

# Hugtök og kenningar í vísindum

[ ÓFULLGERT HANDRIT – HAUST 2008 ]

Ólafur Páll Jónsson

|   |    |
|---|----|
| <b>1. Hvað eru vísindi?</b>                         | 2  |
| Náttúrvísindi, félagsvísindi og vísindi almennt     | 3  |
| (i) Gagnrýni  | 3  |
| (ii) Lögmál   | 4  |
| (iii) Leit að skilningi                             | 5  |
| (iv) Sönnunargögn                                   | 6  |
| (v) Samfélagsleg vídd                               | 7  |
| Efnafræði   | 8  |
| Bókmenntafræði                                      | 9  |
| Sagnfræði   | 9  |
| Félagsvísindi                                       | 10 |
| <b>2. Vísindaleg rannsókn</b>                       | 11 |
| Sönnun og sönnunargögn                              | 13 |
| Hrafnaþverstaðan                                    | 13 |
| Líkindahugmyndin um sönnunargögn (sleppa)           | 14 |
| Karl Popper og hugmyndin um afsönnun                | 15 |
| <b>3. Vísindi sem leit að skilningi</b>             | 17 |
| Uppvask og loftbólur                                | 17 |
| Lýðræði í leikskólum                                | 18 |
| <b>4. Skilningur, skýringar og lýsingar</b>         | 22 |
| Skýringarsjónarmið og lýsingarsjónarmið             | 22 |
| Tækjahyggja   | 23 |
| Lýsandi og skýrandi hugtök                          | 24 |
| <b>5. Vísindaleg þekking</b>                        | 26 |
| Tækjahyggja og hluthyggja                           | 26 |
| <b>6. Skýringar í vísindum</b>                      | 29 |
| Lögmálsskýringar                                    | 29 |
| Afleiðslu-lögmálsskýringar                          | 29 |
| Tilleiðsluskýringar                                 | 31 |
| Skýringar í sagnfræði og skýringar í krafti ástæðna | 33 |
| Lögmálsskýringar og orsakaskýringar                 | 25 |
| Forspárgildi  | 26 |
| Orsakir og skýringar                                | 36 |
| <b>6. Vísindalögmál</b>                             | 40 |

Þegar fólk stillir upp rannsóknarverkefni þar sem það skoðar tiltekna hliðar samfélagsins í ljósi kenninga, hvort heldur þær heyra til náttúruvísindum, félagsfræði, heimspeki eða ördum greinum, þá segir fólk skilið við það svæði sem afmarkast af hversdagsleikanum. Að vísu segir fólk ekki skilið við hversdagsleikann sjálfan, því hann er viðfangsefni og vettvangur rannsókna, en þær aðferðir sem notiðar eru til að skoða þetta viðfangsefni eru ekki aðferðir hversdagslegra athugana og vangaveltna. En hverskonar skref er það, að fara frá hversdagslegri athugun, hversdagslegri rökræðu og hversdagslegum skýringum, yfir í fræðilegar aðferðir? Til að átta okkur á þessu skrefi er vert að skoða með gagnrýnum augum sjálfa hugmyndina um vísindi.

## 1. Hvað eru vísindi?

Til að svara spurningunni um hvað vísindi séu mætti byrja á upptalningu. Við höfum náttúruvísindi eins og eðlisfræði, efnafræði, líffræði, stjörnufræði o.s.frv. Í þennan flokk ætti kannski að setja læknisfræði, lyfjafræði, næringarfræði og e.t.v. fleiri greinar sem falla undir heilbrigðisvísindi. Svo eru til félagsvísindi, t.d. sálfræði, félagsfræði, afbrotufræði og mannfræði. Auk þessara greina mætti bæta við hagfræði og e.t.v. sagnfræði. Eigum við að bæta hugvísindum við, t.d. stærðfræði, rökfræði, bókmenntafræði, málfræði og heimspeki? Þær greinar sem ég hef tilgreint eru ákaflega ólíkar innbyrðis. Hvað er líkt með sálfræði og efnafræði, eða stjörnufræði og afbrotufræði? Hér vaknar því spurningin um hvaða viðmið við getum notað til að meta hvort tiltekin fræðigrein teljist vísindi eða ekki.

En jafnvel þótt við kæmum okkur saman um hvaða greinar ættu að vera á listanum og hverjar ekki, þá getur auðvitað vel verið að það sem einhver gerir undir merkjum tiltekinnar fræðigreinar, t.d. líffræði, sé engin vísindi heldur bara gervivísindi, jafnvel þótt hann vinni af elju og nákvæmni. Og svo getur auðvitað vel verið að einhver sé að stunda vísindi þótt það sem hann gerir falli ekki undir neina skilgreinda vísindagrein.

Við gætum einnig reynt að nálgast spurninguna um hvað vísindi séu úr annarri átt og spurt: Hvað einkennir vísindi? Vafalaust myndu flestir nefna þekkingu eða þekkingarleit sem eitt helsta einkenni vísinda. En þá mætti aftur benda á að vísindin eru ekki ein um að afla þekkingar og til að þessi nálgun geti gagnast þurfum við að vita hver munurinn er á *vísindalegri* þekkingu og annarri þekkingu, t.d. hversdagslegri þekkingu.

**Náttúruvísindi, félagsvísindi og vísindi almennt**

Ef við viljum svara spurningunni um það hvað séu vísindi á upplýsandi hátt, verðum við að skilgreina einhverskonar viðmið um það hvenær eitthvað telst vísindi og hvenær ekki. Við ættum ekki að gera okkur vonir um að geta tilgreint nauðsynleg og nægjanleg skilyrði fyrir því að eitthvað teljist til vísinda, en kannski getum við fundið einhverskonar *kjarna* eða atriði sem einkenna *damigerðar* vísindagreinar. Í fræðaheiminum ríkir einginn einhugur um það hvernig þetta viðmið ætti að vera. En einhversstaðar verður að byrja, það kemur svo á daginn hvort það viðmið sem við gefum okkur sé gagnlegt eða ekki. Á endanum veltur svarið við spurningunni um hvaða greinar teljist til vísinda kannski á því hvers við væntum af flokkun okkar á mannlegri iðju og stofnunum annars vegar í það sem við köllum „vísindi“ eða „vísindalegt“ og hins vegar í það sem ekki fær það heiti.

*(i) Gagnrýni*

Eitt af því sem einkennir vísindi er gagnrýni. Vísindi er einhverskonar leit, sumir segja að sannleika, aðrir segja að leitin sé að almennum lýsingum og kannski samræmi, og enn aðrir að leitin sé að leiðum til að hafa stjórn á tilteknum fyrirbærum. Flestir eru þó líklega sammála um að leitin sé gagnrýnin. En hvað er átt við með því að vísindi séu *gagnrýnin* leit?

Að vísindi séu gagnrýnin leit þýðir að allar staðhæfingar sem settar eru fram um viðfangsefni eða aðferðir tiltekinnar vísindagreinar má gagnrýna. Hér skiptir ekki máli hvort staðhæfingu er haldið fram af fullri alvöru eða hún sett fram sem bráðabirgðatilgáta, eða hvort staðhæfingu er ætlað að skýra, lýsa eða vera gagnlegt tæki. En þótt ekkert sé undanþegið gagnrýni þýðir það ekki að allar staðhæfingar eða tilgátur beri að gagnrýna öllum stundum. Í raun byggist starf vísindamanna á því að flestar þær staðhæfingar eða tilgátur sem vísindamaður vinnur með séu samþykktar. Þetta er kjarninn í því sem Thomas Kuhn kallar venjubundin vísindi.

Venjubundin vísindi eru sú iðja sem flestir vísindamenn verja óhjákvæmilega mestum tíma sínum í, og þau byggjast á þeirri ætlun að vísindasamfélagið viti hvernig heimurinn er gerður. Mikið af þeim árangri sem náðst hefur í vísindum má rekja til þess hve duglegir vísindamenn eru við að verja þessa ætlun, jafnvel þótt það kosti mikla fyrirhöfn. Í venjulegum vísindum eru til dæmis oft bældar niður grundvallarnýjungar vegna þess að þær hljóta að stangast á við þá meginstefnu sem venjuleg vísindi fylgja. En svo lengi sem tilviljun ræður nokkru um þessa stefnu er það einmitt eðli venjulegra vísinda sem tryggir að nýjungar verði ekki bældar niður til langframa.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Thomas Kuhn, *Vísindabyltingar*, Hið íslenska bókmenntafélag, Reykjavík, væntanleg, bls. 21.

Hugmyndin um gagnrýni er því nokkuð tvíbent í vísindum. Í aðra röndina byggjast framfarir í vísindum á því að vísindamaðurinn sé gagnrýnin á sviðið, bæði á sínar eigin hugmyndir og niðurstöður og á þá hefð sem hann vinnur innan. En á hinn bóginn byggist venjubundið starf vísindamannsins á því að hann haldi sig innan ákveðins ramma.

(ii) *Lögmál*

Platon sagði að viðfangsefni þekkingar og skilnings væri hið óbreytanlega en að hinn síkviki heimur sýndarinnar gæti einungis verið viðfangsefni skoðunar. Þannig segir hann t.a.m. í *Ríkinni* á einum stað:

Nú er það orðið alveg öruggt, hvernig sem á er lítið, að það sem fyllilega er er fyllilega hægt að þekkja, en það sem er á engan hátt er öldungis óþekktanlegt.<sup>2</sup>

Stuttu síðar bæti hann við:

Svo virðist sem við eigum þá eftir að finna það sem á hlutdeild í hvoru tveggja, því að vera og því að vera ekki, og sem rangt væri að nefna hreina veru eða óveru. Ef það birtist, þá höfum við rétt til að kalla það viðfang skoðunar, og við eignum endimörkunum endimörkin, en því sem er mitt á milli það sem er mitt á milli.<sup>3</sup>

Hér höfum við fengið nasasjónir af greinarmuni Platons á þekkingu og skoðun eins og hann dregur hann í *Ríkinni*.<sup>4</sup> Og þótt líklega myndu fæstir vísindamenn í samtímanum taka undir með Platoni, þá ber greinarmunur vísindalegrar þekkingar annars vegar og hins sem við köllum hversdagslegrar þekkingar að ýmsu leyti dóm af þessum greinarmun. Einn munurinn á vísindalegri þekkingu (t.d. þekking á erfðum plantna og dýra, gangi himintunglanna, gerð efnisins) og hversdagsþekkingu (t.d. þekking á því hvernig maður hellir upp á kaffi, hver sé munurinn á blaði og bók, hvenær sé best að kaupa húsnæði) er að hin vísindalega þekking er gjarnan algild eða alhæf (í það minnsta ekki afstæð við einstakling) og styðst á einhvern hátt við lögmál á meðan hversdagsleg þekking er oft aðstæðubundin, fjallar um hverfula hluti og er takmörkuð á ýmsa lund. Þennan greinarmun mætti orða þannig að hversdagsleg þekking reiði sig gjarnan á þumalfingursreglur á meðan vísindaleg þekking reiði sig á lögmál sem hafa víðara gildissvið bæði í tíma og rúmi.<sup>5</sup>

<sup>2</sup> Platon, *Ríkið*, Hið íslenska bókmenntafélag, Reykjavík, 1991, 477A.

<sup>3</sup> Platon, *Ríkið*, 477E.

<sup>4</sup> Í samræðunni *Deaetos* gerir Platon að vísu greinarmun á þekkingu og skoðun en ekki með sama hætti og hann gerir í *Ríkinni*. Þar hafa þekking og skoðun sama viðfang, en munurinn liggur í því að þekkingin er betur rökstudd. Sjá *Deaetos*, 201C o.áfr.

<sup>5</sup> Reyndar er mjög breytilegt hversu víðtæk lögmál í vísindum eru. Í félagsvísindum er gerður greinarmunur á langdrægum, meðaldrægum og skammdrægum kenningum (sbr. fyrirlestur Gestis). Að því marki sem slíkar kenningar eiga að endurspeglar lögmál – t.d. lögmál um félagslegan veruleika – þá má á sama hátt gera greinarmun á langdrægum og skammdrægum lögmálum. Skammdræg lögmál eru þá lögmál sem eru staðbundin eða aðstæðubundin.

Þessi greinarmunur vísindalegrar þekkingar og hversdagslegrar kann að vera óskýr og dæmi kunna að orka tvímælis. En í öllu falli er áhersla á lögmál og lögmálsbundin fyrirbæri ríkjandi innan margra vísindagreina á meðan engin slík áhersla er fyrir hendi í hversdagslegri þekkingu. En hvað eru lögmál eða lögmálsbundin fyrirbæri? Við köllum fyrirbæri lögmálsbundin ef gerð þeirra og hegðun lýtur ákveðnum lögmálum. En hvað eru lögmál? eru lögmál mannasetningar eða tilheyra þau heiminum óháð mannlegri tilvist? Með öðrum orðum, eru lögmál uppgötvuð eða smíðuð? eru lögmál undantekningalaus eða geta verið til lögmál sem hafa undantekningar? Er það lögmál að spendýr séu yfirleitt landdýr, að kjúklingar hafi vængi, o.s.frv.? eru allar undantekningalausar alhæfingar lögmál eða bara sumar?

