában beszélget a témáról.

„Szókratész: Szóval azt mondd, hogy a matematikus nem a juhok vagy a hajók számával foglalkozik, hanem magukkal a számokkal, tehát nem valami létező dolgokat számol, hanem a számokat magukat kutatja, és így olyasmivel foglalkozik, ami igazában nem is létezik, csak az ő gondolataiban.”

„Hippokratész: ...A matematika tárgyát képező, nem létező, csak elgondolt dolgokról éppen azért tudhatjuk a teljes igazságot, mert nem léteznek, illetve csak annyiban léteznek, amennyiben a matematikusok kigondolták őket, és éppen azért pontosan olyanok, amilyennek elképzelték őket.”

„Szókratész: Mondd hát, Hippokratészem, nem találsz rejtélyesnek, hogy ezek szerint arról, ami nem létezik, többet és biztosabbat tudunk, mint arról, ami létezik?”

„Szókratész: Mármost gondold meg jól: mindaz, amit a matematikusok a számokról megállapítanak, azokat önmagukban és minden kézzelfogható dologtól elvonatkoztatva vizsgálva, nem érvényes-e az a juhok számát illetően is? Ha például a matematikusok megállapítják, hogy a 17 törzsszám, nem jelenti-e ez azt is, hogy 17 élő juhot nem lehet több ember között úgy elosztani, hogy mindegyik ugyanannyi juhot kapjon, csak úgy, hogy 17 ember mindegyike egy-egy juhot kap?”

„Szókratész: Tehát amit a matematikus a számokról megállapít, az a valóban létező dolgokra is érvényes?”

Rényi érvelése ellenére, Wigner Jenő: The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences, 1960
(A matematika érthetetlen hatékonysága)-
ról beszél a nem emberi léptékű (mikrovilág, univerzum) fizika kapcsán.

**Adománynak nevezi, mert nem következik semmiből,
hogy így kell lennie.**

Tudományos forradalmak – paradigmabővülések.

Tudományos paradigma: azon eljárások összessége, melyet egy tudományterületet adott időpontban használ.

A tudományos forradalmak T. Kuhn szerint *paradigmaváltással* járnak.

Ettől kezdve egészen új fogalomrendszerben dolgozik az adott tudományterület, az eredeti fogalomrendszerből *semmi* használható nem marad.

Ez **nem igaz!**

A modern fizika megjelenésével a klasszikus fizika a jelenségek még mindig végtelen gazdag halmazára érvényben maradt.

Az új ismeretek, paradigmák, a *régebbi alaptörvények érvényességi körét pontosítják*, nem lerombolják azokat.

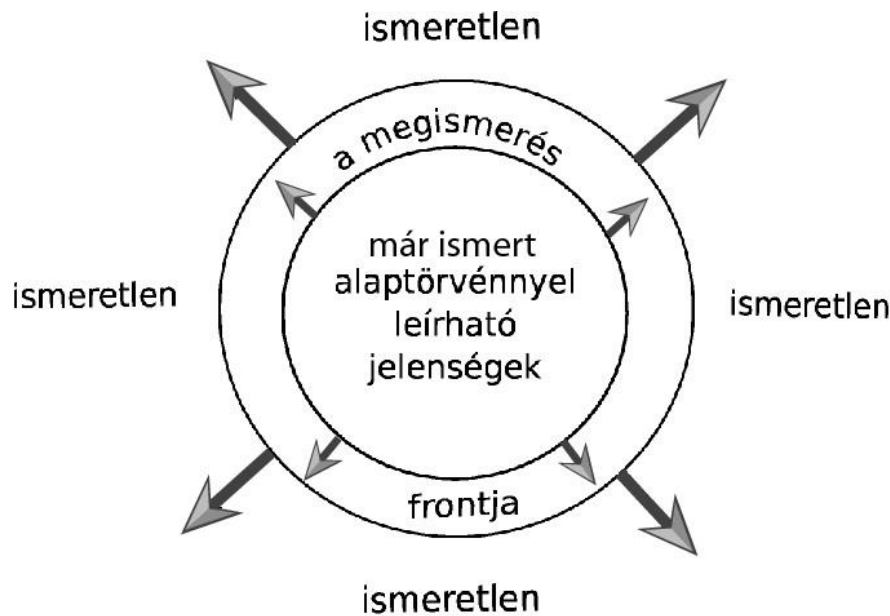
A törvények megszűnéséről tehát szó sincs.

A **paradigmabővülés** fogalom tűnik alkalmazhatónak.

A klasszikus mechanika kialakulása idején teljes ismert világra vonatkozott, arra mindig is érvényben marad, de az idő előrehaladásával javuló technikák pontosabb méréseket tettek lehetővé, és *e pontosabban megismert világban* szükségessé válik az új tudományág (relativitás, kvantumelmélet) megjelenése.

A kvantumelmélet is mindig érvényes lesz a ma általa leírt jelenségekre.

A természettudományos megismerési folyamat sematikus ábrázolása.



