

Következtetések a tudományban

Tudományfilozófia, 2007. 02. 22.

0. a határok megvonása



- bár nem tűnik szükségszerűnek a továbbiakban a tudományos következtetéseket a „nyelven belül” írjuk le, és ezoterikusabb, obskúrusabb szempontokkal nem foglalkozunk (itt (még))

A tudomány nyelve

- Ismétlés: a tudományos ismeretek megbízhatóságát a **tapasztalati alap** és a **logika** garantálja
- Feladat:
 - Hogyan önthető nyelvi formába a tapasztalat, hogy a logikát lehessen alkalmazni?
→ lásd a jövő órán
 - Milyen logikai viszonyok állnak fenn a tudományos nyelv állítási között?
→ ez a mai téma

1. Arisztotelész

- Az első, aki a tudományos megismerésre logikai modellt alkalmazott (-4. sz.)
- A tudás (*episztémé*) egységes rendszerbe foglalt információ (szemben: *doxa* – pusztá vélekedés)
- A tudás szükségszerűen igaz ismeretekből áll
- Olyan érvelési minta kell, amely szükségszerűen örökíti az igazságot

A szillogizmus

- A dedukció olyan „mondás” (*logos*) amelyben bizonyos dolgokat feltéve valamely, ezektől eltérő eredmény szükségszerűen következik, mert úgy vannak (*Anal.Prior.* I.2, 24b18-20)
- A feltett dolgok – premisszák
- ami szükségszerűen következik, az a konklúzió
- A definíció kulcsa: szükségszerűség
- A logikai következmény modern fogalma ebből származik (mi is az?)

A tudományos szillogizmus

- A premisszák legyenek
 - igazak (különb. nem garantált, hogy a konklúzió igaz)
 - elsődlegesek (közvetlenül érthetőbbek a konklúziónál)
 - nem bizonyíthatók (legalábbis a legelső premisszák)
 - magyarázóak, megadják a premisszák okait
- Az így felépített ismeretrendszer
 - biztos alapokon nyugszik (közvetlenül belátható)
 - biztos lépések mentén épül fel, vagyis
 - minden eleme szükségszerűen igaz

Egy példa

Minden beárnýkolt test elsötétül.

A Hold teste holdfogyatkozáskor árnyékba kerül.

Tehát a Hold holdfogyatkozáskor elsötétül.

- Logikailag teljesen rendben van: ha a premisszák igazak, akkor a konklúzióknak is igaznak kell lennie
- A premisszák tényleg magyarázzák a konklúziót
- Probléma: a premisszák tényleg ismertebbek, mint a konklúzió? Nem: a második premissza az „újabb” ismeret, a konklúziót eleve tudtuk!
→ valóban az okokról következtetünk az okozatra, vagy inkább fordítva?

Dedukció vs. indukció

- **Dedukció:** általános ismeretekből következtetünk speciálisakra, egyediekre
PI. Minden tudománytörténész bogaras.
ZG tudománytörténész.
Tehát ZG bogaras.
- **Indukció:** egyedi ismeretekből következtetünk általános összefüggésekre
PI. ZG tud.történész és bogaras.
KG tud.történész és bogaras.
_____(...)
Minden tudománytörténész bogaras.

Probléma:

- Míg a dedukció logikailag érvényes következtetés (a premisszák igazsága garantálja a konklúzió igazságát),
- addig az indukció nem az: akárhány egyedi esetet figyelünk meg, sosem lehetünk biztosak abban, hogy a kirajzolódó összefüggés *minden* hasonló esetben érvényes lesz.
- Arisztotelész számára a tapasztalat általános (köz)ismeret. De ma is így gondoljuk?