Þegar kemur að lögmálum er raunar erfitt að alhæfa, því innan ólíkra vísindagreina gegna lögmál mjög ólíku hlutverki. En látum það liggja á milli hluta í bili. Munum að við erum ekki að leita að nauðsynlegum og nægjanlegum skilyrðum fyrir því að tiltekin iðja teljist til vísinda, heldur að leita eftir ákveðnum einkennum eða meginráttum vísinda. Og áhersla á lögmál er sannarlega eitt af einkennum vísinda, hvað svo sem lögmál eru og hvaða hlutverki sem þau annars gegna.

### (iii) *Leit að skilningi*

Auk þekkingar er *skilningur* gjarnan nefndur sem eitt af markmiðum vísinda. Hér vakna enn ýmis álitamál. Viðfangsefni margra bókmenntaverka er skilningur á mannlegri tilveru, en bókmenntaverkin eru ekki vísindaleg skrif. Hér er vandinn áþekkur þeim sem við rákum okkur á að ofan í sambandi við þekkinguna. Við segjum að sá skilningur sem vísindi leita að sé *vísindalegur* skilningur og ekki t.d. *hversdagslegur* skilningur, en áður en við vitum hvað vísindi eru þá erum við litlu nær um þennan greinarmun ólíkra tegunda skilningsins.

Til að átta okkur betur á því hvað átt er við með því að vísindi séu leit að skilningi, er ekki úr vegi að gera greinarmun á *viðeigandi* skilningi annars vegar og *óviðeigandi* skilningi hins vegar. Byrjum á dæmi. Hjá þeim sem les bók eins og *Sjálfstætt fólk* eftir Laxness geta vaknað ýmsar spurningar sem lúta að skilningi bókarinnar. En ef viðkomandi reynir að skilja bókina með því að telja blaðsíðurnar, efnagreina pappírinn eða annað í svipuðum dúr, hann mun ekki öðlast skilning á bókinni sem *bókmenntaverki*. Hann gæti vitanlega öðlast skilning á eintakinu sem hann hefur í höndunum sem efnislegum hlut. Slíkan skilning mætti kannski kalla *efnislegan* skilning en hann væri örugglega ekki *bókmenntafræðilegur*. Bókmenntafræðilegur skilningur á Sjálfstæðu fólki þarf að byggjast á því að segja ritið í bókmenntafræðilegt samhengi, og skoða það með aðferðum og tækjum

þeirrar greinar. Á svipaðan hátt öðlast maður ekki náttúruvísindalegan skilning á sjávarföllunum með því að skoða þau út frá þjóðsögum og ævintýrum þar sem á þau er minnst. Sá sem vill skilja sjávarföllinn náttúruvísindalegum skilningi verður að setja þau í náttúruvísindalegt samhengi.

Hér vaknar þá spurningin: Hvað er viðeigandi samhengi? Þetta er spurning sem getur verið erfitt að svara og henni hefur ekki alltaf verið svarað á sama hátt innan tiltekinna greina. Saga vísindanna einkennist ekki síst af því að tiltekin vandamál eru sett í nýtt samhengi. Eitt dæmi um slíka breytingu er frumulíffræði og þróunarfræði runnu saman og til varð erfðafræði.<sup>6</sup> Með hliðsjón af því sem ég sagði að framan um lögmál og lögmálsbundin fyrirbæri (og með sömu fyrirvörum) má þá segja að viðeigandi samhengi í vísindum sé samhengi sem skilgreinist öðru fremur af lögmálum, bæði efnislegum lögmálum tiltekinna greina sem og aðferðafræðilegum lögmálum og viðmiðum. Viðeigandi skilningur í vísindum er þá skilningur á lögmálsbundnum fyrirbærum *sem lögmálsbundnum fyrirbærum*. Með því að uppgötva lögmál sem ýmis fyrirbæri lúta og með því að ‘fella fyrirbærin undir’ þessi lögmál, öðlumst við vísindalegan skilning á þessum fyrirbærum. Það þarf ekki að vera að vísindalegur skilningur felist alltaf í því að fella fyrirbæri undir tiltekin lögmál, en þetta er sannarlega mikilsverð tegund vísindalegs skilnings.

#### (iv) *Sönnunargögn*

Með því að greina vísindalega þekkingu frá hversdagslegri og vísindalegan skilning frá hversdagslegum m.t.t. vísindalegra lögmála eins og ég hef nú gert, er ekkert sagt um áreiðanleika þekkingarinnar. En áreiðanleiki er einmitt eitt af aðalsmerkjum vísindanna. Það sem þau leggja okkur til er áreiðanlegt, jafnvel þótt það sé ekki óyggjandi. Og hér skiptir mestu máli að vísindaleg þekking reidir sig á sönnunargögn með öðrum hætti en hversdagsleg þekking. En hvað eru sönnunargögn? Almennt má segja að gögn, t.d. niðurstöður tilrauna og athugana, teljist *sönnunargögn* þegar þau *styðja* tiltekna kenningu. Það er sjaldnast um það að ræða að gögn sanni kenningu (þótt talað sé um sönnunargögn) ekki frekar en að gögn, sem kölluð eru ‘sönnunargögn’ sanni sekt sakbornings. Í rétti eru sönnunargögn lögð fram til að styðja þá staðhæfingu að tiltekinn einstaklingur sé sekur eða saklaus án þess endilega að þau sýni á ótvírætt fram á sekt eða sakleysi.

Aðferðafræði, sem er fyrirferðarmikill hluti allra vísinda, er í raun fræði um hvað geti talist sönnunargögn, hvenær tiltekin gögn styðji tilgátu, hvernig skuli afla gagna og fleira í

<sup>6</sup> Guðmundur Eggertsson, *Líf af lífi: Gen, erfðir og erfðafræði*, Bjartur, Reykjavík 2005, kafli 1.

Þessum dúr.<sup>7</sup> Sú almenna skilgreining, að gögn sem styðja kenningu teljist sönnunargögn, vekur hins vegar upp frekari spurningar. Hvað er það fyrir gögn að styðja tiltekna kenningu? Þetta var eitt af stóru viðfangsefnum í vísindaheimspeki á 20. öld, og það er enn hið líflegasta.

(v) *Samfélagsleg vídd*

Á seinni hluta 20. aldar gerðu heimspekingar sé æ betri grein fyrir því að þau viðmið sem skilgreina hvað geti talist vísindi eru bundin samfélagi með flóknum og stundum afgerandi hætti. Segja má að bók Thomasar Kuhn, *Vísindabyltingar*, hafi gjörbreytt hugmyndum manna í þessum efnum, þótt miklu fleiri fræðimenn hafi raunar verið að móta sambærilegar hugmyndir um svipað leyti. Hin samfélagslega vídd er kannski augljósust þegar hugað er að því hvað telst viðeigandi samhengi fyrir vísindalegan skilning, en hún birtist líka í skilgreiningu á því hvað geti talist sönnunargögn. Til þess að almennt viðmið geti verið viðmiðum sönnunargögn tiltekinnar vísindagreinar verður það að vera viðurkennt sem slíkt. En þá má spyrja: Viðurkennt af hverjum? Og þegar við segjum að viðmið og verði að vera almennt, þá getum við spurt: Almennar miðað við hverja?

Við segjum stundum að eitthvað sé á allra vitorði eða að eitthvað sé almennt viðurkennt. Þetta þýðir ekki að bókstaflega allir viti eða viðurkenni það sem um er að ræða. Við segjum þetta þegar allir eða flestir í tilteknum hópi, sem við afmörkum stundum einungis óljóst og ekki af neinni nákvæmni, vita eða viðurkenna það sem um er að ræða. Þegar sagt er að viðmið um sönnunargögn í vísindum séu viðurkennd og almenn þá er gert ráð fyrir að tiltekinn hópur sé afmarkaður. Við köllum þennan hóp vísindasamfélagið.

Ef við tökum þessi atriði saman í stutt (en kannski fremur torrætt) viðmið gæti það verið eitthvað á þessa leið:

Vísindi eru kerfisbundin og gagnrýnin leit að viðeigandi skilningi á lögmálsbundnum fyrirbærum sem á sér stað innan ramma viðurkenndra almennra viðmiða um hvað telst sönnunargögn og hvernig skuli fara með slík gögn.<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Aðferðafræði er ekki vísindagrein í sama skilningi og t.d. eðlisfræði eða sálfræði. Raunar má greina tvennskonar skilning á orðinu *aðferðafræði*. Annars vegar er áherslan á *aðferð* og aðferðafræði miðast þá fyrst og fremst við að þjálfna þá vísindamenn, sem vilja vinna á tilteknu sviði, í að beita slíkum aðferðum. Hins vegar er áherslan á *fræði*, en aðferðafræði í þeim skilningi er mun skildari heimspeki, jafnvel þekkingarfræði, og markmið greinarinnar er ekki þjálfun í tiltekinni aðferð heldur heimspekileg greining á hugtökum eins og *þekking*, *sönnunargögn*, *líkindi*, *skýring*, *kenning* og *tilgáta*.

<sup>8</sup> Hér styðst ég við grein Mikla M. Karlssonar, „Science and social science“, óprentað handrit. Vísanir í Duhem og Toulmin og Goodfield hér að neðan eru fengnar úr þeirri grein.

Til að átta okkur betur á því hvað felst í þessu viðmiði skulum við beita því á nokkrar fræðigreinar: efnafræði, bókmenntafræði, sagnfræði og sálfræði. Eftir að hafa skoðað þessar ólíku greinar í ljósi viðmiðsins að ofan, ættum við að gera okkur betri grein fyrir því hvers vegna við ættum að vilja hafa tiltekna greinar á listanum yfir vísindi en sleppa öðrum.

### Efnafræði

Flestir eru sammála um að efnafræði sé dæmi um vísindagrein. (i) Efnafræði er gagnrýnin grein. Sérhverja staðhæfingu um gerð efnis, eiginleika þess eða verkun, má gagnrýna eftir viðurkenndum leiðum. (ii) Þau fyrirbæri sem efnafræði fæst við eru lögmálsbunin í okkar skilningi. Viðfangsefni efnafræðinnar – gerð, eiginleikar og hegðun efnis, sér í lagi atóma og sameinda – er lögmálsbundin. Margir myndu segja að þessi fyrirbæri lúti einmitt náttúru-lögmálum eða lögmálum efnisins. (iii) Efnafræði fæst við þessi fyrirbæri sem slík, þ.e. sem fyrirbæri sem lúta tilteknum náttúrulögmálum. Í raun er efnafræði að verulegu leyti leit að slíkum lögmálum og tilraun til að sýna hvernig gerð, eiginleikar og verkun ýmissa efna fellur að þessum lögmálum. (iv) Loks lúta sönnunargögn í efnafræði viðurkenndum viðmiðum og almennum reglum.

Þótt efnafræði sé fyrirmyndarvísindagrein samkvæmt skilgreiningu okkar að ofan er ekki þar með sagt að sérhver staðhæfing í efnafræði sé eða verði í framtíðinni sönnuð eða afsönnuð, og sú staðreynd að á hverjum tíma eru fjölmargar fullyrðingar, jafnvel fullyrðingar sem flestir efnafræðingar taka gildar, ekki sannaðar, þýðir ekki að efnafræði sé á einhvern hátt ábótavant sem gagnrýninni fræðigreinin. Þvert á móti er óhjákvæmilegt í öllum vísindum sem beita reynsluáðferðum til að afla sönnunargagna að fjöldinn allur af viðteknum kenningum er ósannaður. Raunar er óhugsandi að sanna afdráttarlaust nokkra staðhæfingu sem byggir á reynslu. Krafa um að vísindagrein sé gagnrýnin felur því ekki í sér að staðhæfingar greinarinnar séu sannaðar með afdráttarlausum hætti heldur að gagnrýni sé jafnan *við hæfi* og að vísindamenn í viðkomandi grein kannist við og skilji hvenær sönnunargögn *brekja* tiltekna kenningu.

### Bókmenntafræði

Bókmenntafræði er kerfisbundin og gagnrýnin leit að skilningi á bókmenntum, og hún hefur sín eigin viðurkenndu, almennu viðmið og reglur um sönnunargögn. Þýðir þetta að bókmenntafræði sé vísindagrein?

Fæstir telja bókmenntafræði til vísindagreina. Ein ástæða þess að bókmenntafræði er ekki vísindagrein er að það er ekki takmark greinarinnar að uppgötva lögmál um merkingu



í bókmenntum. Í bókmenntafræði reyna menn heldur ekki að öðlast skilning á merkingu í bókmenntum með því að fella verkin undir almenn lögmál. Við höfum ekki lögmál í bókmenntafræði, þ.e. við höfum engin lögmál um merkingu í bókmenntum eða hvað annað sem bókmenntafræði fæst við.

Sá skilningur sem sóst er eftir í bókmenntafræði er það sem við gætum kallað *túlkun*. Þegar við setjum fram tilgátu um hvaða merkingu tiltekið bókmenntaverk hefur þá gefum við túlkun á verkinu. Slík túlkun felst oft í því að setja verkið í tiltekið samhengi, en ólíkt vísindum er samhengið ekki samhengi lögmála heldur það sem við gætum kallað bókmenntafræðilegt samhengi. Þetta þýðir að í bókmenntafræði er ekki reynt að skilja viðfangsefnið sem *lögmálsbundið* viðfangsefni.