A megismerés frontja lassan behatol az ismeretlenbe, s olyan területet hagy vissza, ahol ismertté váltak az alaptörvényeket. Az alkalmazott és műszaki kutatások a belső korongra koncentrálnak. A természettudomány ismerete folyamatosan bővül, kialakul letisztult tudás. E tudás nagy része **nem változik. Ezt kellene megértetni minden diákkal.**

A Berkeley Egyetem oldala: Understanding science

https://undsci.berkeley.edu/article/intro_01



The screenshot shows the header of the 'Understanding Science' website. The main banner has a blue background with a yellow circular logo on the left containing three smaller circles and arrows. To the right of the logo, the text 'Understanding Science' is written in large yellow font, with 'how science really works' in smaller white font below it. Further right, the text 'Explore an interactive representation of the process of science.' is displayed in white, followed by a large blue arrow pointing to a circular diagram. In the top right corner of the banner, the links 'search | glossary | home' are visible. Below the banner, there are three yellow buttons with blue borders: 'UNDERSTANDING SCIENCE 101', 'FOR TEACHERS', and 'RESOURCE LIBRARY'. On the left side, below the buttons, is a 'contents' link with a document icon. On the right side, there is a grey box containing the text 'How science works', 'page 1 of 21', and navigation links '<< previous | next >>'. The main title 'How science works' is also displayed in large black font on the left side of the page below the navigation buttons.

search | glossary | home

Understanding Science
how science *really* works

Explore an interactive representation of the process of science.

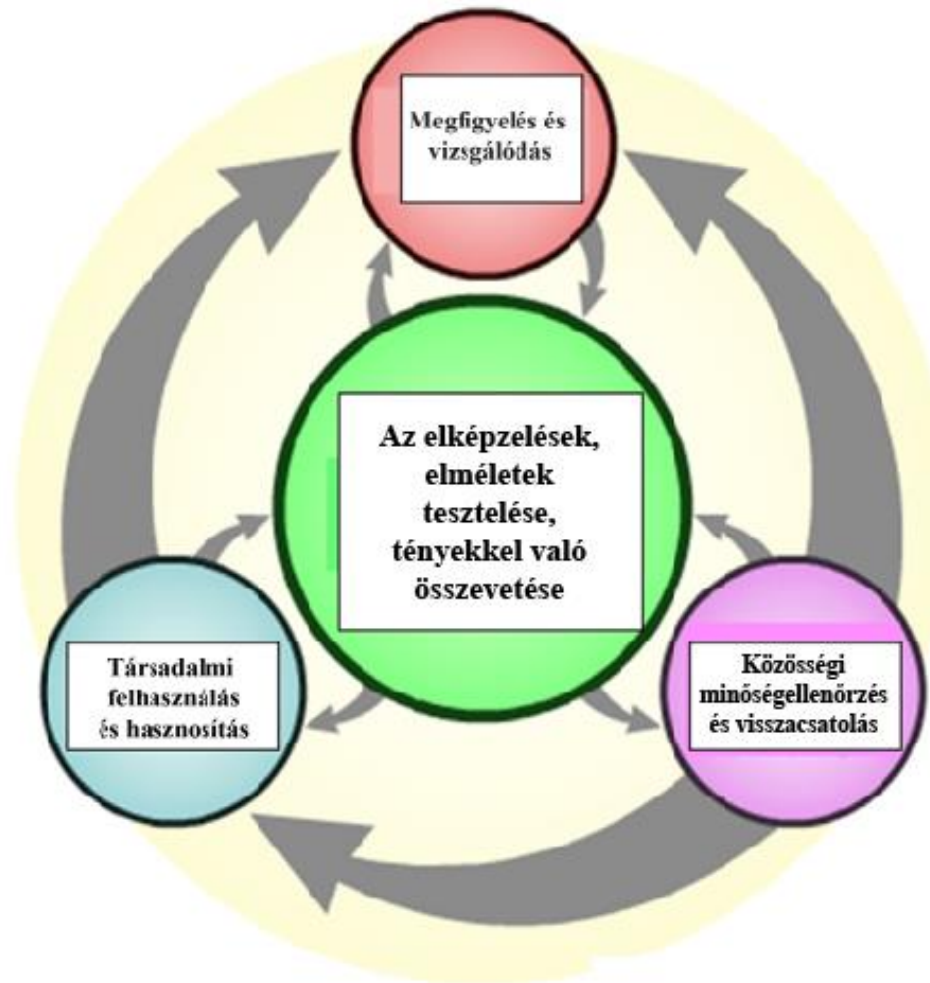
UNDERSTANDING SCIENCE 101 FOR TEACHERS RESOURCE LIBRARY

 [contents](#)

How science works

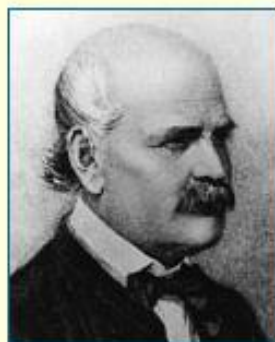
How science works
page 1 of 21
[<< previous](#) | [next >>](#)

A természettudományos megismerés folyamata



TESTING IDEAS ABOUT CHILDBED FEVER

As a simple example of how scientific testing works, consider the case of Ignaz Semmelweis, who worked as a doctor on a maternity ward in the 1800s. In his ward, an unusually high percentage of new mothers died of what was then called childbed fever. Semmelweis considered many possible explanations for this high death rate. Two of the many ideas that he considered were (1) that the fever was caused by mothers giving birth lying on their backs (as opposed to on their sides) and (2) that the fever was caused by doctors' unclean hands (the doctors often performed autopsies immediately before examining women in labor).