2. Bacon

- Francis Bacon, *Novum Organum* (1620): a modern tudomány születésének módszertani „bibliája”
- „Emberi tudás és hatalom egy és ugyanaz”: a természet megismerése a természet igába hajtása által történik, és fordítva
⇒ a kísérletező megismerés apostola
→ a tapasztalat kontrollált egyedi események ismerete
- Az arisztotelészi szillogizmusok helyett olyan módszer, amely „fényt vet a természetre”

A baconi fokozatos indukció

- „Az empirikusok egyre csak gyűjtenek, mint a hangya, és felélik, amit gyűjtöttek; a racionalisták önmagukból szőnek fonalat, akár a pók. Pedig a méh választja kettejük között a helyes utat, mert a kert és a mező virágaiból hordja össze anyagát, de saját képességeinek megfelelően alakítja át és rendezi el.”
- Tehát nem „esztelen” indukció, hanem módszeres kutatás (hipotézisek + kísérletek mentén!)

A megfigyelési táblázatok

- **A jelenlét táblázata:** olyan jelenségek, amelyek jelenlétében a kérdéses jelenség is jelen van
PI. Hő → napfény, tüzes meteorok, égető villámok, súrlódó testek, erjedő szerves anyag, stb.
- **A hiány táblázata:** olyan, az eddigiekhez hasonló jelenségek, melyeknél a kérdéses jelenség hiányzik
PI. csillagfény, holdfény, hideg villámok, stb.
- **A fokozat táblázata:** olyan jelenségek, ahol a jelenség jelenléte fokozat kérdése
PI. állatok hője nő a mozgással, az üllő hője nő az ütésekkel

Kiemelt esetek: különösen fontosak

- 27 típus, közülük néhány példa:
- kirívó esetek: könnyen kizárható (pl. mágnes a kövek között)
- keletkező esetek: a jelenséget mi hozzuk létre (pl. az üveg fehérsége, ha porrá törjük)
- meglepő esetek: amire nem számítanánk (pl. a hő és a kitérítés összefüggése: hőmérő)
- együttjáró esetek (pl. hő mindig van a lángnál)
- döntő esetek: két, egyformán valószínű hipotézis közül az egyiket kizárja
- ⇒ cél: együttjárások megállapítása kizárások révén
→ okok, formák keresése

3. Descartes – a dedukció

- 1596-1650, fontos filozófiai, matematikai, természetfilozófiai, módszertani munkák
- Ma *par excellence* racionalista filozófusnak tartják, akinek munkamódszerét tipikusan deduktívnek tekintik, szemben az empirizmus induktív módszerével (erre ld. 2. Bacon).
- Ma filozófusnak tartjuk, holott matematikai, természetfilozófiai munkái forradalmiak voltak a korban (hat Leibnizre, Hyghensre, Newtonra, stb.)
- *Értekezés a módszerről* (1638)

Descartes deduktív módszere - működésben

- A cél a jelenségek okait megtalálni
- A kísérletekkel fokozatosan, lépésekben jutunk el a mögöttes okokhoz
 - a cél a kérdések tisztázása, az a tudományos kutatás *reduktív* szakasza.
 - Így jutunk el a deduktív tudós kiindulópontjához
 - Itt (megfellebezhetetlen) intuíciónkat, vagy közvetlenül Istentől származó ismereteinket használjuk
 - a tapasztalat úgy mutatja, hogy a jelenségek igen „robosztusak”, így végső soron az okok létét igazolják a jelenségek, nem pedig a jelenségeket az okok. (AT VI 76, CSM I, 150 1.)

Tudományos magyarázat = ható okok feltárása

- A tudományos magyarázat célja a ható okok feltárása
 - későbbi írásokban ez bevallottan hipotetikus
 - hiszen egy óra számlapját látva is többféle mechanizmust képzelhetünk a számlap „mögé”, amelyek mind ugyanazt az óraműködést hozzák létre
- De egy hipotetikus magyarázat még lehet igaz:
 - Ha csak a legnyilvánvalóbban igaz elvekből indulunk ki
 - ha ezekből matematikai elvek alapján dedukálunk
 - és ha a dedukció eredményei megfelelnek a természet jelenségeivel
 - akkor Istent inzultálnánk, ha azt tartanánk, hogy az így felfedezett okok hamisak (AT VIIIa, 99, CSM I 255).