Ýmsir gætu svo viljað bæta því við að sjálft viðfangsefni bókmenntafræðinnar sé ekki lögmálsbundið. Ef það er rétt þá er ekki nein von til þess að öðlast megi vísindalegan skilning á því. En þótt bókmenntafræði sé ekki vísindagrein, þá getur hún verið fullgild fræðigrein eftir sem áður þar sem gerðar eru kröfur um fræðileg vinnubrögð, fræðilega nákvæmni og fræðilegan rökstuðning.

## Sagnfræði

Sagnfræði svipar til félagsvísinda að því leyti að hún fæst við mannlegar athafnir, sér í lagi mannlegar athafnir eins og þær birtast í sögulegum atburðum. Sagnfræðingar gera oft ráð fyrir því að mannlegar athafnir séu í einhverjum skilningi lögmálsbundnar. En samt sem áður er viðfangsefni sagnfræðinnar ekki að uppgötva slík lögmál. Að svo miklu leyti sem sagnfræðingar leitast við að skýra framvindu sögunnar leitast þeir frekar við að túlka tiltekna mannlegar athafnir, og þá sér í lagi mannlegar athafnir sem við getum kallað sögulega atburði, til að sjá þá í einhverskonar samhengi sögulegrar framvindu. Við getum sagt að sagnfræðingar leyti eftir *sögulegum* skilningi frekar en vísindalegum.

Söguleg skýring á atburði  $A$  er þá fólgin í því að lýsa röð atburða sem fara á undan  $A$  þannig að líta megi á  $A$  sem afleiðingu af fyrri atburðum í krafti ætlana, skoðana, gildismats og venja sem menn hafa.

Þótt sagnfræði svipi til félagsvísinda að því leyti að hún fjallar um mannlegar athafnir, þá er hún yfirleitt ekki talin til félagsvísinda. Ástæðan er ef til vill tvíþætt. Í fyrra lagi eru sönnunargögn í sagnfræði annars eðlis en sönnunargögn í félagsvísindum. Sagnfræðingar notast við ritaðar heimildir, fornleifar og annað slíkt á meðan félagsvísindin rannsaka mannlegar athafnir og hugmyndir eins milliliðalaust og kostur er. Í seinna lagi leggja

sagnfræðingar sig ekki eftir að uppgötva almenn lögmál um mannlega breytni. Hins vegar er það umdeilanlegt hvort fræðimenn í dæmigerðum félagsvísindum geri slíkt.

### **Félagsvísindi**

Í félagsvísindum getum við gert greinarmun á tvennskonar viðhorfum til skýringa. Fyrra viðhorfið er sögulegt viðhorf og kennir að skýringar í félagsvísindum eigi að vera skýringar sem setji mannlegar athafnir í sögulegt samhengi. Hér er áherslan á að mannlegar athafnir séu í eðli sínu merkingarbærar og fullar af tilgangi. Samkvæmt þessu viðhorfi eru félagsvísindi eðlisólík náttúruvísindum en e.t.v. líkari bókmenntafræði og túlkunarfræði.

Seinna viðhorfið kennir að félagsvísindi skuli rannsaka mannlegar og félagslegar athafnir sem lögmálsbundin fyrirbæri sem mögulegt sé að leita vísindalegra skýringa á. Samkvæmt þessum skilningi er enginn eðlismunur á félagsvísindum og náttúruvísindum. Nálgun Bourdieu fellur í þennan seinni flokk. Í rannsóknnum sínum leitaðist hann við að greina krafta og stærðir sem gætu skýrt tiltekin atriði í mannlegu samfélagi. Ef við lítum á fræðastarf hans í ljósi viðmiðsins um að vísindi skoði lögmálsbundin fyrirbæri, þá var það e.t.v. mikilsverðasta niðurstaða Bourdieu að mannlífið væri lögmálsbundnara en margir höfðu gert ráð fyrir og þar með að það gæti yfirleitt verið vísindalegt viðfangsefni.

## 2. Vísindaleg rannsókn

Starf fræðimanns, hvort heldur í náttúruvísindum eða félagsvísindum, krefst margvíslegra verka: Hann þarf að (i) afla gagna, (ii) greina og flokka þessi gögn, (iii) draga ályktanir af þeim gögnum sem hann hefur, og (iv) sannreyna þær kenningar sem hann setur fram.<sup>9</sup> Hvernig fræðimaðurinn skuli bera sig að við þessa iðju, þ.e. hvaða leið hann getur farið frá því hann fær áhuga á einhverju viðfangsefni og þar til hann hefur komist að einhverskonar vísindalegri eða fræðilegri niðurstöðu, er viðfangsefni aðferðafræði. Aðferðafræði er, eins og nafnið gefur til kynna, fræðileg greining á því hvaða aðferðir eru boðlegar eða henta til að afla fræðilegrar þekkingar.

Ein hugmynd um vísindalega rannsókn, sem við getum kallað *tilleiðsluhugmyndina um vísindalega rannsókn* lítur einfaldlega á þessi fernskonar verk sem ég nefndi að ofan sem hryggjarstykkið í vísindalegri rannsókn og þá nokkurn veginn í þeirri röð sem ég taldi þau upp. Hugmyndin gerir ráð fyrir fjögurra skrefa ferli:

- (1) Athugun og skráning allra staðreynda,
- (2) greining og flokkun allra þessara staðreynda,
- (3) tilliðsluályktun alhæfinga af þessum staðreyndum, og
- (4) frekari prófun alhæfinganna.

Einfalt dæmi um það hvernig tilliðsluhugmyndin lítur á starf fræðimannsins gæti verið eftirfarandi. Fyrst söfnum við gögnum um lit allra fugla sem við sjáum, síðan flokkum við gögnin eftir tegund og litaafbrigðum, loks drögum við ályktanir af þessari flokkun, t.d. ályktunina:

(K<sub>H</sub>) Allir hrafnar eru svartir.

Og loks sannreynum við þessa kenningu okkar um hrafnna með því að athuga sérstaklega hvernig þeir hrafnar sem fyrir augu bera eru á litinn.

Tilleiðsluhugmyndin gerir ráð fyrir að á fyrsta stiginu sé ekki stuðst við neinar getgátur eða tilgátur um það hvernig athugunargögnin gætu verið innbyrðis tengd eða hvaða gögn séu líklega til að styðja tiltekna niðurstöðu. Þessi hugmynd byggir á þeirri hugsun að

<sup>9</sup> Í þessum hluta styðst ég náið við hugmyndir Carls Hempel í *Philosophy of Natural Science*, Prentice-Hall, ..., kafla 1.

athugandinn megi ekki gefa sér fyrirfram hvað kunni að koma út úr rannsókninni; hann á að vera fullkomlega fordómalaus.

Gagnasafnið eitt og sér leiðir ekki neitt af sér, heldur verður að flokka það og greina, þ.e. það verður að greina af hvaða tagi gögnin eru og hvort það sé fylgni milli ólíkra atriða. Þetta er það sem annað stigið gerir ráð fyrir. Hugsunin hér er að sá sem safnar gögnum sé ekki að lesa einhverjar kenningar inn í gagnasöfnunina eða flokkunina; hann á að vera hlutlaus því annars er hætta á að hann skekki niðurstöðurnar með því að hafa áhrif á hvaða gögn eru tekin með.

Sú hugsun sem býr að baki tilleiðsluhugmyndinni er að ýmsu leyti aðlaðandi – er það ekki dygd vísindamannsins að gera sér ekki alltof miklar hugmyndir fyrirfram hvað það er sem hann er að rannsaka? Og er þetta ekki kjarninn í hugmyndinni um hlutleysi eða hlutlægni? En þrátt fyrir að tilleiðsluhugmyndin kunni að vera aðlaðandi að þessu leyti, gengur hún alls ekki upp. Fyrir það fyrsta er fráleitt að hægt sé að safna öllum gögnum um allar staðreyndir. Allar staðreyndirnar (hvað svo sem það merkir) eru einfaldlega of margar til þess að hægt sé að safna gögnum um þær. Þetta vita fræðimenn og því reyna þeir að takmarka sig við gögn um þær staðreyndir sem skipta máli. En hvaða staðreyndir skipta máli? Hér er það sem rannsóknarspurningar og kenningar koma til hjálpar.

Vísindaleg rannsókn fæst jafnan við tiltekið vandamál eða spurningu. En það er ekki ljóst af vandamálinu einu saman hvaða gögn það eru sem skipta máli. Þetta er einkar skýrt í læknisfræði þar sem við höfum spurningar eins og: Hvers vegna fá menn þennan eða hinn sjúkdóminn? Það er engin leið að lesa af spurningunni einni saman hvaða gögn skipta máli. Spurningin skilgreinir vandamálið, en hún er ekki *leiðbeinandi* um hvar skuli leita svara. Hér koma þá kenningarnar til sögunnar. Þær gefa fræðimanninum hugmynd um hvers konar gögn gætu skipt máli. Einungis er hægt að segja til um hvaða gögn skipta máli með hliðsjón af þeim tilgátum eða kenningum sem menn hafa, ekki með hliðsjón af því vandamáli sem verið er að glíma við.

Auðvitað getur verið að menn hafi enga ákveðna tilgátu og safni því allskyns gögnum, sumpart jafnvel af handahófi, en það breytir ekki því að ef við segjum að einhver gögn skipti máli þá segjum við það einungis með hliðsjón af tilteknum tilgátum eða kenningum sem gefa okkur tilefni til að álykta að gögnin sem um ræðir skipti máli fyrir það vandamál sem verið er að glíma við. Það virðist því vera nauðsynlegt að hafa í huga einhverjar tilgátur, jafnvel þótt þær kunni að vera óljósar, áður en hafist er handa við að safna gögnum.

Sem dæmi mætti hugsa sér það vandamál að aldursgreina tiltekið sýni, t.d. sýni sem hefur komið upp við fornleifauppgröft. Spurningin sem við viljum fá svar við gæti verið: „Hvað er þessi nagli gamall?“ Ein aðferð er að kortleggja öskulög og staðsetja naglann með tilliti til þeirra. Þessi aðferð er tiltölulega einföld, a.m.k. þar sem öskulögin eru skýr, en hún reiðir sig samt á kenningar um hverskonar gögn skipta máli. Kenningarnar sem hér skipta máli eru m.a. þær að röð öskulaganna í jarðveginum gefi til kynna rétta tímaröð, að hægt sé að bera kennsl á öskulag úr sama gosi á ólíkum stöðum og að aldur hlutarins sé sá sami og aldur jarðvegsins sem hann liggur í. Með þessar kenningar í handraðanum er hægt að fara að safna gögnum og, ef vel tekst til, svara spurningunni: „Naglinn er frá 13. öld?“

Við sjáum því að tilleiðsluhugmyndin um vísindalega rannsókn snýr hlutverki kenninga alveg við frá því sem raunhæft er. Í stað þess að kenning sé eitthvað sem komi á eftir gagnasöfnun og úrvinnslu gagna, þá er kenning beinlínis nauðsynleg til að markviss gagnaöflun geti átt sér stað.

Þriðja stigi vísindalegrar rannsóknar samkvæmt tilleiðsluhugmyndinni gerir ráð fyrir að af þeim gögnum sem fyrir liggja megi álykta tilteknar alhæfingar. Slík ályktun er gjarnan kölluð tilleiðsla. Hér vakna líka vandamál sem ég mun nú gera að umtalsefni. Vandinn er raunar ekki einfaldlega vandi um tilleiðslu eða vandi fyrir tilleiðsluhugmyndina um vísindalega aðferð, heldur fullkomlega almennur vandi sem snertir hvaða aðferðafræði sem er. Vandinn er þessi: Hvað er það fyrir gögn að *styðja* almenna kenningu og þar með að hafa gildi sem sönnunargögn?

### Sönnun og sönnunargögn

Við segjum að tiltekin gögn séu sönnunargögn, með tilliti til ákveðinnar kenningar, vegna þess að þau gera kenninguna sennilegri eða styðja hana. En hvenær getum við sagt að tiltekin gögn styðji kenningu? Og hvenær getum við með réttu fallist á kenningu á grundvelli tiltekinna gagna?

### Hrafnafverstaðan

Einfaldasta svarið við spurningunni um það hvað það þýði að gögn styðji kenningu er að jákvæð tilvik af kenningunni séu gögn sem styðja kenninguna. Þessi hugmynd stenst hins vegar alls ekki sem sést best á þverstaðu sem kölluð hefur verið hrafnafverstaðan.

Við byrjum með einfalda kenningu, nefnilega þá að allir hrafnar séu svartir. Þessa kenningu setjum við fram sem alhæfingu um að allt sem er hrafn sé svart:

Um öll  $x$  gildir: (Ef  $x$  er hrafn, þá er  $x$  svart).

Kenninguna um að jákvæð tilvik af kenningu séu gögn sem styðja kenninguna getum við orðað á eftirfarandi hátt.

Gögn eru sönnunargögn ef þau samrýmast kenningunni, þ.e. ef þau eru jákvæð tilvik af kenningunni. Nánar tiltekið, ef kenning er á forminu

Um öll  $x$  gildir: (Ef  $x$  er  $F$ , þá er  $x$   $G$ )

þá er sönn setning sem er tilvik af þessari kenningu, þ.e. setning á forminu ‘ $Fa$  og  $Ga$ ’ sönnunargögn fyrir kenninguna.