Ignaz Semmelweis

He tested these ideas by considering what expectations each idea generated. If it were true that childbed fever were caused by giving birth on one's back, then changing procedures so that women labored on their sides should lead to lower rates of childbed fever. Semmelweis tried changing the position of labor, but the incidence of fever did not decrease; the actual observations did not match the expected results. If, however, childbed fever were caused by doctors' unclean hands, having doctors wash their hands thoroughly with a strong disinfecting agent before attending to women in labor should lead to lower rates of childbed fever. When Semmelweis tried this, rates of fever plummeted; the actual observations matched the expected results, supporting the second explanation.

levels.



TEACH THIS

- Learn strategies for building lessons and activities around the Science Flowchart:
[Grades 3-5](#)
[Grades 6-8](#)
[Grades 9-12](#)
[Grades 13-16](#)
- Find lesson plans for introducing the Science Flowchart to your students in:
[Grades 3-5](#)
[Grades 6-8](#)
[Grades 9-16](#)
- Get [graphics and pdfs of the Science Flowchart](#), including Spanish language versions, to use in your classroom.

A természettudomány jellemzői („science checklist”)

- a létező természettel foglalkozik,
- célja az ebben lezajló jelenségek magyarázata,
- ellenőrizhető, tesztelhető elképzeléseket használ,
- tapasztalati, kísérleti tényeken nyugszik,
- a kutatók közösségébe ágyazottan történik,
- egyre újabb és újabb kérdéseket vet fel, új felfedezésekre vezet (a kutatás folyamatos),
- a természettudományos kutatói hozzáálláson alapul.

Amit *nem* tesz a természettudomány:

- nem hoz erkölcsi ítéletet,
- nem hoz esztétikai ítéletet,
- nem mond semmit arról, hogyan használandó fel a tudás,
- nem foglalkozik természetfölötti jelenségekkel.

Mi teszi a természettudományt természettudománnyá?



A természettudományos hozzáállás: mindenkit szívesen látunk, aki készen áll arra, hogy gondolatait állandó tesztelésnek, a tényekkel való összevetésnek tegye ki.

https://undsci.berkeley.edu/article/0_0_0/whatisscience_09

A <https://undsci.berkeley.edu/teaching/how.php#worldwide>

oldal alul

"I teach mathematics and physics in a high school in Debrecen, namely in the Reformed Grammar School, where Zoltán Bay studied as well. I am writing my PhD degree at the Eötvös Loránd University about teaching physics. I like the 'How Science Works' webpage very much. You have composed a very ample and interesting stuff. I have prepared an [interactive curriculum about Galileo Galilei](#), including a section in which I represent on the basis of the flowchart, how certain parts of the chart appear in the life of Galileo."

- *Eniko Bíróné Kabály, Hungary*

Mi van a NAT-ban?

Az eddigiekből semmi. Helyette:

A) Alapelvek és célok:

*„Ennek érdekében a tanulónak meg kell ismernie a világot leíró alapvető természettudományos **modelleket és elméleteket**, azok történeti fejlődését, érvényességi határait, a hozzájuk vezető megismerési módszereket.”*

*„Mivel a **paradigmák, kutatási programok** ma is változnak, a természettudományok tanítása során azt is be kell mutatnunk, hogy azok századok kollektív munkájával születtek meg, **folyamatosan alakulnak...**”*

*„Ugyanakkor láttatni kell azt is, hogy a természettudományok megfigyelések, kísérletek sorozatain keresztül kikristályosodott, bizonyított alapvető igazságokra (**elméletekre, törvényekre, szabályokra**) épülnek.”*

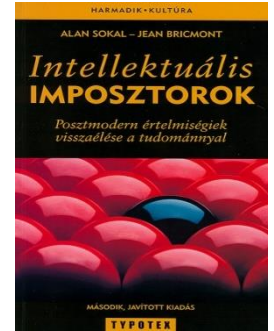
Az elmélet megelőzné a törvényt?

A törvény szó az egész **Fejlesztési feladatok** fejezetben (17 oldal) ezen kívül egyszer sem fordul elő.

