

TUDOMÁNYOS MÓDSZERTAN

Készült a TÁMOP-4.1.2-08/2/A/KMR-2009-0041 pályázati projekt keretében

Tartalomfejlesztés az ELTE TáTK Közgazdaságtudományi Tanszékén

az ELTE Közgazdaságtudományi Tanszék

az MTA Közgazdaságtudományi Intézet

és a Balassi Kiadó

közreműködésével

Készítette: Kőhegyi Gergely, Kutrovácz Gábor, Margitay Tihamér, Láng

Benedek, Tanács János és Zemplén Gábor

Szakmai felelős: Kőhegyi Gergely

2011. január



6. hét

Tudományos elméletek egyesítése

Készítette: Kőhegyi Gergely, Kutrovácz Gábor, Margitay Tihamér, Láng Benedek,
Tanács János és Zemplén Gábor

Szakmai felelős: Kőhegyi Gergely

Tudományos elméletek egyesítése

- Redukció: Elméletek visszavezetése más („alapvetőbb”) elméletekre
- Unifikáció: Elméletek egyesítése egy új keretelmélet formájában

A redukció fogalma

- A „visszavezetés”: jelenségek különböző köreire vonatkozó két tudásterület relációja.
- T_1 elmélet minden entitása felfogható mint egy alapvetőbb T_2 elmélet entitása(inak konfigurációja).

Pl. „fény” (optika) = „elektromágneses hullám” (ED)

Pl. Reprezentatív fogyasztó

- T_1 elmélet minden törvénye, jelensége leírható és megmagyarázható a T_2 elmélet nyelvén és törvényeivel.

Pl. „fénytörés” → elektromos és mágneses térerősségvektorok tangenciális

komponenseinek egyenlőségéből két felület határán

PI. makroökonómiai ciklusok → a sokkokra reagáló racionális ágensek viselkedéseinek összessége

- Episztemológiai (ismeretelméleti) redukcionizmus:
a jelenségeket egy alapvetőbb szinten meg tudjuk magyarázni.
- PI. piaci kereslet egyéni döntésekből
- PI. halmazállapot a kémiai kötésekben
- PI. nyomás a molekulák mozgásából

- Ontológiai (lételméleti) redukcionizmus: a valódi létezők az alapvetőbb szinten vannak, a felső szint csak „látszat”.
- PI. egyéni döntés preferenciákból + (költségvetési korlát)
- PI. evolúciós folyamatok a molekuláris szintről
- PI. rugalmas testek ütközése az anyagszerkezetükből

Hányféle redukció létezik?

- The Structure of Science* (Ernst Nagel):
- Homogén redukció: ha a redukált T_1 elmélet nem tartalmaz olyan leíró terminust, amely nincsen meg a T_2 redukáló elméletben.
- PI. Galilei mozgástörvényei Newton mozgástörvényeire
- Heterogén redukció: logikailag nem levezethető az egyik a másikból, de fenn kell állnia a következőknek:
 - az összeköthetőség
 - származtathatóság
- PI. Termodinamika a statisztikus fizikára

A hídtörvények (bridge law)

- Hídtörvény (HT): valamilyen identitásrelációt kell megfogalmaznia.
- klasszikus fizikai optika – modern optika: létezők megfeleltetései egymásnak: fényhullámok - elektromágneses hullámok
- így a redukció során valamilyen azonosság kerül megállapításra (HT=redukciós függvények)
- pl. sok munka után rájövünk, hogy a gének = DNS

Példa 1: Atomizmus a 17. században

- I. e. 5. sz., Démokritosz, Leukipposz: atomok + űr
- 17. sz.: újjáéledés: arisztotelészi természetfilozófia alternatívája
→ a század közepére általánosan elfogadott (nem empirikus!) „korpuszkuláris filozófia”
- Mechanisztikus felfogás: a részek viselkedésével magyarázható az egész viselkedése (vs. organikus felfogás)
→ a látható jelenségek magyarázhatók az atomok viselkedésével
- Feladat: I. leírni az atomok viselkedését, mozgását
II. ebből magyarázni a tapasztalatot