En setning á forminu „Ef  $A$  þá  $B$ “ er rökfræðilega jafngild setningunni „Ef ekki  $B$  þá ekki  $A$ “. Þess vegna er kenningin okkar um að allir hrafnar séu svartir jafngild kenningunni um að allir hlutir sem eru ekki svartir séu ekki hrafnar. Og þar með ætti athugun okkar á grænum frostpinna að styðja kenninguna um að allir hrafnar séu svartir ekki síður en athugun okkar á svörtum hrafni. En það er fáránlegt!

#### Líkindahugmyndin um sönnunargögn

Á átjándu og níttjándu öld var sú hugmynd almennt viðtekin að gögn styðji kenningu með því að gera kenninguna líklegri. Við getum kallað þetta *líkindahugmyndina um sönnunargögn*.

Líkindahugtakið sem liggur þessari hugmynd til grundvallar var skilið á grundvelli líkindafræði, en grundvallarreglur þeirrar greinar eru

$$(1) 0 \leq \text{prob}(a) \leq 1.$$

$$(2) \text{prob}(a \text{ eða } b) = \text{prob}(a) + \text{prob}(b), \text{ þar sem } a \text{ og } b \text{ útiloka hvort annað.}$$

$$(3) \text{prob}(a) = 1 \text{ ef } a \text{ er nauðsynleg sannindi.}$$

$$(8) \text{prob}(a | b) = \text{prob}(a \text{ og } b) / \text{prob}(b), \text{ þar sem } \text{prob}(b) > 0.$$

Regla (1) segir okkur einfaldlega að líkurnar á að tiltekin setning sé sönn liggi á bilinu frá því að vera óhugsandi og upp í að vera öruggt. Ef við gerum ráð fyrir að  $a$  sé raunhæfing, þ.e. staðhæfing sem fjallar um reynslu, þá gerum við yfirleitt ráð fyrir að líkurnar á að  $a$  sé sönn séu meiri en núll, þ.e. það er ekki útilokað að setningin sé sönn, og að líkurnar séu minni en 1, þ.e. að setningin sé ekki örugglega sönn.

Regla tvö er samlagningarregla fyrir líkindi. Hvaða líkur eru á því að Jón sé í búðinni eða að hann hafi farið í sund. Regla tvö segir okkur að til að finna líkurnar á að þessi setning sé sönn getum við einfaldlega lagt saman líkurnar á að hvor staðhæfing um sig sé sönn.

Þriðja reglan segir okkur að líkurnar á að nauðsynlega sönn setning sé sönn séu 1. Þetta þýðir einfaldlega að nauðsynlega sannar setningar eru örugglega sannar.

Regla (8) segir okkur svo hvernig veið reiknum út líkurnar á að tiltekin staðhæfing sé sönn að því gefnu að tiltekin önnur staðhæfing sé sönn. Hvaða líkur eru á því að Jón vinni stóra vinninginn miðað við að hann kaupi 5 raðir? Til að svara þessari spurningu reiknum við út líkurnar á því að Jón vinni stórvinninginn og að hann kaupi 5 raðir, og síðan deilum við í þessa tölu með líkunum á því að hann kaupi 5 raðir. Ef það er mjög ólíklegt að Jón kaupi 5 raðir, þá er það líka mjög ólíklegt að hann vinni. Ef það eru meiri líkur á að Pétur kaupi 5 raðir en að Jón geri það, þá eru líka meiri líkur á að Pétur vinni stóra vinningin miðað við að hann kaupi 5 raðir.

Ef við köllum kenninguna  $b$  og sönnunargögnin  $e$ , þá eru líkindin sem við viljum vita í fyrsta lagi hversu líkleg kenning er miðað við gögnin

$$\text{prob}(b \mid e)$$

í örðu lagi hvort kenning er líklegri miðað við tiltekin gögn en ekki, þ.e. hvort

$$\text{prob}(b \mid e) > \text{prob}(b)$$

og loks hvort tiltekin gögn gera upp á milli tveggja hugsanlegra kenninga. Ef við höfum um tvær kenningar að velja,  $b$  og  $b'$ , þá viljum við vita hvort

$$\text{prob}(b \mid e) > \text{prob}(b' \mid e)$$

eða öfugt. Líkindahugmyndin um sönnunargögn hefur ýmislegt til síns ágætis. Hún getur til dæmis skýrt mjög vel hvers vegna athugun okkar á grænum frostpinna styður ekki kenninguna um að allir hrafnar séu svartir. Samkvæmt reglum líkindafræðinnar gildir eftirfarandi lögmál

$$\text{prob}(b \mid e) = \text{prob}(b) / \text{prob}(e)$$

þar sem  $e$  er rökfræðileg afleiðing af  $b$ . Kenningin okkar segir fyrir um að ef við tökum stak af handahófi úr mengi þeirra hluta sem eru ekki svartir, þá muni sá hlutur ekki vera hrafni. Við látum  $e$  lýsa þessari forspá. En þar sem hrafnar eru afar sjaldgæfir meðal þeirra hluta sem eru ekki svartir, þá er  $\text{prob}(e)$  nálægt því að vera 1, og þar með er

$$\text{prob}(b \mid e) = \text{prob}(b)$$

Þetta þýðir að athugun okkar á grænum íspinna gerir kenninguna um að allir hrafnar séu svartir ekki líklegri.

Líkindahugmyndin um sönnunargögn stendur frammi fyrir nokkrum vandamálum. Í fyrsta lagi hvílir hún á hugtakinu um líkindi sem er allt annað en sjálfgefið. Í örðu lagi er allt annað en ljóst hvaða grunngildi kenningin gerir ráð fyrir, þ.e. hvernig við eigum að meta t.d.  $\text{prob}(b)$ . Í þriðja lagi er óljóst að líkindahugmyndin um sönnunargögn samrýmist því hvernig vísindamenn hugsa um kenningar og tilraunir.

#### *Karl Popper og hugmyndin um afsönnun*

Hugmynd Poppers um sönnunargögn samrýmist vel hugmyndum Hempels um vísindalega rannsókn. Samkvæmt hugmyndum Poppers er vísindaleg kenning tilraun til að leysa tiltekin vandamál – hún er svar við spurningu. Vandamálið er kannski hvernig megi skýra tiltekið atriði í gangverki náttúrunnar. Tilraunir og gagnasöfnun tilheyra hinni gagnrýnu umræðu um vísindakenningar; þær eru tilraunir okkar til að hrekja kenningar.

Samkvæmt einföldu tilleiðsluhugmyndinni sem ég fjallaði um að framan, og sem Hempel gagnrýndi með sannfærandi hætti, þá tilheyra tilraunir og gagnasöfnun fyrsta stigi vísindalegrar rannsóknar. Við byrjum á að safna gögnum áður en við setjum fram kenningar. Samkvæmt Popper heyrta tilraunir og gagnasöfnun til viðbragða okkar við kenningu en ekki til þess sem gerist áður en að kenning er sett fram og sem leiða til kenningar. Popper gengur jafnvel svo langt að segja að það sé ekkert kerfisbundið hægt að segja um það sem leiði til kenningar því það geti verið hvað sem er; tilviljunarkennd hugdetta, möguleiki sem stendur eftir þegar aðrir hafa verið útilokaðir, skapandi innsæi o.s.frv. Spurningin um rökfræði vísindanna – eða spurningin um vísindalega aðferð – hefur einfaldlega lítið að segja um þetta stig vísindanna. Kjarni vísindanna – og það sem greinir þau frá gervivísindum – tekur við þegar kenning hefur verið sett fram og hægt er að hefjast handa við að reyna að afsanna hana.

Hvernig tilgáta verður til er sálfræðileg spurning – og til þess að svara henni þarf að gera ákveðnar rannsóknir. Spurningin um það hvernig tilgáta er réttlætt er rökfræðilegs eða aðferðafræðilegs eðlis og henni verður ekki svarað með skírskotun til reynslu. Slíkt væri óhugsandi enda hvíla öll reynsluvísindi á þeirri forsendu að aðferð þeirra sé gild. Á þennan hátt verður að gera greinarmun á spurningum um staðreyndir, sem eru sviði raunvísinda, og spurningum um áreiðanleika vísindalegrar aðferðar, sem eru viðfangsefni vísindaheimspekinnar.<sup>10</sup>

Nálgist maður spurninguna um hvað vísindi séu á þennan hátt má segja að starf vísindamannsins sé á vissan hátt klofið í tvennt. Annars vegar er stig þar sem hugmyndaflugið fær að leika lausum hala – og þarf að leika lausum hala – til þess að einhverjar frjóar

<sup>10</sup> Gunnar Skirbekk og Nils Gilje, *Heimspekisaga*, Stefán Hjörleifsson þýddi, Háskólaútgáfan, Reykjavík 1999, bls. 673.



hugmyndir komi fram. Gott dæmi um þetta má sjá í tilraunum Roberts Boyle og Torricellis um fjadurmagn loftis. Lýsingar þeirra á því sem þeir voru að gera voru þrungnar líkingum og líklega er sú lýsing Torricellis, að jörðin sé umlukin hafsjó af lofti, (e. *sea of air*) frægust. Þessi líking er ekki afrakstur vísindalegra tilrauna heldur snjöll sýn, sem síðan gefur bæði tilefni til fjölmargra tilrauna og til þess að setja fram nákvæmari kenningar um eðli loftisins. Þannig má sjá fræga tilraun Pascals, þar sem hann fór með loftþyngdarmæli hátt upp í fjall, sem innblásna af þessari lýsingu. Pascal gæti hafa hugsað sem svo: „Hvað ef ég fer upp á grunnsævi í þessum hafsjó af lofti, þá ætti þrýstingurinn að minnka.“ Pascal setti síðan fram tilgátu um hvað ætti að gerast, ef sú kenning að jörðin væri umlukin efnismassa og að loftþrýstingur á tilteknum stað væri ekki annað þyngd þessa massa sem hvíldi ofan á þessum stað. Pascal leit reyndar svo á að niðurstaða tilraunarinnar, sem var í fullkomnu samræmi við tilgátuna, hefði *staðfest* kenninguna, en Popper hefði orðað það þannig að tilraunin hefði *ekki afsannað* hana.

### 3. Vísindi sem leit að skilningi

Eitt atriði í skilgreiningu okkar á því hvað vísindi eru kveður á um að vísindi séu leit að skilningi. En hvað þýðir þetta? Vísindamenn hafa svarað þessari spurningu, ýmist í orði eða verki, í stórum dráttum á þrjá ólíka vegu: Við höfum skýringarsjónarmið, lýsingarsjónarmið og tækjahyggju.

#### Uppvask og loftbólur

Í bókinni *Hugsun og menntun*<sup>11</sup> (*How we Think*, 1910) lýsir John Dewey athugun sem hann gerði þegar hann var að vaska upp heima hjá sér.

[1] Ég var að þvo glös upp úr heitu sápuvatni og setti þau á hvorlf á disk. Þá tók ég eftir því að bólur komu í ljós utan við barma glasanna og fóru svo inn. Hvers vegna?

[2] Bólurnar leiða hugann að lofti sem sem ég tel að hljóti að koma innan úr glasinu. Ég sé að sápuvatnið á diskinn kemur í veg fyrir að loftið komist út nema sem bólur. Hvers vegna ætti loftið að fara úr glasinu? Það fór ekkert efni inn sem þvingaði það út.

[3] Það hlaut að hafa þanist út. Það þenst út við aukinn hita eða aukinn þrýsting eða hvort tveggja. Gæti loftið hafa hitnað eftir að glasið var tekið úr heitri sápufroðunni? Væri hitað loft orsök hlaut kalt loft að hafa farið inn þegar glösin voru færð úr froðunni á diskinn.

[4] Ég prófa þessa tilgátu með því að taka nokkur fleiri glös upp úr. Sum hrsti ég til að vera viss um að ná köldu lofti inn í þau. Sum tek ég upp úr og held þeim á hvorlfi til að koma í veg fyrir að kalt loft komist inn í þau. Bólur koma í ljós utan á öllum fyrrnefndu glösunum en ekki á neinu þeirra síðarnefndu. Ályktun mín hlýtur að vera rétt.

[5] Utanaðkomandi loft hlýtur að hafa þanist út af hitanum á glasinu, en það skýrir bólurnar sem koma utan á það.

[6] En hvers vegna fara þær svo inn? Hlutir dragst saman við kulda. Glasið kólnaði og líka loftið inni í því. Spennu var eytt og þess vegna britust bólur inni í glasinu.

[7] Til að vera viss prófa ég þetta með því að setja ísklump á glasið meðan bólurnar eru enn að myndast utan á því. Þær fara brátt í gagnstæða átt.<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> John Dewey, *Hugsun og menntun*, Gunnar Ragnarsson íslenskaði, Rannsóknarstofnun Kennaraháskóla Íslands, 2000.

Hér sjáum við hvernig Dewey verður fyrst vitni að fyrirbæri sem kemur honum á óvart og sem hann skilur ekki. En eftir að hafa hugsað um þetta fyrirbæri, og beitt nokkrum kenningum í eðlisfræði og nálgast vandann með þeim tilraunaanda sem einkennir starf raunvísindamanns, hefur hann náð góðum skilningi á því. En í hverju, nákvæmlega, felst þessi skilingur? Það sem Dewey gerir má skipta upp í tvö skref.