Egy kartézianus példa: a Szivárvány

- 1637 – *Értekezés a módszerről* három melléklete: Dioptrika, Meteorok, Geometria
 - mindhárom munka jelentős előrelépés a kor tudományában: Descartes féle koordináta rendszer, Snel-Descartes féle fénytörés, stb.
- A meteorológiai mű 8. része a szivárványról

A kérdések

Q1: Mi okozza a szivárványt (a két színes sávot)? [A szivárványa csak vízcseppek jelenlétében jelenik meg; a méret nem lényeges a jelenséghez]

Q2: Mi okozza a két színes csíkot bármely gömb alakú, átlátszó tárgyban

Q2a: Mi okozza a két régiót?

Q2b: Mi okozza a színeket? (A két régió két fénytörés révén jön létre) (A szín létrejöttéhez elég egy fénytörés /nem párhuzamos felületek/ és a fénynyaláb határa

Q3a: A visszatükröződés és a fénytörés kombinációja miatt két különálló színes régiót eredményez?

Q3b: Hogyan okoz a megfelelő körülmények között színeket a fénytörés?

Q4: Hogyan halad át a fény a különböző közegeken?

Q5: Mi a fény?

A dedukció

Intuíciónk: A fény természete és a mód, ahogyan áthalad közegeken [Cf. Q5, Q4]

D1a: A fénytörés szabálya

D1b: Egy közeghatáron átlépő fénynyalámban a (fénytöréssel kívülről) esedűl a forgás különböző mértékű megváltozása lehet

D2a: A párhuzamos sugarak két régióban koncentrálnak két fénytörés és egy vagy két tükröződést követően, a cseppből (vagy üveggömbből) két nyalámban lépnek ki. [Cf. Q3a]

D2b: A szín csak a különböző forgásokból származhat (az egyik közegből a másikba lépve a részecskék a sugár más-más részein különböző mértékben perdülnek meg) [Cf. Q3b]

D3: Párhuzamos sugarak egy vízgömbből két kitértetett nyalámban lépnek ki. [Cf. Q2]

D4: A napfény (párhuzamos fénysugarak) vízcseppekre esve két színes színsávot hoznak létre (így magyarázható az elsődleges és másodlagos szivárvány) [Cf. Q1]

4. Hume

- David Hume (18. sz.): a tárgyakban nincs semmi, ami arra jogosítana bennünket, hogy valami őket meghaladóra következtesünk
- Pl. attól még, hogy a Nap eddig minden reggel felkelt, nem következethetünk arra, hogy holnap is fel fog kelni: ha nem teszi, azzal nincs logikai probléma
- Az indukció logikailag illegitim lépés

A tapasztalat elégtelensége

- Tapasztalunk „állandó együttjárásokat”, és ezekről gondoljuk, hogy „szükségszerű” vagy „oksági” viszonyokat jelentenek.
- Pl. egy mozgó biliárdgolyó (A) nekigurul egy állónak (B), és mozgásba hozza. Ekkor azt mondjuk, A okozta B mozgásállapot-változását. De az oksági viszonyt magát nem tapasztaljuk!
- Sem a szükségszerűség, sem az okság nem tapasztalható!!! ⇒ Ezeket az elme teszi hozzá a tapasztalathoz.

5. Herschel (John F.W.)

- 1830, *Előzetes értekezés a természetfilozófiáról*: az első módszertani mű egy modern tudós részéről
- keresi a tudományos kutatás szabályait: ebben Bacon közvetlen utódjának számít (példákkal illusztrálva)
- Az indukcióról: „Halhatatlan honfitársunknak, Baconnek köszönhetjük e nagyszerű és termékeny elv kifejtését; valamint annak kigondolását, hogy természetfilozófia teljes egészében induktív általánosítások sorozatából áll, és a legesetibb egyedi állításoktól a legegységesebb törvények és axiómák felé halad, ezt kiegészítve a fordított, általánosaktól egyedikig tartó érvelések sorozatával, mellyel az axiómákat a legutolsó következményeikig követjük...”