Descartes korpuszkularianizmusa

- Nem atomista: nincs űr → végtelen kis testek „plenum”-a
- I. atomok mozgása két lépésben magyarázandó:
 - szabad mozgás: hogyan mozognának kölcsönhatás nélkül
 - a) tehetetlenség (impetus elmélet → Galilei → Descartes letisztázza)

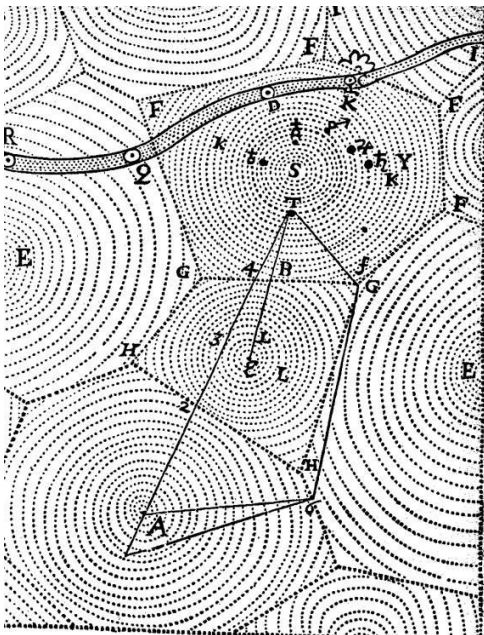
b) egyenes vonalú (korábban: körmozgás az alapvető)

– ütközés: 7 „szabály” alapján (ezek később 1 kivétellel buknak)

•De ami marad: matematikai szabályok alapján kell leírni a mozgást.

•Módszer: az ütközések közti idő „tartson a nullához”.

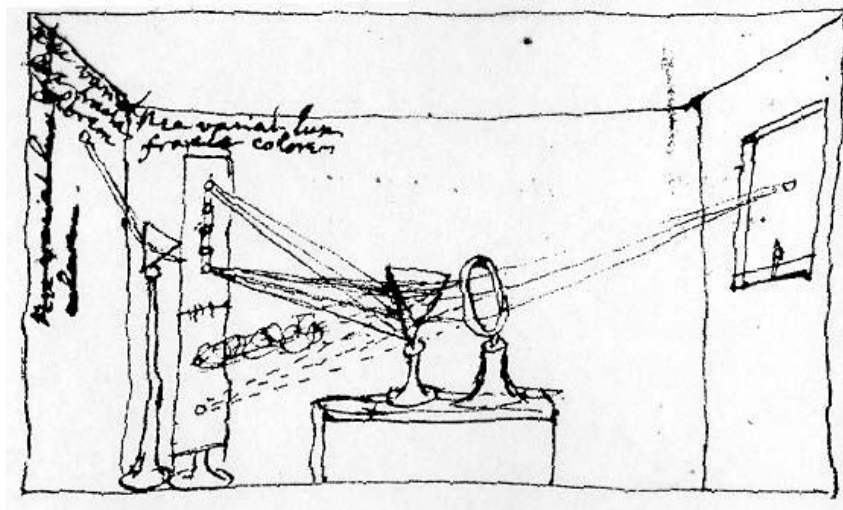
• Descartes korpuzkularianizmusa



- II. a mozgások eredménye: anyagörvények
- nem lehet űr → az egyenes vonalú mozgás során távozott anyagot pótolni kell → végső soron csak körmozgások vannak
- a szomszédos örvények „összetartják” egymást
- magyarázható:
Naprendszer mozgása,
Hold mozgása, gravitáció,
kémia, geológia, optika, stb.
- egyetlen redukcionizmus: minden fizikai jelenség erre vezethető vissza