Fyrri skrefið snýst að verulegu leyti um að lýsa því sem fyrir augu ber með nákvæmum og markvissum hætti. Takið eftir því að Dewey lýsir því sem gerist við uppvaskið með öðrum hætti í lokin en í upphafi. Í þessari lýsingu hefur hann reytt sig á margvísleg hugtök sem virðast næsta hversdagsleg en hafa samt beina vísun í eðlis- og efnafræði. Hér á ég við hugtök eins og 'hiti', 'loft', 'að þenjast' og 'að dragast saman'. Þetta eru hversdagsleg hugtök, en þau gegna mikilvægu hlutverki í því að flokka tilveruna og greina hana í ólíka þætti eða í þætti sem hegða sér með ólíkum hætti (sbr. [2] og [3]). En hvers vegna lýsir Dewey hlutunum eins og hann gerir? Hvers vegna segir hann að það sé loft sem skýri bóllurnar, eða að bóllurnar séu loft, og hvers vegna talar hann um loft sem hafi lokast inni í glösunum? Á fyrri hluta 17. aldar hefði ekki nokkrum manni dottið í hug að lýsa þessu svona. Af þessum lýsingum er ljóst að Dewey þekkir talsverða eðlisfræði, og sér í lagi þekkir hann gaslögmálið eða lögmál Boyles:

$$[\text{Þrýstingur}] \cdot [\text{Rúmmál}] = [\text{Fasti}] \cdot [\text{Hiti}]$$

Vegna þess að hann þekkir þetta lögmál, áttar hann sig á því að þær stærðir sem skipta máli eru einmitt *þrýstingur*, *rúmmál* og *hiti*. Rúmmálið inni í glösinu er óbreytt, sem þýðir að ef hitinn hækkar, þá verður þrýstingurinn að aukast. En þar sem glösin liggja laus ofan á diskunum, sem hann hvolfdi þeim á, geta þau ekki haldið loftinu þegar þrýstingurinn hefur aukist, svo það smýgur út og myndar sápukúlur.

Í seinna skrefinu hefur Dewey sett fram skýringu á því sem gerist. Hann hefur sett fram tilgátu um hverjar kunni að vera orsakir þess sem gerðist, og hann hefur prófað þessa tilgátu með því að setja upp litla samanburðarrannsókn (sbr. [4] og [7]). Þegar upp er staðið hefur Dewey ekki sett fram nein ný lögmál, en hann hefur skilið hversdagslegt fyrirbæri í ljósi kenninga – hann skilur hvers vegna sápukúlur myndast í ljósi kenninga um eiginleika lofts og áhrifa hita og rúmmáls á loft.

Í fyrra skrefinu er áherslan á lýsingu, í seinna skrefinu er áherslan á skýringu. Sumir vísindamenn leggja áherslu á að markmið vísinda sé að leyta skýringa. Þeir aðhyllast

<sup>12</sup> Dewey, *Hugsun og menntun*, bls. 133–134. Skipting textans í sjö hluta er mín. Í frumtextanum eru ein greinaskil, á milli hluta 5 og 6 hjá mér.

skýringasjónarmið. Aðrir segja að í raun komumst við aldrei lengra en að lýsa hlutum. Þeir aðhyllast lýsingasjónarmið.

### Lýðræði í leikskólum

Í dæminu af Dewey virðist eðlilegt að stíga skrefið frá lýsingu yfir í skýringu, þ.e. að stíga skrefið frá „Hvað gerðist?“, eða „Hvernig gerðist það (í hvaða röð, hversu hratt, o.s.frv.)?“ yfir í „Hvers vegna gerðist það?“. En skoðum nú allt annars konar dæmi. Í nýlegri rannsókn var markmiðið að grafast fyrir um viðhorf leikskólakennara til menntunar til lýðræðis í leikskólum. Spurningin sem lagt var upp með gæti verið:

Hvað telja leikskólakennarar vera lýðræði í leikskólum og hvernig lýsir það sér í þeirra eigin starfsháttum?

Hér er á ferðinni spurning sem á að vera kveikja að fræðilegri athugun, en það er ekki við því að búast að þessi athugun leiði til skýringa. Hér er frekar verið að grafast fyrir um lýsingu – lýsingu á viðhorfum og starfsháttum. En hvað er það nákvæmlega sem á að skoða og hvernig skoðar maður það? Hér skiptir máli að hafa skýra hugmynd um lýðræði vegna þess að annars er hætt við að þau atriði sem veitt er eftirtekt verði tilviljunarkennd og nái ekki að leiða til skilnings á því sem leitað er eftir.

Í fyrstu atrennu lýsti höfundur hugmyndinni að baki rannsókninni með eftirfarandi orðum:

Að skynja sjálfan sig sem hluta af stærrri heild er hverjum nauðsyn. Eitt einkenna lýðræðissamfélaga er að þar ber fólk **sameignlega ábyrgð** hvert á öðru. Undanfarin ár hafa þær raddir heyrst að **vitundin um sameiginlega ábyrgð** hafi farið minnkandi og er það flestum sem láta sig lýðræði varða, áhyggjuefni. Sú skoðun að hver einstaklingur verði að gera sér grein fyrir að hann ber **pólítíska samábyrgð** hefur verið að ryðja sér til rúms undanfarin ár. Er það meðal annars vegna þeirrar staðreyndar að færra og færra fólk í hinum vestræna heimi **tekur þátt í kosningum** og afsalar sér með því að vissu marki mikilvægu hlutverki.<sup>13</sup>

Stuttu síðar segir höfundurinn svo:

Daglegt starf í skólum er leitt af kennurum, og þess vegna er mikilvægt að átta sig á því hvernig kennarar skilgreina hugtök eins og **lýðræði** og **þegnskaparmenntun**. Markmið rannsóknarinnar var að leitast við að skilja mat leikskólakennara á hvað styðji við **þegnskaparuppeldi** í leikskólum.

Strax hér má sjá akveðin hættumerki. Ég hef feitletrað nokkur orð, og nú má spyrja hvort þessi orð vísi til hugmynda eða atriða sem falli að ákveðinni hugmynd um lýðræði sem geti orðið kjarninn í heilsteyptri og markvissri rannsókn. Fyrst er talað um sameiginlega ábyrgð,

<sup>13</sup> Tilvitnunin er tekin úr uppkasti að grein sem síðar var lagfærð. Feitletrun er mín.

svo um vitund um sameiginlega ábyrgð. Þetta er gott og blessað. En svo má spyrja hver sé hugsunin að baki því að tala um pólitíska samábyrgð? Hér er allt í einu komin ný vídd inn og óljóst hvernig hún tengist annars konar samábyrgð. Loks er svo farið að tala um kosningar, en þær birtast sem atriði sem er ótengt hugmyndinni um samábyrgð. Í seinni tilvitnuninni koma fyrir hugtökin 'lýðræði' og 'þegnskaparuppeldi'. En sjálft hugtakið um lýðræði er hvergi skilgreint og því er hvergi að finna neitt sem kalla mætti greinargerð fyrir því hvað það er í starfi leikskólakennara sem mikilvægt er að horfa eftir eða spyrja um. Um niðurstöður könnunarinnar segir höfundurinn svo:

Helstu niðurstöður eru að leikskólakennarar leggja áherslu á **samskipti, gagnkvæma virðingu** og það að börnin geti **leyst úr ágreiningi á friðsamlegan hátt**.

Hér er komin ákveðin niðurstaða. En hvað hefur þessi niðurstaða að gera með lýðræði? Það er ekki ljóst af fræðilegum hluta greinarinnar. Sá sem þekkir til hugmynda um lýðræði getur vissulega gert sér í hugarlund hvernig þessi niðurstaða tengist lýðræðismenntun í leikskóla, en eftir sem áður er það lesandinn sem verður leggja þennan skilning til. Auk þess er óljóst hvernig þessi atriði tengjast samábyrgð, eða pólitískri samábyrgð, eða þátttöku í kosningum, en það er þau atriði sem nefnd voru í upphafi.

Í seinni gerð greinarinnar hafði höfundur tekið rækilega til hendinni og nú lagði hann upp með skýra hugmynd um lýðræði. Í upphafi greinarinnar segir höfundurinn:

Í greininni eru kenningar Deweys notaðar sem gátt eða spegill til að skoða leikskóla-starfið. Einnig verður leitað til Nussbaum sem hefur sett fram kenningu um nauðsynleg skilyrði sem samfélög þurfa að uppfylla til að hver manneskja geti nýtt möguleika sína til fulls.

Og stuttu síðar:

Í anda Dewey (1916) er lýðræði skilgreint hér sem; samfélag fólks sem býr yfir sameiginlegum skilningi og trausti og sem trúir á rétt hverrar manneskju til að tilheyra og taka þátt í sameiginlegum skuldbindingum. ... Ef hugmyndir Dewey eru yfirfærðar á leikskóla má telja að átt sé við að börn eigi að vera þátttakendur í að móta eigin veröld, þar sem rödd þeirra fær að hljóma og á hana er hlustað. Í þessu felst einnig að þeim er gert kleift að þroska eigin mennsku í gegnum sammannlega reynslu og að þar sé litið á börn sem borgara sem eru sífellt í mótun fremur en sem verðandi borgara.

Um helstu niðurstöður segir höfundurinn svo:

Helstu niðurstöður eru að leikskólakennararnir eru í meginatriðum að vinna í anda *Aðalnámsskrár leikskóla*, áhersla er lögð á að börn séu þátttakendur, það er alið á virðingu, umburðarlyndi og samkennd og það að leysa úr ágreiningi á friðsælan hátt er mikils metið.

Hér sjáum við að efnistökin er allt önnur og markvissari. Niðurstöðurnar kallast beint á við þann skilning sem höfundur leggur í hugmyndina um lýðræði. Afraksturinn er fræðilega heilsteypst sýn á lýðræði í leikskólum og það er við því að búast að rannsóknin verði ekki einungis forvitnileg fyrir þá sem hafa velt því fyrir sér hvernig leikskólakennarar vinna með hugmyndina um menntun til lýðræðis, heldur getur hún einnig orðið frjór upphafspunktur nýrra athugana – og jafnvel aðgerða.

Við höfum nú skoðað tvö dæmi, annars vegar dæmið af Dewey við uppvaskið og hins vegar dæmi af rannsókn á viðhorfum leikskólakennara til menntunar til lýðræðis. Í fyrra dæminu gekk allt upp áreynslulaust. Það leynir sér ekki að þegar Dewey horfir á sápukúlurnar myndast þá hefur hann traustan fræðilegan bakgrunn til að styðjast við og lýsingar og prófanir eru upplýstar ef kenningalegri færni. Hann veit hvaða stærðir skipta máli. Á endanum getur hann ekki einungis sett fram skýra og markvissa lýsingu á því sem gerist, hann hefur líka skýringu á því. Í seinni dæminu gengu hlutirnir ekki alveg jafn auðveldlega fyrir sig. Höfundurinn fer af stað með áhugaverða rannsókn, en mynd hans af viðfangsefninu er ekki nógu skýr. Þetta leiðir til þess að niðurstöðurnar eru tilviljanakenndar og ekki góðu samhengi við það sem lagt var upp með. Eftir að hafa endurskoðað hinn fræðilega hluta tekst höfundur þó að vinna vel úr þeim gögnum sem hann hefur í höndunum. Það má hins vegar gera ráð fyrir að ef höfundurinn hefði strax eytt meiri tíma í að skilgreina fyrir sér hvað hann ætti við með lýðræði og hvaða atriði skipta máli fyrir lýðræði í leikskólum, að gögnin sjálf hefðu verið betri og gefið tilefni til annarra ályktana.

## 4. Skilningur, skýringar og lýsingar

### Skýringarsjónarmið og lýsingarsjónarmið

Sögulegar rætur greinarmunarins á skýringarsjónarmiði og lýsingarsjónarmiði ná aftur til Grikklands.<sup>14</sup> Fyrsta skipulega umfjöllunin um þessi efni kemur frá Aristótelesi sem gerði skýran greinarmun á því að þekkja *staðreynd* og að þekkja *orsök* eða *ástæðu*. Aristóteles gefur okkur eftirfarandi dæmi til að lýsa þessum mun. Hann byrjar með tvær forsendur.

- (1) Stjórnur sem blikka eru langt í burtu, þær sem blikka ekki eru nálægar.
- (2) Reikistjörnurnar blikka ekki.

Af þessu leiðir hann síðan eftirfarandi niðurstöðu.

- (N) Reikistjörnurnar eru nálægar.

Aristóteles segir svo að þessi niðurstaða veiti okkur þekkingu á *staðreynd*, ekki *orsök*. Reikistjörnurnar eru ekki nálægar vegna þess að þær blikka ekki, heldur blikka þær ekki vegna þess að þær eru nálægar. Og þótt við getum öðlast þekkingu með þessum hætti, þá gefur þessi röksemdafærsla okkur enga skýringu á því hvers vegna reikistjörnurnar eru nálægar.

En lítum nú á þessa röksemdafærslu:

- (1) Stjórnur sem blikka eru langt í burtu, þær sem blikka ekki eru nálægar.
- (2) Reikistjörnurnar eru nálægar.

Af þessum forsendum leiðir Aristóteles eftirfarandi niðurstöðu:

- (3) Reikistjörnurnar blikka ekki.

Aristóteles segir svo að af þessari röksemdafærslu lærum við ekki einungis að stjörnurnar blikka ekki, þ.e. við lærum ekki einungis tiltekna staðreynd, heldur lærum við líka *hvers vegna* þær blikka ekki. Þær blikka ekki vegna þess að þær eru nálægar. Seinni röksemdafærslan hefur því *skýringargildi*, á meðan sú fyrri hefur ekki skýringagildi. Það er vegna þess að reikistjörnurnar eru nálægar sem þær blikka ekki.