Posztmodern nézetek a természettudományról

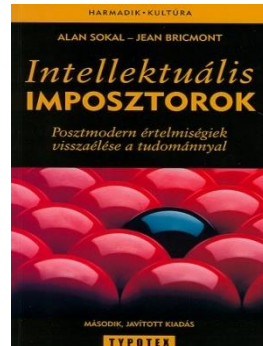
Sokal, Bricmont:

Intellektuális imposztorok, 2000



*„Úgy tűnik, hogy a humán- és társadalomtudományok jelentős hányada vall egy filozófiát, melyet – jobb kifejezés híján – **“posztmodernizmus”** néven fogunk emlegetni. Ezt a szellemi áramlatot a következő ismérvekkel jellemezhetjük: a Felvilágosodás racionalista hagyományának többé-kevésbé explicit visszautasítása, a tapasztalati ellenőrzéstől függetlenített elméleti diskurzus működtetése, valamint egy olyasfajta kognitív és kulturális relativizmus elfogadása, mely szerint a tudomány nem több, mint **“narráció”, “mítosz”** vagy társadalmi konstrukció.” Ez a filozófia kigúnyolja „az ódivatú **“dogmát”, mely szerint **“a külvilág létezik, és tulajdonságai függetlenek minden embertől, mi több, az emberiség egészétől”, kategorikusan kinyilvánítja, hogy **“a fizikai „valóság”** – akárcsak a társadalmi „valóság” – végeredményben tulajdonképpen társadalmi és nyelvi konstrukció.”*****

Egy posztmodern idézet és Sokal és Bricmont kommentárja



B. Latour (1988): „*Ki szerez hasznát abból, hogy megfigyelőket delegál a peronra, a vonatra, ...? Ha a relativizmusnak igaza van, akkor bármelyikünk ugyanannyi hasznát húz belőle, mint akármelyik másik. Ha a relativitásnak van igaza, akkor csupán egyikünk (a leíró, azaz Einstein vagy egy másik fizikus) lesz képes arra, hogy egyetlen helyen (a laboratóriumban, az irodájában) egybegyűjtse az összes dokumentumot, beszámolót és mérést, melyeket a delegáltak küldtek vissza.*”

SB: „*Ez az utolsó hiba meglehetősen fontos, hiszen azok a szociológiai konklúziók, melyeket Latour a relativitáselmélet elemzéséből kíván levonni, azon a kitüntetett szerepen alapulnak, melyet a „leírónak” tulajdonít, ez pedig egyik kedvelt fogalmával, a „számítási centrummal” áll kapcsolatban.*”

Latour nem értette meg a gondolatkísérlet fogalmát!

P. Feyerabend (1924-1994)

P. Feyerabend a természettudományos módszerről (1975):
*„Minden metodológiának megvannak a maga korlátai, és az egyetlen érvényes „szabály” az marad, hogy „**bármí elmegy.**”*

SB: „Ez egy olyan hibás következtetés, amelyik tipikus a relativista érvelésekben. Egy helyes megfigyelésből kiindulva - „Minden metodológiának megvannak a maga korlátai” – Feyerabend egy tökéletesen hamis konklúzióra jut: „bármí elmegy” ”.

PF: „A tudomány nem eredményei miatt győzedelmeskedik más ideológiák felett, hanem, mert a versenyt az ő érdekében **manipulálják.**”

PF: „Nincs tehát világosan megfogalmazható különbség **mítoszok** és tudományos elméletek között. A tudomány az egyike az emberek kialakította számtalan életformának. Hangos, pimasz, drága és feltűnősködő.”



Esterházy Péter könyvkritikájából, 2001

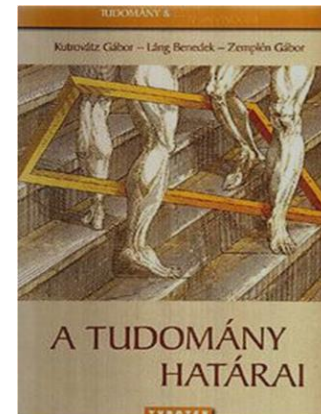
„Nálunk a nem humán műveletlenséget, tahóságot igen helytelenül nem tekintjük tahóságnak.”

„...kijelenti, hogy a középiskolából megszeretett pi, amelyet korábban állandónak és egyetemesnek gondoltunk, még a komcsik se mertek hozzája nyúlni, "immárcsak elvitathatatlan történetiségében vizsgálható".

„...megmutatják, miképpen élnek vissza a matematikai és fizikai fogalmakkal, mely fogalomhasználat az alaposság, mélység és tudományosság látszatát kelti. Hogy a modern háború nem euklideszi térben megy végbe (Baudrillard), hogy a tórusz (az autógumi-felület) pontosan a neurotikus struktúrája, és hogy ez nem analógia (mert úgy, vagy mint metaforák, menthető ügyek volnának, kis költőiségek), még csak nem is absztrakció, mivel az az absztrakció a realitás valamiféle csökkenése, ez pedig, így a nagy Lacan, maga a realitás, és hogy az erekciós szerv egyenértékű a $\sqrt{-1}$ -gyel. Nohiszen (a szó jó értelmében). Szé-hé-gyen-telen verbális csúsztatások.”

Kutrovác G., Láng B., Zemplén G.

A tudomány határai, 2008



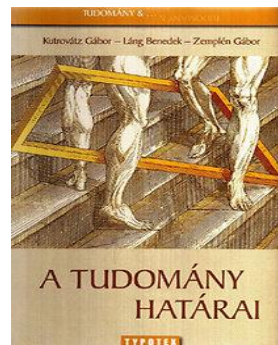
A könyv a tudomány és áltudomány témakörét járja körül.