Példa 2: A színek redukciója törékenységre

- Egy példa a sikeres korpuszkuláris magyarázatra:
- Newton optikai kísérletei: 1664–1666
- „Frissen” felfedezett törvény a fénytörésről
- prizmakísérlet
- korpuszkulásis szemlélet
- elszigetelt, de ördögien ügyes kísérletező



- Galilei: az anyag belső tulajdonságai, amelyek a matematika nyelvén kifejezhetők (alak, nagyság, szám) \Leftrightarrow az anyag által okozott tulajdonságok (az érzékszervekben: szín, hő, hang, íz, stb.).
- Gassendi, Descartes: csak az elsődleges tulajdonságok alapján kell magyarázni a Természetet: testecskek tulajdonságai \rightarrow ezek száma, elrendeződése, alakja, mérete (és térbeli helyzete) mindenre magyarázatot ad.
- Newton: az elsődleges tulajdonságok képesek másodlagos tulajdonságok érzeteit kelteni bennünk – mi pedig képesek vagyunk új elsődleges tulajdonságokra találni, ha ügyesen kutakodunk (pl. a fény törékenységére).

•John Locke (1632–1704)

•„Értekezés az emberi értelemről” (1690): a modern tudomány követelményeinek megfelelő nagy hatású ismeretelméleti mű.

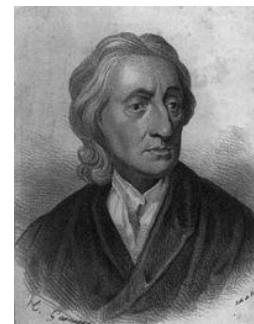
•Elsődleges és másodlagos tulajdonságok megkülönböztetése

•Az elsődlegesek közvetlenül mérhetők (szín, íz nem. És a hő?).

•Az elsődlegesek több érzékszervvel is észlelhetők (látás, tapintás) \rightarrow ezek magukhoz a testekhez tartoznak, míg a másodlagosak a testek és az érzékek kölcsönhatásához.

• Tehát: az elsődlegesekkel a testek mindig aktuálisan rendelkeznek, míg a másodlagosak csak „erők”, hogy érzeteket keltsenek. (Diszpozíció, mint pl. törékenység.)

• „Ha elég pontos érzékeink lennének, hogy kivehessük a testek apró részecskéit, és a valódi felépítést, amin az érzékelhető minőségek múlnak, nem kétlem, hogy ezek a mostanitól különböző ideákat okoznának bennünk; mert ami most az arany sárga színe, az eltűnne, és helyette bizonyos méretű és



alakú részek csodás szövődékét kellene látnunk.

Ezt a mikroszkópok világosan megmutatják:

mert ami pusztán szemünkben színeket okoz,

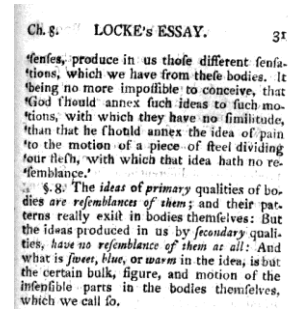
az felnagyítva egészen másnak mutatkozik;

és ha egy látszólag színes tárgy apró részeinek

arányait megváltoztatjuk, akkor ezzel megváltoznak

a bennünk okozott ideák is.”

(*Értekezés az emberi értelemről* II.xxiii.11)



•Episztemológiai (ismeretelméleti) redukcionizmus:

a jelenségeket egy alapvetőbb szinten meg tudjuk magyarázni.

•Ontológiai (lételméleti) redukcionizmus: a valódi létezők az alapvetőbb szinten vannak, a felső szint csak „látszat”

→ Locke ontológiai redukcionista, de kétli, hogy a magyarázat szintjén is vissza tudunk-e vezetni (érzékszervek korlátai).

Példa 4: A termodinamika redukciója a statisztikus fizikára

•18. sz.: hő: másodlagos tulajdonság, de mérhető (kiegyenlítődik).

→ egyfajta fluidum: „kalorikum” (Lavoisier, Laplace).