<sup>14</sup> Í þessum kafla byggji ég verulega á óbirtri grein Mikael M. Karlssonar, „A tripartite view of science“.

Fyrri röksemdafærslan gerir okkur kleift að svara spurningum sem byrja á „hvar“ eða „hvað“, til dæmis: Hvar eru reikistjörnurnar? Ekki langt í burtu. Eða: Hvað eru reikistjörnurnar langt í burtu? Ekki langt í burtu miðað við fastastjörnurnar. Seinni röksemdafærslan gerir okkur hins vegar kleift að svara spurningum sem byrja á „hvers vegna“ eða „af hverju“ til dæmis: Hvers vegna blikka reikistjörnurnar ekki? Af því að þær eru nálægar.

Bandarísku heimspekingarnir Stephen Toulmin og June Goodfield hafa fært rök fyrir því að þessi greinarmunur, sem Aristóteles var fyrstur manna til að koma orðum að með skýrum hætti, birtist í muninum á stjörnufræði Babilóníumanna og stjörnufræði Grikkja.<sup>15</sup> Babilóníumenn voru uppteknir af því að lýsa gangi himintunglanna og gátu svarað spurningum eins og: Hvar verður tunglið á miðnætti eftir tvær vikur? Hvenær kemur næst nýtt tungl? En Babilóníumenn gerðu, að því er virðist, enga tilraun til að skýra gang himintunglanna, þ.e. þeir gerðu enga tilraun til að svara *hvers vegna*-spurningum um gang himintunglanna.

Á meðal Forngríkkja virðist hafa ríkt gjörólíkt viðhorf til stjörnufræði, og raunar vísinda almennt. Grikkir lögðu sig ekki fram um að lýsa eða segja fyrir um gang himintunglanna. Þeir vildu skýra ganginn. Þeir voru ekki uppteknir af þeim spurningum sem Babilóníumenn vildu svara og gáta svarað af undraverðri nákvæmni. Þeir spurðu: Hvers vegna hreyfast stjörnurnar eins og þær hreyfast?

Ef við spyrjum nú: Hvert er markmið vísinda? Þá höfum við hér tvennskonar svör. Annars vegar svar Babilóníumanna sem tilheyrir lýsingarsjónarmiði um vísindi: *Markmið vísindanna er að lýsa tilverunni og spá fyrir um gang hennar*. Hins vegar höfum við gríska svarið sem tilheyrir skýringarsjónarmiði: *Markmið vísinda er að skýra gang tilverunnar*.

Aristóteles gerir ekki ráð fyrir að við þurfum að velja einungis annað svarið. Sama vísindagreinin getur bæði fengist við lýsingu og skýringu á tilteknum fyrirbærum, og ólíkar greinar vísindanna geta hjálpast að, ef svo má segja, þannig að ein greinin fæst við lýsingu tiltekinnna fyrirbæra en önnur grein reynir að skýra þau. Við þurfum því ekki að segja að vísindin sem slík hafi einungis eitt markmið, eða einungis eitt grundvallarmarkmið.

## Tækjahyggja

Til viðbótar þessum tveimur sjónarmiðum um markmið vísindanna höfum við svo þriðja sjónarmiðið, tækjahyggjuna. Samkvæmt tækjahyggjunni er markmið vísindanna hvorki lýsing, forspá né skýring heldur eru vísindin fyrst og fremst tæki sem kann að vera gagnlegt til að leysa aðsteðjandi vandamál. Að vísu kann þetta tæki að byggja að einhverju leyti á

<sup>15</sup> Stephen Toulmin og June Goodfield, *The Fabric of the Heavens*, Penguin Books, 1968.



áreiðanlegum forspám, og þar með að samrýmast t.d. hugmynd Babilóníumanna um stjörnufræði. Hins vegar gerir tækjahygjan ekki ráð fyrir því að forspár byggi á sönnum eða réttum lýsingum á tilverunni. Sannleikurinn skiptir kannski ekki svo miklu máli heldur hitt, hvernig kenningarnar nýtast.

Þau þrjú ólíku sjónarmið um markmið vísindanna, lýsingarsjónarmiðið, skýringarsjónarmiðið og tækjahygjan, þurfa ekki að vera andstæð í þeim skilningi að eitt útiloki annað. Við skulum því gera ráð fyrir að vísindi geti, í stórum dráttum, greinst í þrennt.

- (1) Skýrandi vísindi þar sem orsakaskýringar eru helsta markmiðið.
- (2) Lýsandi vísindi þar sem lýsing og forspá eru helstu markmiðin.
- (3) Hagnýt vísindi þar sem lausn aðsteðjandi vanda er helsta markmiðið.

Tiltekin vísindagrein, eins og efnafræði eða félagsfræði, getur svo haft skýrandi, lýsandi og hagnýtar greinar.

### Lýsandi og skýrandi hugtök

Við notum hugtök til að afmarka tilteknar heildir og til að flokka saman hluti sem gjarnan eru líkir en samt ólíkir. Við höfum hugtakið *köttur* og þess vegna eigum við hægt um vik með að afmarka tilteknar einingar veruleikans sem verða á vegi okkar. Ef við sjáum kött sitja á mottu og segjum:

- (1) Kötturinn situr á mottunni

þá höfum við reitt okkur á fjögur hugtök. Hugtakið *köttur*, hugtakið *motta* og hugtakið að *sitja* og hugtakið *að vera á einhverju*. Þessi hugtök gera okkur reyndar kleift að aðgreina meira en tiltekna hluti eins og ketti og mottur, þau gera okkur líka kleift að afmarka tilteknar kringumstæður, í þessu tilviki þær kringumstæður að köttur sitji á mottu.

En það eru ekki öll fyrirbæri jafn auðafmarkanleg og kettir og mottur. Tökum sem dæmi hugtakið *skógur*. Það vísar til hlutar en það er mun óljósara hvað telst skógur og hvað ekki og líklega er mun erfiðara að læra hugtakið *skógur* heldur en hugtakið *köttur*. Annað dæmi er hugtakið *dýr*. Til að læra það þarf líklega að læra mörg hugtök sambærileg við hugtakið *köttur*, hugtök eins og *fiskur*, *hundur*, *flugur*, *risaðla* o.s.frv. En ekki bara hugtök um hluti sem falla undir hugtakið *dýr*, heldur líka hugtak eins og *túlípani*, *veira*, *baktería*, *jurt* o.s.frv. Án þess að hafa nokkra hugmynd um hverskonar hlutir það eru sem falla *ekki* undir hugtakið *dýr*, er hæpið að maður geti haft skýra hugmynd um hvað það er sem fellur undir það.

Enn höfum við þó einungis hugað að tiltölulega einföldum hugtökum. Í félagsfræði og heimspeki vandast málið. Þau ykkar sem hafa reynt að afmarka eða skilgreina hugtök eins og *skólamenning*, *lýðræði*, *menntun* og *félagsleg mismunun* vita að hér eru hindranir við hvert fótímal. Það getur verið nógu erfitt að skilgreina hugtakið *skóli*, hvað þá losaralegra hugtak eins og *skólamenning*. En jafnvel þótt hugtökin séu erfið eru þau engu síður mikilvæg til að *afmarka tiltekna hluta tilverunnar*, til að *lýsa tilverunni* og til að *lýsa tilteknum kringumstæðum*. Án þessara hugtaka getum við ekki afmarkað tiltekin viðfangsefni – við komum jafnvel ekki auga á þessi viðfangsefni nema með aðstoð hugtakanna. Við getum nú greint þrennskonar hugtök, eða þrennskonar hlutverk sem hugtök hafa, því sama hugtakið getur gengt fleiri en einu hlutverki.

Hugtök sem afmarka hluta tilverunnar: Hugtakið *köttur* á við um tiltekin dýr og ekki önnur.

Hugtök sem gefa tilefni til kerfisbundins samhengis: Hugtakið *spendýr* á við um tiltekin dýr, og önnur ekki, en það tilheyrir líka ákveðnu flokkunarkerfi og því tengjast tilteknir almennir eiginleikar (hefur heitt blóð, fæðir lifandi afkvæmi, o.s.frv.) sem öðlast mikilvægi m.a. vegna stöðu hugtaksins í tilteknu flokkunarkerfi.

Hugtök sem gefa tilefni víðara samhengis. Hugtökin orsök og afleiðing gera okkur kleift að sjá *sambengi* í því sem annars virtist samhengislaust, þau gera okkur kleift að *spá fyrir um* óorðna hluti og þau gera okkur kleift að *skýra* atburði. Hugtökin orsök og afleiðing eru ekki bundin tilteknum kenningum – en kannski tiltekinni heimsmynd. Önnur hugtök gegna sambærilegu hlutverki en á mun afmarkaðra sviði. Hugtökin *habitus*, *massi* og *þrýstingur* gera okkur kleift að spá fyrir um, sjá sambengi í og skýra tiltekna hluti eða fyrirbæri en einungis í sambengi tiltekinna kenninga.

Ef við hugum að kenningum Bourdieu, þá má bæði greina þar lýsandi og skýrandi þætti. Kenningar hans um ólíkar tegundir auðs er tilraun til að lýsa mannlegu samfélagi á gagnlegan hátt. En hann lætur ekki staðar numið þar, heldur fer hann lengra og skýrir það hvers vegna fátæktar- og menntunarleysisgildir myndast. Skýringin á þessu byggir á kenningu um það hvernig auður flyst á milli kynslóða, en forsenda þess að hægt sé að beita kenningunni er að það sé hægt að lýsa því, sem kenningunni er beitt á, á viðeigandi hátt. Þetta er í raun sambærilegt við það hvernig Dewey bar sig að við að skýra loftbólurnar sem mynduðust undan brúnum glasanna þegar hann var að vaska upp. Forsenda þess að hann

gat beitt lögmáli Boyles var að hann gat lýst því sem gerðist með viðeigandi hætti. En lýsing Deweys á því sem fyrir augu bar var líka byggð nokkuð augljóslega á vitneskju hans um lögmál Boyles.

## 5. Vísindaleg þekking

Bæði skýringarsjónarmiðið og lýsingarsjónarmiðið gera ráð fyrir því að vísindalegar kenningar séu í einhverjum skilningi sannar. Þegar Galíleó setti fram sólmiðjukenningu sína taldi hann sig vera að gefa *sanna lýsingu* á heiminum, og hann taldi líka að sú staðreynd að jörðin gengi í kringum sólu og tunglið í kringum jörð *skýrði* kvartelaskipti tunglsins.<sup>16</sup> Kirkjunnar menn gátu ekki sæst á þetta en voru þó tilbúnir að taka upp líkan Galíleós sem gagnlegt tæki til tímatalsútreikninga. Þarna höfum við í hnotskurn muninn á hluthyggju (e. *realism*) um vísindalegar kenningar annars vegar, sem getur hvort heldur sem er tekið á sig mynd lýsingarsjónarmiðs eða skýringarsjónarmiðs, og tækjahyggju (e. *instrumentalism*) hins vegar.

### Tækjahyggja og hluthyggja

Í fyrsta kafla bókarinnar *Instrumental Biology or the Disunity of Science* dregur Alexander Rosenberg upp greinarmun vísindalegrar hluthyggju og tækjahyggju.<sup>17</sup> Hann tilgreinir einnig vandamál sem algilda tækjahyggja þarf að horfast í augi við – og sem hafa reynst henni fjötur um fót. Með algildri tækjahyggju er átt við þá skoðun að allar staðhæfingar vísindanna séu fyrst og fremst tæki og að einungis megi túlka þær staðhæfingar sannar sem vísa beint til athugana. Það mætti ef til vill segja að algild tækjahyggja sé tækjahyggja um eðli vísinda, eða eðli vísindalegra kenninga. Samkvæmt algildri tækjahyggju ber einungis að líta á vísindalegar staðhæfingar um það sem hægt er að skoða sem sannar eða ósannar. Aðrar staðhæfingar, þar með taldar allar alhæfingar og lögmál, eru einber tæki sem hvorki eru sönn eða ósönn. Einn vandinn við slíka tækjahyggju er að það er ekki hægt að afmarka orðaforða sem inniheldur einungis athugunarorð og er hlutlaus um kenningar og því er ekki hægt að afmarka þann hluta tungumálsins sem orðin „sannur“ og „ósannur“ eiga við um.<sup>18</sup>

Andstæða tækjahyggjunnar er vísindaleg hluthyggja, en það er sú hugmynd að

<sup>16</sup> Sjá Karl Popper, „Þrjú viðhorf til þekkingar“, *Heimspæki á tuttugustu öld*, Heimskringla, Reykjavík 1994.

<sup>17</sup> Alexander Rosenberg, *Instrumental Biology or the Disunity of Science*, University of Chicago Press 1994.

<sup>18</sup> Alexander Rosenberg, *Instrumental Biology or the Disunity of Science*, bls. 2–3.