Herschel módszertana

- Indukció (= „törvények megállapítása”) két szinten:
- 1) egyedi esetekből kiindulva alacsony szintű általánosságok felfedezése és igazolása
- 2) Első szintű általánosságokból indukció a legáltalánosabb törvények („elméletek”) felé
- Cél: okok felfedezése
- ⇒ 10 kutatási szabályt megfogalmaz (köztük Mill szabályait is, lásd Millnél)
- De: az indukció mindig párhuzamos a dedukcióval!
⇒ az első inkább felfedezésre, a második a hipotézis igazolására

Előfeltevések

- A tudományos megismerés (egyetemes) törvényeket és (végső) okokat keres.
- Minden igazi törvény oksági összefüggést fejez ki.
- A természet uniformitása: adott esemény azonos körülmények között mindig ugyanúgy megtörténik.
→ enélkül az indukció kivitelezhetetlen lenne!

6. Mill (John Stuart)

- 1843, *A logika rendszere*: igen népszerű és sokat vitatott mű a tud.-os megismerés módszeréről
- Indukció: „az általános igazságok felfedezésének és igazolásának művelete” (vagy „általánosítás a tapasztalatból”)
- Minden tudás forrása a tapasztalat, alapja az indukció.
Pl. ennek a tudásnak is!
A természet uniformitását is induktív alapon ismerjük. Ugyanígy a matematikai, logikai igazságokat is.
Stb.

Az indukció valódi természete

- Valódi indukció egyediről egyedire történő következtetés:
János halandó.
Tamás halandó.
(...)
Wellington hercege halandó.
- A „Minden ember halandó” megállapítás főleges lépés: a törvények csak azért vannak, hogy áthidalják az egyediről egyedire történő következtetést.
- A dedukció csak értelmezi az indukciót, de új ismerethez nem vezet.
- ⇒ Az indukció az emberi gondolkodás eredeti és egyetemes művelete

Mill indukciós szabályai

- Megegyezés: „Ha két vagy több esetben a vizsgált jelenségnek egyetlen közös körülménye van, akkor a megegyező körülmény a vizsgált körülmény oka (vagy okozata).”
- Különbség: Ha egyszer megjelenik, egyszer meg nem, és a két eset csak egy körülményben tér el, akkor az a jelenség oka (vagy okozata).
- Maradékok: Ha egy kivételével minden körülmény okát vagy okozatát tudjuk, és az nem a kérdéses jelenség, akkor az lesz a maradék körülmény oka vagy okozata.
- Fokozás: Ha a jelenségnek fokozatai vannak, akkor az a körülmény az oka vagy okozata, amely fokozati változtatásával a jelenség fokozata változik.

7. Popper (Sir Karl)

- 1934, *A tudományos kutatás logikája*: elsöprő szándékú támadás az indukció ellen
- Mi alapján végzünk indukciót? „Indukciós elv”
→ ez egy logikailag szükségszerű elv? Nem: az indukció nem érvényes logikailag. Akkor csakis tapasztalati állítás lehet. De általános állítás. Hogyan ismertük meg? Indukcióval. (Mill) De akkor kellett egy újabb indukciós elv, ami alapján erre következtettünk! És azt honnan ismerjük? Stb.: végtelen regresszus

Felfedezés és igazolás

- Ez nem azt jelenti, hogy nem vagyunk hajlamosak induktív általánosításokra, hanem azt, hogy ezek a tudomány számára nem elég megbízhatók
- Ha az a kérdés, hogyan *fedeztünk fel* egy ismeretet, bármi lehet a válasz: akár indukció is, vagy megálmodtuk...
- Ha az a kérdés, hogyan *igazoltuk* az ismeretet, akkor csakis logikai úton, vagyis dedukcióval!!!