•19. sz. eleje: megmarad-e a hő? S. Carnot: gőzgép esetén igen (de átalakulhat munkává) ⇔ J. Joule: elektromos motorok esetén nem: disszipáció.

•19. század közepe: virágzik a „fenomenologikus” termodinamika, de nincs egyetértés abban, hogy mi a hő.

- '40-es évek vége: energiamegmaradás tétele
 - összefüggés a hő és a mechanikai munka, mechanikai energia között. DE: mi lehet az összefüggés?
- 1857, R. Clausius: „A hőnek nevezett mozgás természete”
 - kinetikus elmélet: a hő a molekulák mozgási energiája.
- Egyrészt egyesíti a „termodinamikát” a kémiai atomelmélettel, másrészt egy csomó „misztikus” fizikai fogalmat megmagyaráz, méghozzá newtoniánus alapon (hőmérséklet, nyomás, stb.).
- Probléma: a termodinamikai folyamatok irreverzibilisek (entrópiánövekedés), míg a mechanikai folyamatok reverzibilisek → hogyan lehetne visszavezetni egyiket a másikra?
- 1860-as évek: statisztikus eszközök (→ új a fizikában) (Maxwell), Boltzmann: mikro- és makroállapotok
 - az entrópia: valószínűségi jellegű, a relatív valószínűségekről szól (1877).
- Probléma: hol vannak a valószínűségek? (Bennünk vagy a kívülágban?)
- Továbbra is feszültség a mechanika és termodinamika között
 - többek közt ez vezet el a kvantumelmélet megszületéséhez.

Tanulság:

- Az ontológiai redukció:
 - itt problémás, mert csak akkor megy, ha a valószínűséget a világ részeként értelmezzük.
- Az episztemológiai redukció működik:
 - egyrészt visszavezet egy jelenségkört egy másikra, amit alapvetőbbnek látunk és jobban ismerünk,
 - másrészt egy csomó területet egyesít a magyarázat szintjén
 - egységesítő szerep (unifikáció: lásd később).

További példák

- Matematikai területek halmazelméleti-logikai megalapozása (lásd később)
- Evolúciós folyamatok génekre (mémekre?)
- Érzékelés a pszichofiziológiára:
- A szubjektív érzeteket mérhető ingerekhez rendelve közvetve mérhetővé teszik.
- Weber-Fechner féle érzékelési törvény
- $\Delta S/S = K \times E$ = állandó (Weber-tört)
- $E = K \times \log S + B$ (Weber-Fechner-tv.)
- Módszertani individualizmus
- Csoportviselkedése magyarázata az egyének viselkedésének összességéként
- Makroökonómia mikroökonómiai megalapozása

Tudományok közötti redukció?

- A „tudományok egysége”
- Oppenheim–Putnam (1958):
 - elemi részecskék
 - atomok
 - molekulák
 - élő sejtek
 - többsejtű organizmusok
 - társas csoportok
- Fizikalista redukció:
 - Ontológiai szint: csak a fizikai létezők vannak, a többi csak ráakódik.
 - Episztemológiai szint: mindent vissza kell vezetni a fizikára.
 - Pl.
 - pszichológia: neurofiziológiai struktúrák működése,
 - társadalomtudományok: „módszertani atomizmus”.

- (Megjegyzés: a redukció tranzitív)

Meddig folytatható a redukció?



Folytonos a redukció?

- Társadalmi (csoport)visel



- Egyéni viselkedés

- Elmefolyamatok



- Agyi folyamatok

- Élő organizmusok



- Élettelen vegyületek

- A team jobban teljesít, mint az egyének elkülönülten?
- Elme az agyban versus gondolkodó (számító)gépek
 - Turing-teszt
 - J. Searle: Kínai szoba gondolat kísérlet
- Miből áll a klorofill? És az inzulin?