... staðhæfingar vísindanna séu annaðhvort sannar eða ósannar, og að skynsamlegast sé að temja sér þá afstöðu að þær vísindalegu kenningar sem hafa hlotið besta staðfestingu séu ekki einungis fullnægjandi með tilliti til reynslu, heldur sannar um athuganir og undirliggjandi eindir, ástönd, og eiginleika sem kenningarnar vísa í til að skýra og spá fyrir um sýnileg fyrirbæri.<sup>19</sup>

Í greininni „Þrjú viðhorf til þekkingar“ setur Karl Popper fram nokkuð sannfærandi rök gegn tækjahyggju. Rökkin byggja m.a. á því að tækjahyggjunn sé ómögulegt að greina á milli hreinna reiknireglna, t.d. reiknireglna í siglingafræði, og eiginlegra vísindakenninga. Eitt einkenni tilrauna í vísindum er að þær eiga að reyna á kenningar. Vísindamenn leggja ströng próf fyrir kenningar, einbeita sér að tilvikum þar sem kenningarnar boða aðra útkomu en fyrri kenningar eða aðra útkomu en menn eiga von á. Ef reglur eru einber tæki eru slíkar tilraunir – slík úrslitapróf – algerlega óviðeigandi. (Sjá „Þrjú viðhorf...“, bls. 128 og áfram).

Sú tækjahyggja sem Popper reynir að hrekja er algild tækjahyggja. En tækjahyggja þarf ekki að vera algild. Í bókinni *Instrumental Biology* heldur Alexander Rosenberg fram takmarkaðri tækjahyggju. Þar færir hann rök fyrir því að hægt sé að vera hluthyggjumaður um kenningar í eðlisfræði og efnafræði – maður telur að þessar kenningar lýsi ytri veruleika, séu sannar eða ósannar og geti grundvallað skýringar á gangi tilverunnar – en að kenningar í líffræði sé réttast að líta á sem einber tæki til að henda reiður á hinum líffræðilega veruleika. Af þessu leiðir að það er óviðeigandi að spyrja hvort þeir hlutir eða fyrirbæri, sem líffræðilegar kenningar lýsa, séu í raun til. Það er jafn óviðeigandi og að spyrja um það hvort lengdarbaugarnir séu í raunverulega til.

---

<sup>19</sup> Alexander Rosenberg, *Instrumental Biology or the Disunity of Science*, bls 3.

## 6. Skýringar í vísindum

Vísindaleg skýring hefur tvo hluta, annan getum við kallað tilefni skýringarinnar, eða einfaldlega *skýringarefnið* (e. *explanandum*). Þetta er það sem við viljum skýra. Hinn er það sem við notum til að skýra skýringarefnið, þetta eru forsendur skýringarinnar (e. *explanans*).

### Lögmálsskýringar

Í greininni „Explanations in Science and History“ gerir heimspekingurinn Carl Hempel grein fyrir tveimur tegundum skýringa í vísindum, afleiðslu-lögmálsskýringum (e. *deductive-nomological explanation*) og tilleiðsluskýringum (e. *probabilistic-statistical explanation*). Báðar þessar tegundir skýringa eru svokallaðar lögmálsskýringar (e. *covering law explanation*). Eitt einkenni lögmálsskýringa er að á meðal forsendna skýringanna er að minnsta kosti ein lögmálsyrðing, þ.e. setning sem lýsir almennu lögmáli. Við gætum einnig sagt að í lögmálsskýringu sé skýringarefnið skýrt með því að fella það undir lögmál. Munurinn á þessum tveimur tegundum lögmálsskýringa, þ.e. afleiðslu-lögmálsskýringum og tilleiðsluskýringum, er fólgin annars vegar í því hvernig lögmálin sem um ræðir eru og hins vegar í sambandi forsendna skýringanna við skýringarefnið.

#### Afleiðslu-lögmálsskýringar

Dæmi um mjög einfalda afleiðslu-lögmálsskýringu er eftirfarandi.

- |    |  |
|----|--|
| F1 | Allar reikistjörnur hreyfast eftir sporbaugum í kringum sól með sól í öðrum brennipunkti sporbauganna.                             |
| F2 | Úranus er reikistjarna   |
| N  | <hr style="width: 50%; margin-left: 0;"/> Úranus hreyfist eftir sporbaugi í kringum sól með sól í öðrum brennipunkti sporbaugsins. |

Hér er skýringarefnið setning N „Úranus hreyfist eftir sporbaugi í kringum sól með sól í öðrum brennipunkti sporbaugsins“. Forsendur skýringarinnar eru tvær, annars vegar staðhæfingin F2 „Úranus er reikistjarna“ og hins vegar lögmálsyrðingin F1 „Allar reikistjörnur hreyfast eftir sporbaugum í kringum sól með sól í öðrum brennipunkti sporbauganna“. Niðurstaðan er svo rökfræðileg afleiðing af forsendunum. Þessi afleiðsla uppfyllir öll skilyrði þess að vera afleiðslu-lögmálsskýring:

- (1) Meðal forsendna skýringarinnar er að minnsta kosti ein lögmálsyrðing.

- (2) Á meðal forsendna skýringarinnar er að minnsta kosti ein skilyrðissetning, þ.e. setning sem lýsir tilteknum skilyrðum þannig að skýringarefnið verður rökfræðileg afleiðing af forsendunum.
- (3) Allar forsendur afleiðslunnar eru ómissandi í þeim skilningi að ef einhverri þeirra væri sleppt þá myndi skýringarefnið ekki leiða af þeim forsendum sem eftir væru.

Áður en við förum lengra skulum við huga að því hvað það þýðir að niðurstöðu leiði rökfræðilega af forsendum. Við höfum einfalda skilgreiningu sem segir okkur hvenær niðurstöðu leiði rökfræðilega af forsendum.

Niðurstaða er rökfræðileg afleiðing af forsendum ef og aðeins ef það er ómögulegt að forsendurnar séu allar sannar og niðurstaðan ósönn.

En hvenær er nokkuð ómögulegt? Skoðum einfalt dæmi um gilda afleiðslu.

Allir menn eru dauðlegir  
Sókrates er maður

---

Sókrates er dauðlegur

Þessi afleiðsla er gild. Við sjáum það eiginlega strax í hendi okkar. Ef við segjum að allir menn séu dauðlegir og að Sókrates sé maður, þá erum við eiginlega þar með búin að segja það sem stendur í niðurstöðunni, en að vísu ekki í einni setningu. Að þessu leyti bætir niðurstaðan engu við forsendurnar. Við getum sagt að gild afleiðsla sé *útvíkkandi*. En það er ekki nóg með að við sjáum þetta í hendi okkar, við getum sannfært okkur um að hvaða röksemdafærsla sem er sem hefur sama form og þessi, er gild.

Allir A eru B  
Sókrates er A

---

Sókrates er B

Það skiptir í raun ekki máli fyrir hvaða nafnorð stafirnir A og B standa. Við getum látið A standa fyrir „kartöflubændur“ og B fyrir „barnakennarar“. Eftir sem áður væri ómögulegt að forsendurnar væru sannar en niðurstaðan ósönn. Munurinn á röksemdafærslunni sem þannig verður til og upprunalegu röksemdafærslunni um dauðleika Sókratesar, er að í þeirri fyrri eru forsendurnar og niðurstaðan sannar en í hinni síðari eru þær ósannar.

Við sjáum reyndar að ef við látum A vera „reikistjörnur“, B vera „hlutir sem hreyfast eftir sporbaugum í kringum sól með sól í öðrum brennipunkti“ og skiptum nafninu „Sókrates“ út fyrir „Úranus“, þá er útkoman afleiðslu-lögmálsskýringin að ofan. Sú skýring er mjög einföld, það er reyndar ekki hægt að hugsa sér einfaldari afleiðslu-lögmáls skýringu:

við höfum tvær forsendur, önnur er almennt lögmál en hin skilyrðissetning, og svo niðurstöðu.

Afleiðslu lögmálsskýringar eru gjarnan mun flóknari. Hempel tekur dæmi af skýringu Deweys á því hvers vegna það myndast sápukúlur undan barmi glerskála sem hafa verið í heitu sápuvatni og er svo hvolfst á disk. Þar verða skilyrðissetningarnar mun fleiri.

Skálarnar höfðu verið í sápuvatni sem var talsvert heitara en loftið í kring.  
Skálunum var hvolfst á disk þar sem sápuvatn hafði safnast fyrir.

...

Lögmálssetningar myndu svo innihalda:

Gaslögmálið:  $PV=nRT$  ([P=Þrýstingur], [V=Rúmmál], [nR=Fasti], [T=Hití])

Lögmál um varmaskipti.

Lögmál um þaneiginleika sápukúlna.

...

Hugmynd Hempels er svo að þegar öllu þessu er til skila haldið getum við sett saman afleiðslu-lögmálsskýringu þar sem niðurstaðan er eitthvað á þessa leið:

Þegar skálunum er hvolfst á diskinn myndast sápukúlur undan barmi skálanna sem síðan hjaðna aftur.

Við sjáum strax að afleiðslu-lögmálsskýring af svo einföldum atburði getur orðið næsta flókin. Ef við þyrftum að útskýra þetta fyrir einhverjum, þá myndum við ekki eltast við öll þau smáatriði sem eru nauðsynleg fyrir fullburða afleiðslu-lögmálsskýringu. Hempel kannast vel við þetta, en segir að hugmynd hans um afleiðslu-lögmálsskýringu sé einhverskonar fræðileg fyrirmynd sem við getum leitast við að líkja eftir, og dags daglega sé ekkert við það að athuga þótt við látum okkur nægja ófullkomnar skýringar.

### *Tilleiðsluskýringar*

Í afleiðslu-lögmálsskýringum er lögmálsyrðingin ströng alhæfing; hún segir að allt sé á tiltekinn veg. Hér er ekki pláss fyrir neinar undantekningar, undantekningin afsannar regluna. Við höfum hins vegar mjög oft almennar reglur sem eru ekki strangar alhæfingar. Við getum tekið sem dæmi alhæfingar í lækisfræði þar sem segir að taki sjúklingur tiltekið lyf þá séu miklar líkur á að sjúkdómurinn sem hann er haldinn hjaðni. En hvað ef sjúkdómurinn hjaðnar ekki? Þá dregur læknirinn alhæfinguna ekki til baka, hann kannast vel við að alhæfingin segir bara að það séu miklar líkur á að sjúkdómurinn hjaðni, ekki að hann hjaðni undantekningarlaust.



Lítum á eftirfarandi dæmi. Jón færir heymæðikast. Læknir gefur honum 8 mg af klór-trímétóni. Jóni batnar kastið. Hér virðist eðlilegt að skýra þá staðreynd að Jóni batnar með því að vísa til alhæfingarinnar:

Yfirleitt þegar menn fá heymæðikast og eru gefin 8 mg af klór-trímétóni, þá batnar þeim.

Viðeigandi lögmálsskýring gæti þá litið svona út:

- |       |  |
|-------|--|
| F1    | Yfirleitt þegar menn fá heymæðikast og eru gefin 8 mg af klór-trímétóni, þá batnar þeim. |
| F2    | Jón fékk heymæðikast og voru gefin 8 mg af klór-trímétóni.                               |
| <hr/> |  |
| N     | Jóni batnaði heymæðikastið.  |

Hér höfum við tvær forsendur og eina niðurstöðu, og önnur forsendan er lögmálsyrðing en hin er skilyrðissetning. Að því leyti er þessi skýring alveg eins og afleiðslu-lögmálsskýringarnar sem við höfum þegar fjallað um. En það er eitt sem gerir þessa skýringu frábrugðna afleiðslu-lögmálsskýringum. Forsendurnar gætu verið sannar en niðurstaðan ósönn. Niðurstöðuna leiðir ekki af forsendunum með ströngum afleiðsluhætti. Forsendurnar gera niðurstöðuna ekki óhjákvæmilega heldur aðeins mjög líklega.

Í afleiðslu-lögmálsskýringu er skrefið frá forsendum til niðurstöðu *afleiðsla*, í tilleiðslu-skýringu er skrefið frá forsendum til niðurstöðu *tilleiðsla*. Munurinn á afleiðslu og tilleiðslu er í stórum dráttum þrennskonar.

- (1) Í afleiðslu segir niðurstaðan á vissan hátt ekkert meira en forsendurnar hafa þegar sagt. Við segjum að afleiðsla sé útvíkkandi. Í tilleiðslu segir niðurstaðan hins vegar eitthvað meira en er þegar fólgið í forsendunum. Tilleiðsla er útvíkkandi.
- (2) Í afleiðslu er ómögulegt að forsendurnar séu allar sannar en niðurstaðan ósönn. Þetta þýðir að afleiðsla er *fullkomlega traust* ályktunaraðferð. Tilleiðsla er, á hinn bóginn, *ekki fullkomlega traust* ályktunaraðferð. Í tilleiðslu geta allar forsendurnar verið sannar, og niðurstaðan rökrétt framhald af þeim, og samt getur niðurstaðan verið ósönn.
- (3) Afleiðsla er ónæm fyrir viðbótum. Ef við byrjum með röksemdafærsluna

Allir menn eru dauðlegir  
Sókrates er maður

---

Sókrates er dauðlegur

og bætum við nýjum forsendum, þá verður niðurstaðan í nýju röksemdafærslunni rökrétt afleiðing af forsendunum. Það skiptir engu máli hvaða forsendum við bætum við, afleiðslan er ónæm fyrir viðbótum. Við segjum að afleiðsla sé *viðbótarónæm*.

Í tilleiðslu er þessu örðu vísi farið. Tökum sem dæmi röksemdafærsluna

Yfirleitt þegar menn fá heymæðikast og eru gefin 8 mg af klór-trímetoni, þá batnar þeim.