A tudomány határait azonban nem adja meg, mert
*„... a filozófusok belátták, hogy tudomány és nem tudomány
elválasztásának kérdése **nem** oldható meg”.*

Érvelésükben alaposan támaszkodnak Feyerabendre.

Kísérletet sem tesznek arra, hogy – leadva az általánosságból - a
természettudományt **megkülönböztessék**
más tudományoktól, pedig akkor eredményre lehetne jutni
(l. Berkeley oldal).

Tudományháború

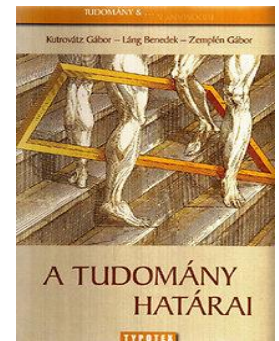


A Sokal--Bricmont-könyv része a „tudományháborúnak”.

A „Tudomány határai” szerzői szerint néhány tipikus kijelentést, mely a „tudományháborúban” felmerült:

- „1. Nincs olyan dolog, hogy Tudományos Módszer.*
- 2. A modern tudomány napról napra él, sokkal inkább hasonlít tőzsdei spekulációra, mint a természeti igazság keresése.*
- 3. A szokásos, fizikai értelemben nem tulajdoníthatunk független létezését se a jelenségeknek, se a megfigyelőknek.*
- 4. A fizika fogalmi alapjai az emberi elme szabad alkotásai.*
- 5. A tudósok nem találnak rendet a természetben, hanem ők teszik bele.*
- 6. A modern fizika a hit belső működésén alapul.*
- 7. A tudósközösség tolerálja a megalapozatlan történeteket.*
- 8. Hogy mi számít elfogadható tudományos magyarázatnak, annak mindig vannak társadalmi meghatározói és funkciói.”*

Lakatos Imre (1922-1974)



A szerzők idézik Lakatos Imrét:

*„Lakatos számára nem az a kérdés, hogy egy elmélet igaz-e vagy sem, hanem hogy egy kutatási program **előre halad-e** vagy visszafejlődik.*

.

*„A newtoni kutatási program a 19. század végére **kimerült**. Egyre gyarapodtak a problémák, míg végül a 20. század elején a tudósközösség **feladta** egy másik, Einstein által kezdeményezett kutatási program javára.”*

*„Nem az a tudományos, ami a tapasztalat segítségével igazolható, de nem is az, ami cáfolható, hanem ami vagy **haladó**, vagy nem végérvényesen visszafejlődő kutatási programba illeszkedik.”*

Mi a posztmodern?

A humán értelmezés (<http://hu.wikipedia.org/wiki/Posztmodern>) szerint:

A posztmodern „jellemzője a bizalmatlanság és a bizonytalanság.”
„A posztmodern lényege tehát az, hogy megkérdőjelezi a szubjektum önazonosságát, illetve az egységes, abszolút érvényű világmagyarázó elvek létét (lásd. ad-hoc szókapcsolatok). A világ többértelmű, heterogén, önellentmondásos.”

Ettől függetlenül is divatos és könnyű azzal előállni, hogy a világ bonyolult, semmit sem tudhatunk pontosan, minden állandóan változik. Kiegészül mindez az alap természettudományokkal szembeni irígységgel; azok lejáratása a többit emeli fel.

Bánkúti Zs., Csorba F. L. (szerk.) Átmenet a tantárgyak között, 2011 (A természettudományos oktatás megújításának lehetőségei)



<https://ofi.hu/kiadvany/atmenet-tantargyak-kozott-termeszet-tudomanyos-oktatas-megujitasanak-lehetosegei>

Ez a term. tud. NAT **gondolati, ideológiai háttere**

Csorba F. László: Előszó

Részletesen idézi **Hamvas Béla** 1934(!)-es „**Természettudományos mitológia**”c. tanulmányát (Debreceni Szemle, 1934, 5. sz. 210-219) .

*„Hamvas a tudományt **mítosznak** tekinti.”*

*Ez „provokatív láttelek a tudományok válságáról, mely az eltelt évtizedek viharos változásai ellenére nem **veszített időszerűségéből.**”*



Amit a **szerző elhallgat**: **Hamvas** a cikk végén ezt írja:

„A mechanikus természettudományos törvény érvénye megszűnt és helyébe lép valami, amit egyelőre „valószínűségi hullámnak” neveznek. És itt az ember már belépett az új mitológiába. ... az új gondolkozás igyekszik, ahogy Planck mondja: „az abszolút törvényszerűséget a természetből teljesen kizárni”.

Megérthette Hamvas, hogy a valószínűségi törvény is törvény?

Amit a szerző **szintén elhallgat**:

Németh László: Vita Hamvas Bélával (1934) (megjelent „A minőség forradalma”-ban) tanulmányában ezt írja:

„Megküldött tanulmányod, azt hiszem, kitűnő példája ennek a mesterséges térben folyó gondolati kísérletezésnek, melyet elég találóan esszéizmusnak neveztek el. Igazságot fejez ki, s egészében mégsem igaz.”