Unifikáció

- Alkalmas a szintbeli ugrások kezelésére is.
- Új elméleti keret jön létre, amelynek az eredetiek csak speciális esetei.
- P. Kitcher:
 - A magyarázandó mondatok (konzisztens) összességéből indulunk ki (K).
 - A magyarázat E(K) a K-t lehető legjobban egyesítő mondatok összessége (vagy a K-t legjobban szisztematizáló mondatok)
 - égi és földi jelenségek azonos mechanikája
 - newtoni dinamikus korpuszkuláris modell – néhány alapfeltevéssel fizikai, optikai, kémiai jelenségek magyarázata
 - Darwin evolúciós elmélete – a fajok kialakulásának vázlata
 - Sikeres érvelési minták

Példa 1: A mechanisztikus világkép

- Az arisztotelianus természetkép egyik metaforája a makkból felnövő fa: ez alapján kell a mozgásokat megérteni \Leftrightarrow a 17. sz. uralkodó metaforája az óramű: apró kis alkatrészek mechanikus mozgása adja ki a rendszert.
- A 14–15. sz.-tól katedrálisok órái: rend, szabályosság, érthetőség példái (gyakran kis jeleneteket imitálnak).
- „Célom megmutatni, hogy az univerzum gépezete nem egy isteni lényhez, hanem órához hasonló.” (Kepler)
- A természeti világ „úgy, ahogy van, egy hatalmas óramű”. (Boyle)

Mechanizmus vs. organizmus

- *Mechanisztikus* felfogás:

Egy rendszer működése a részek működésének összessége, és a rendszer megértése részeinek megértéséből épül fel (mechanikus magyarázat).

Pl. az óramű működése.



- *Organikus* felfogás:

Egy rendszer több, mint részeinek egyszerű összessége, és működése nem érthető meg a részek ismeretéből – valójában a részek érthetőek meg a rendszer egésze felől (funkcionális magyarázat).

Pl. egyes szervek működése,

⇔ 17. sz.: az élő szervezetet is „mechanizálják”.

Az élő szervezet mint mechanizmus

- Boncolások: a mozgások és szervek kapcsolata
- Pl. William Harvey: a vérkeringés feltérképezése (1628)
- ⇒ Descartes: ez mechanikusan magyarázható:
a szívben kis tűz ég, amely kitágítja és „elpárologtatja” a bal kamrába érkező vért → a szív kitágul, a kapuk kinyílnak, a vér távozik, majd lehűl → a szív összehúzódik, kinyílnak a túlsó kapuk, belép a lehűlt vér.
(Lásd: *Értekezés a módszerről* (V.), 1637)
- Hasonlóképpen magyarázható pl. az izmok működése.
- Az élő szervezet mint Isten alkotta automata
- „...ha volnának olyan gépek, amelyek egy majom vagy más oktan állat szerveivel

és külső alakjával bírnának, semmiképp sem tudnók felismerni, hogy nem egyeznek meg mindenben ezekkel az állatokkal.” (Descartes)



Descartes illusztrációja a reflexek mechanisztikus magyarázatához

Példa 2: Rendszerelmélet

- Extenzív változók (összeadódó mennyiségek) (X): térfogat, energia, áramerősség, távolság, *mennyiség*, stb.
- Intenzív változók (kiegyenlítődő mennyiségek) (Y): nyomás, hőmérséklet, feszültség, erő, *ár*, stb.
- Az intenzív változó különbségek extenzív változó áramlást indítanak el (kiegyenlítésre törekszenek).
- Általánosított ellenállás (R): az extenzív mennyiségek áramlását akadályozza.
- Fundamentális törvény: $\Delta X = \Delta Y / R$
- Elérési utak: irreverzibilitás

Példa 3: Azonos matematikai modell

**Newton-féle általános
gravitációs törvény**

$$F \sim \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Coulomb-törvény

$$F \sim \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Azonos természetű jelenségek?

Különböző szintek elkülönítése

- A redukció és unifikáció alternatívája
- A leírás különböző szinteken (elektronok, mechanikai testek, élő szervezetek, társadalmi egyének, stb.) ismétlődik.
- A reprezentatív fogyasztós modell nem inkább ilyen?