„Igazad van, amikor a természettudomány és a technika szövetségét hangsúlyozod. Ez a szövetség a természettudomány legfontosabb ismertető jele, de épp ez különbözteti meg a mitológiáktól, melyekkel összekevered.



Csorba F. mégis idézi Feyerabendet:

„A tudomány ... céljait nem az objektív megismerés, hanem a hatalom szolgálatában álló 'mitológia' jelöli ki.”

Lakatosról ezt írja: *„Mégiscsak választhatunk tehát a programok (vagy paradigmák) közül: az előnyösebbet vagy a termékenyebbet – de nem az „igazabbat”.*

Ugyanakkor: *„A közoktatásban a fenti nehézségek miatt a szó szoros értelmében nem taníthatunk természettudományokat.”*

A szerző **ennek ellenére** javasol változási irányokat:

*„1. A szaktudományok pozitivista rendszere ... tarthatatlanná vált, az igazságok helyét **modellek, paradigmák, tradíciók** sokasága vette át.”*



„3. A 'humán' és a 'reál' tudományok **megkülönböztetése** lassan értelmét veszti ...”.

„7. **Rendszerszemléletű** megközelítésben ... a tudományok is a funkciókat, azaz a megszerzett tudás értelmét keresik. A leírás (milyen a világ?) és az etikai dimenzió (**milyen legyen a világ?**) közti határvonal így feloldódhat, éppen annyira, amennyire megtaláljuk tudásunk értelmét, funkcióját.

Mit tehetünk?

Tegyük a fizikaoktatást fizikaibbá!

A fizikában vannak törvények, **de nincsenek axiómák**

A mérési, megfigyelési **hiba** a fizika lényege

Nem szégyellni kell, hanem hangsúlyozni: a kaotikus jelenségek pl. hibaerősítők – nem léteznének, ha nem lenne hiba

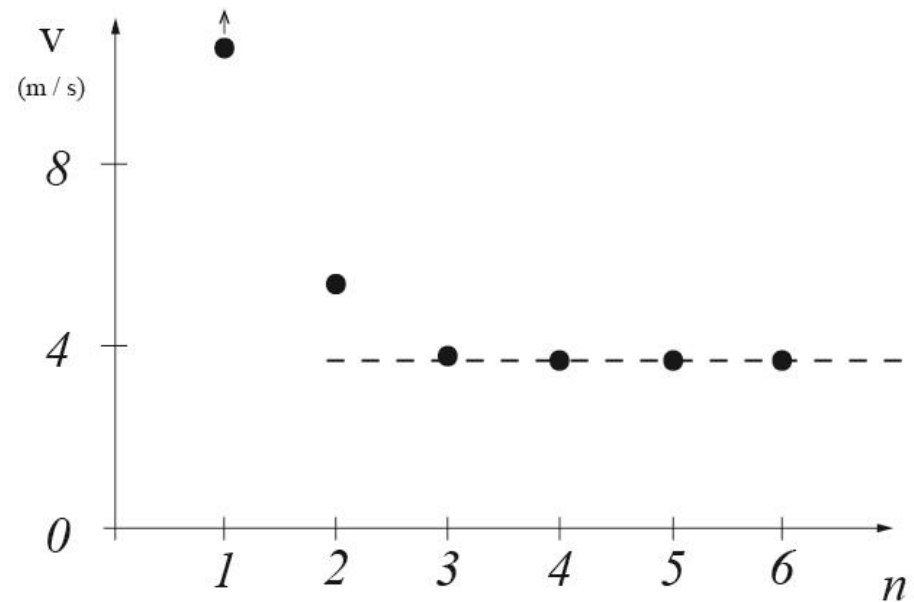
Eszközeink is véges pontosságúak, **felbontásúak** (digitálisak)
A fraktálság pl. a felbontás változtatásával érthető meg.

Óhatatlanul **elhanyagolunk**, ezt mindig hangsúlyozzuk!

A tudomány fejlődését is illusztráló középiskolai feladat:

„Egy motorcsónak állandó teljesítménnyel halad a Dunán Komáromból Esztergom felé. Határozzuk meg a csónak Dunához viszonyított v sebességét egyre jobb közelítéseket (modelleket) használva, ha a motor nettó teljesítménye $P = 0,35 \text{ kW}$, a Duna áramlási sebessége $U = 1 \text{ m/s}$, és a szél a Duna folyási irányában fúj, ugyancsak 1 m/s -os sebességgel. A többi adatot szükség szerint vegyük fel.”

Az eredmény, egyre jobb közelítéseket használva (a két utolsó relativitás és kvantum):



Konvergál!

Fogalmaink érvényességi köre **korlátozott**:

Pl. sűrűség: $\rho = \Delta m / \Delta V$,

ha $\Delta V \rightarrow 0$

Fenomenológiai leírás, ρ csak lassan változhat térben

Ha ΔV atomi méret, más az eredmény, ha atommagot talál, vagy nem. Ott **már nincs értelme** a sűrűségnek.

Mit jelent akkor általában $x \rightarrow 0$?

Létezik egyáltalán 0 vagy ∞ a természetben?

$x \rightarrow 0$ jelentése:

$x \ll X$, ahol X **a problémára jellemző** adat

$x \rightarrow \infty$ jelentése:

$x \gg X$, ahol X **a problémára jellemző** adat

$x \rightarrow 0$, $x \rightarrow \infty$ egyszerűsítő (tréhány) jelölés, mert elkerüli X használatát

(Ezért 0-val általában szabad osztani a fizikában)

Mit jelent a **határértékben** vett egyenlőség?

$$\sin x / x \rightarrow 1, \text{ ha } x \rightarrow 0$$

Mekkora x -re igaz, hogy $\sin x = x$?

$$x = 10^{-23}\text{-ra?}$$

Mekkora x -re igaz ez, ha megengedünk ε hibát/pontatlanságot?

Ez nem tisztátalanság, hanem a valóság figyelembevétele!

Viszonylag nagy x -re **valódi** egyenlőséget ad a számológép.

Nem érdemes **pontosabban** számolni, mint a mérés, közelítés hibája.

Miért mondhatjuk, hogy az inga lengése 5 fokig **harmonikus rezgés**?

$$d^2 \phi / d t^2 = -(g/l) \sin \phi \rightarrow d^2 \phi / d t^2 = -(g/l) \phi$$

Mekkora x -re igaz, hogy $\sin x = x$? (A számológép szerint, ha $x < 10^{-5}$)

Mekkora $\sin x$ eltérése x -től?

Taylor-sor: $\sin x = x - x^3/6 + \dots$ [tanárként érezzük közel a Taylor-sort!]

A hiba arra az x^* -ra ε , melyre $x^{*3}/6 = \varepsilon x^*$

$$x^* = (6 \varepsilon)^{1/2}$$

Ha a hiba egy ezrelék, $x^* = 0,08$.

5 fok = 0,087 radián. Ezért tanítjuk az 5 fokot (és látszik a táblázatból is).

Ha $\varepsilon = 10^{-9}$, $x^* = 10^{-4}$, összhangban a számológépből kapott eredménnyel.

Mit tudatosítsunk a fizika általános képének megvédése érdekében?

A tudományos forradalmak a fizikában nagyon **ritkák**.

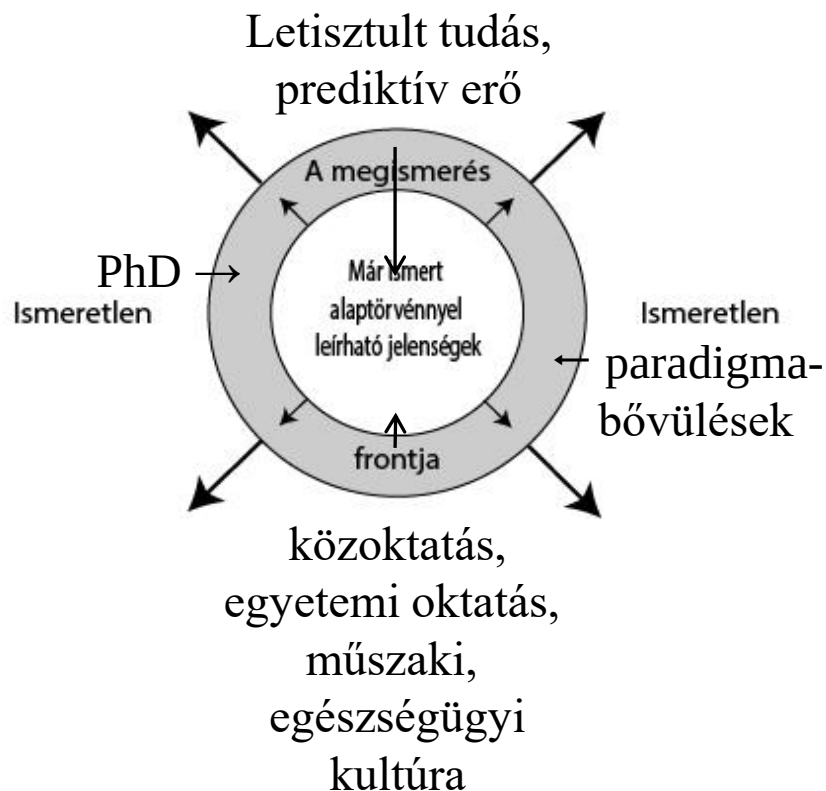
A tudományfilozófusok a XX. század első néhány évtizedére koncentrálnak, **nem a mai** helyzetre

Úgy tűnik, hogy a tudományfilozófusok, tudományszociológusok nézeteiket kizárólag **a megismerés frontjára** figyelve alakítják ki.

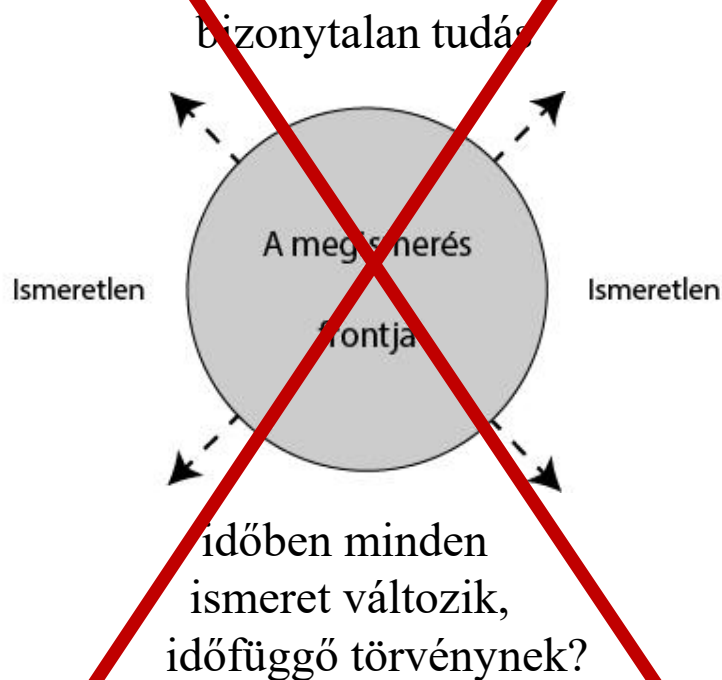
Eközben „nem veszik észre” a már megismert alaptörvénnyel rendelkező területeket, s ezzel **kétségbe vonják az alkalmazott és műszaki tudományok szerepét is**. Sohasem beszélnek a transzisztorról, a szupravezetésről, a CT-ről, stb.

A természettudomány képe

Önmagáról



Posztmodern szemmel



Irodalom:

Woynarovich F: Milyen tantárgy a fizika? Fizikai Szemle 2012/6, 205.

Tél T.: Milyen tudomány a fizika? Természet Világa, 2012 december CLXXVII

Kutrovácz G., Láng B., Zemplén G., Egy tudományos tudománykép védelmében, Természet Világa, 2013 március , XXXIII

Woynarovich F., Reflexiók az „Egy tudományos tudománykép védelmében” című írásra, Természet Világa , 2013 március , XXXVI

Csorba F. L., A világ útvesztője és a szív paradicsoma, Természet Világa , 2013 május , LXIII

Scheuring I., Podani J., Szilágyi A., Az evolúció fényében, Term. Világa, 2013 május, LXV

Tasnádi P., A Bizonytalanok bizonyossága, Term. Világa, 2013 május, LXVII.

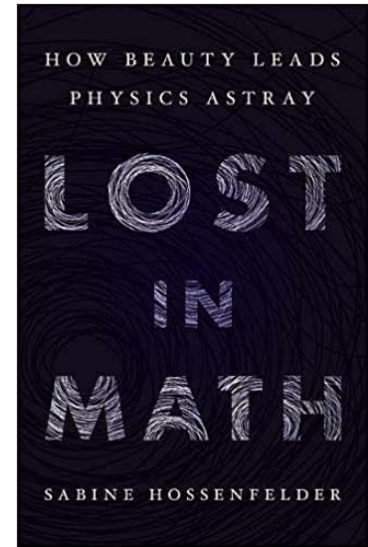
Woynarovich F.: Tudástermelés a posztdiszciplináris korban
Fizikai Szemle, 2020/1, 20.o

Sabine Hossenfelder:

Lost in Math: How Beauty Leads Physics Astray

Basic Books, New York, 2018

Matekban elveszve: Hogyan vezeti tévutakra a szépség a fizikát



„*Lost in Math* is the story of how aesthetic judgment drives contemporary research.”

A Matekban elveszve annak a bemutatása, hogy esztétika ítéletek hogyan befolyásolják napjaink tudományát”

„These ideas are highly controversial... . Most of them are so difficult to test, they are practically untestable. Others are untestable even theoretically.”

Ezek a gondolatok igen ellentmondásosak A legtöbbjük olyan bonyolult, hogy gyakorlatilag ellenőrizhetetlen. Mások elméletileg is ellenőrizhetetlenek.

Önkontrol, ha elfelejtenénk, hogy „igazság” *kizárólagos kritériuma* a kísérlet

Fizikai Szemle, 2020/1

Woynarovich Ferenc:

TUDÁSTERMELÉS A POSZTDISZCIPLINÁRIS KORBAN

Nyugtalanító tendenciák a tudományosságfelfogás alakulásában

A „posztdiszciplináris kor egy olyan korszak, amelyben már nem csak a tudományok szokásos rendszere és szerkezete, hanem szabályai, fegyelme stb. sem érvényesek.

A „Tudománytanulmányokat művelő kutatók úgy gondolták (gondolják), hogy a tapasztalat nem határozza meg egyértelműen a magyarázatokat (sőt, akár végtelen sok egyenértékű magyarázó elv is lehet), és a tudományok tartalma is (legalább részben) társadalmilag meghatározott.”

Köszönöm a figyelmet!