Jón fékk heymæðikast og var gefin 8 mg af klór-trímetoni.

---

Jóni batnaði heymæðikastið.

sem við segjum að sé gild tilleiðsla. Ef við bætum við forsendunni:

Jóni hefur áður verið gefið klór-trímeton við heymæði og það hefur ekki hjálpað

þá verður niðurstaðan ekki lengur gild tilleiðsluályktun. Við getum líka sagt að af forsendunum:

Yfirleitt þegar menn fá heymæðikast og eru gefin 8 mg af klór-trímetoni, þá batnar þeim,

Jón fékk heymæðikast og voru gefin 8 mg af klór-trímetoni,

Jóni hefur áður verið gefið klór-trímeton við heymæði og það hefur ekki hjálpað,

er ekki leyfilegt að álykta að úr því að Jón hafi fengið 8 mg af klór-trímetoni, þá muni honum batna heymæðikastið.

### *Skýringar í sagnfræði og skýringar í krafti ástæðna*

Í sagnfræði felst skýring oft í því að sýna hvernig tiltekinn atburður sem við viljum skýra, þ.e. skýringarefnið, sé afleiðing af atburðum sem á undan eru gengnir. Stundum segja menn að skýringin sé fólgin í því að sýna fram á einhverskonar samfellu í framvindu sögunnar. En eru slíkar skýringar lögmálsskýringar? Hempel telur að svo sé.

Einber upptalning á atburðum er aldrei skýring. Ef við viljum skýra tiltekinn atburð er ekki nóg að telja upp undangengna atburði, ekki einu sinni þá undangengnu atburði sem skipta máli. Til þess að úr verði skýring þarf að leiða í ljós hvernig undangengnir atburðir *leiddu til* þess atburðar sem þarf að skýra. Það er til dæmis ekki nóg að telja upp þau dráp og grimdarverk sem gengu á Sturlungaöld til þess að skýra hvers vegna Íslendingar afsöluðu sér sjálfstæði til Noregskonungs árin 1262 og 1264. Það verðu að sýna hvernig undangengnir atburðir *leiddu til* sjálfstæðisafsalsins. En hvað er það þá umfram upptalninguna sem vantar til þess að úr geti orðið skýring?

Í „Science and Social Science“ segir Mikael Karlsson að söguleg skýring á atburði sé fólgin í því að lýsa röð atburða sem fara á undan atburðinum sem á að skýra þannig að líta megi á atburðinn sem *afleiðingu* af fyrri atburðum í krafti ætlana, skoðana, gildismats og

venja sem menn hafa. Trúverðugleiki slíkrar lýsingar reidir sig m.a. á almennar staðhæfingar svo sem „fólk getur viljað hætta lífi sína til að tryggja sér frelsi“, „reið manneskja á til að bregðast við með ofbeldi“ og „þjóð sem hefur verið ofurseld ofbeldi um nokkurt skeið er tilbúin að afsala sér sjálfstæði fyrir frið“. Þetta eru lögmálin sem gera það að verkum að skýringar í sagnfræði eru réttnefndar lögmálsskýringar.

Þessi lögmál eru vissulega talsvert ólík gaslögmálinu, eða þyngdarlögmálinu, eða þeirri alhæfingu að heymæði læknist við að taka klór-trímeton. En að því leyti sem við viljum vita í hverju skýring er fólgin, þá eiga þessar losaralegu alhæfingar að vera algerlega sambærilegar við áður nefnd lögmál.

Loks skulum við líta á skýringar á athöfnum í krafti ástæðna. Stundum viljum skýra athafnir sem skynsamlegar, þ.e. við viljum skýra það sem einhver gerir á þann hátt að það sé ljóst hvers vegna gerandinn gerði það sem hann í raun gerði og hvers vegna það var skynsamlegt af honum að gera það. Getum við felld slíkar skýringar að hugmyndum Hempels um lögmálsskýringar? Efasemdir þess efnis höfðu komið frá heimspekingi að nafni Dray.

Hugmynd Drays var að skýring á athöfn sem skynsamlegri fæli í sér að sýna að athöfnin var *viðeigandi í ljósi kringumstæðna* frekar en að sýna athöfnina sem *tilvik af almennu lögmáli*. Hugsum okkur að við viljum skýra hvers vegna maður A gerði athöfn X. Hugmynd Drays er þá að slík skýring líti einhvern veginn svona út.

A var í kringumstæðum af tegund C  
Í kringumstæðum af tegund C er viðeigandi að gera X

---

A gerði X

Hér er ekki nein vísun í almenn lögmál og því getur skýring, sem hefur þetta form, ekki talist lögmálsskýring í skilningi Hempels. En geta forsendurnar:

A var í kringumstæðum af tegund C  
Í kringumstæðum af tegund C er viðeigandi að gera X

skýrt hvers vegna A gerði X? Hempel segir þessar forsendur segi okkur að það hafi verið viðeigandi fyrir A að gera X, en að þær skýri ekki hvers vegna A gerði X. Það er jú vel þekkt að fólk gerir ekki alltaf það sem er viðeignadi að gera. Það sem vantar í skýringu Drays, að mati Hempels, er fyrst og fremst tvennt. Annars vegar skilyrðissetningin,

A hegðar sér skynsamlega

og hins vegar almenn staðhæfing um það hvernig skynsamt fólk hegðar sér,

Ef fólk sem hegðar sér skynsamlega er í kringumstæðum ... þá mun það yfirleitt gera ...

Skýring á því hvers vegna A gerði X mun því líta út eitthvað þessu líkt.

A var í kringumstæðum af tegund C

A hegðar sér skynsamlega

Ef fólk sem hegðar sér skynsamlega er í kringumstæðum C  
þá mun það yfirleitt gera X

---

A gerði X

En þessi skýring er einmitt lögmálsskýring í skilningi Hempels. Þriðja forsendan er einmitt lögmálsyrðing, hún segir almennt um fólk sem hegðar sér skynsamlega að það bregðist við tilteknum kringumstæðum á tiltekinn hátt. Fyrri forsendurnar tvær eru skilyrðissetningar og niðurstöðuna leiðir af forsendunum með tilleiðsluhætti.

### Lögmálsskýringar og orsakaskýringar

Hugmynd Hempels um vísindalegar skýringar, þ.e. lögmálsskýringar, er í grunnatriðum tiltölulega einföld. Lögmálsskýring er röksemdafærsla, ýmist afleiðsla eða tilleiðsla, sem sýnir að búast mátti við skýringarefninu í ljósi forsendna skýringarinnar. Meðal forsendnanna þarf að vera minnst eitt lögmál, ýmist ströng alhæfing eins og „Allir menn eru dauðlegir“ eða tölfræðileg alhæfing eins og „Flest börn sem umgangast mislingasjúklinga fá sjálf mislinga“. Auk þess þarf að vera að minnsta kosti ein skilyrðissetning þannig að skýringarefnið leiði af forsendunum. Þetta líkan á að fanga þá hversdagslegu hugmynd að við skýrum gang tilverunnar með því að fella hann undir almenn lögmál.

En hugmyndin er ekki bara tiltölulega einföld, hún virtist líka vera ótrúlega öflug. Í höndunum á Hempel varð hugmyndin um lögmálsskýringar að líkani fyrir skýringar í mörgum og mjög ólíkum fræðigreinum: eðlisfræði, stjörnufræði, sagnfræði og sálfræði. En hversu sannfærandi eru hugmyndir og rök Hempels?

Það er tvennt sem við skulum staldra við. Í fyrra lagi þá virðast hugmyndir Hempels um lögmálsskýringar gera ráð fyrir því að *skýringargildi* og *forspárgildi* fari saman. Í seinna lagi tekur líkan Hempels ekkert tillit til *orsaka*, en það virðist eðlilegt að gera ráð fyrir því að það að skýra atburð feli í sér að segja *hvers vegna* atburðurinn gerðist, og að fullnægjandi svar við *hvers vegna* spurningu verði að tilgreina orsakir. Þessi tvö atriði eru raunar náskyld.

### Forspárgildi

Í greininni „Explanations in science and history“ segir Carl Hempel:

Líta má á þessa greinargerð fyrir skýringum sem röksemdafærslu þess efnis að búast mátti við atvikinu sem á að skýra á grundvelli tiltekinna skýrandi staðreynda. (bls. 10)

Hér virðist Hempel gera ráð fyrir því að það séu nán tengsl milli þess að skýra eitthvað og þess að geta spáð fyrir um eitthvað eða geta búist við einhverju. En lítum á eftirfarandi röksemdafærslu.

Alltaf þegar loftvogin fellur fer að rigna stuttu síðar.  
Loftvogin féll í gær.

---

Það fór að rigna í dag.

Samkvæmt hugmyndum Hempels er þetta dæmi um afleiðslu-lögmálsskýringu. Fyrri forsendan er lögmálsyrðing, seinni forsendan er skilyrðissetning og niðurstaðan er rökfræðileg afleiðing af forsendunum. Forsendurnar gera okkur einnig kleift að spá fyrir um veðrið; í gær þegar loftvogin féll gátum við spáð fyrir um að það myndi rigna í dag.

En er þetta góð skýring? Ef einhver spyr í dag: Hvers vegna er rigning? Þá svörum við ekki: Vegna þess að loftvogin féll í gær. Loftvogir skýra ekki veðrabreytingar þótt þær geti gert okkur kleift að segja fyrir um veðrabreytingar. Til að skýra hvers vegna það er rigning þyrftum við að segja eitthvað um skýin og hitastigið í háloftunum. Það sem vantar í röksemdafærsluna að ofan, til þess að hún geti talist skýra *hvers vegna* það fór að rigna, er eitthvað um *orsakir* rigningar.

### Orsakir og skýringar

Alhæfingin „Alltaf þegar loftvogin fellur fer að rigna stuttu síðar“ lætur ekki í ljós orsakalögmál. Alhæfingin lýsir ekki orsökum, þ.e. fall loftvogarinnar er ekki orsök rigningarinnar, né heldur er rigningin orsök þess að loftvogin fellur. Þessir atburðir eiga kannski sameiginlega orsök og því er alhæfingin sönn vegna tiltekinna orsakavensla. En eftir stendur að alhæfingin sjálf lýsir ekki orsakalögmáli.

Tökum nú annað dæmi um alhæfingu. „Allir sem eiga heima á Rekagrandu 5 eru íslenskir ríkisborgarar“. Þessi alhæfing gæti til dæmis komið fyrir í röksemdafærslu eins og þessari

Allir sem eiga heima á Rekagrandu 5 eru íslenskir ríkisborgarar  
Jón á heima á Rekagrandu 5.

---

Jón er íslenskur ríkisborgari.

Þessi röksemdafærsla er svipuð röksemdafærslunni um fall loftvogarinnar og rigninguna að því leyti að (i) við höfum eina alhæfingu meðal forsendnanna, (ii) við höfum eina skilyrðissetningu meðal forsendnanna, (iii) niðurstöðuna leiðir af forsendunum með afleiðsluhætti, en (iv) samt getur þetta ekki talist skýring á því að Jón skuli vera íslenskur ríkisborgari.

Alhæfingin „Allir sem búa á Rekagrandu 5 eru íslenskir ríkisborgarar“ lýsir ekki orsakalögmáli. Að því leyti er alhæfingin um íbúana á Rekagrandu 5 sambærileg við alhæfinguna um fall loftvogarinnar og rigninguna. En þessar alhæfingar eru ólíkar að öðru leyti. Alhæfingin um loftvogina gerir okkur kleift að spá fyrir um veðrið, en alhæfingin um íbúana á Rekagrandu 5 gerir okkur ekki kleift að spá fyrir um þjóðerni þeirra sem gætu flutt þangað í framtíðinni. Ástæðan er sú að alhæfingin „Allir sem búa á Rekagrandu 5 eru íslenskir ríkisborgarar“ er tilviljunarkennd alhæfing, en alhæfingin „Alltaf þegar loftvugin fellur ákveðið fer að rigna stuttu síðar“ er ekki tilviljunarkennd þótt hún lýsi ekki orsakalögmáli.

En lítum nú á dæmigert vísindalögmál, gaslögmálið, sem ég nefndi að ofan í tengslum við vangaveltur Deweys um sápukúlur. Lögmálið er stundum nefnt eftir Róbert Boyle sem setti það fram á 17. öld. Í kennslubókum í efna- og eðlisfræði er lögmálið sett fram sem einföld jafna

$$PV = nRT$$

þar sem 'P' stendur fyrir þrýsting, 'V' fyrir rúmmál, 'n' vísar til fjölda gassameinda, 'R' er tiltekinn fasti og 'T' stendur fyrir hitastig. Út úr þessari jöfnu getum við lesið að ef hitastigið hækkar í tilteknu magni af gasi á meðan rúmmálinu er haldið föstu, þá vex þrýstingurinn. Hér höfum við ekki einungis alhæfingu:

Alltaf þegar hitastig hækkar í tilteknu magni af gasi á meðan rúmmálinu er haldið föstu, þá vex þrýstingurinn,

heldur er þetta alhæfing sem lýsir orsakalögmáli. Svona alhæfing getur náttúrlega komið fyrir í lögmálsskýringu. Segjum að við höfum gasmagn G í lokaðri krukku sem við síðan hitum upp. Við viljum skýra hvers vegna þrýstingurinn inni í krukkanni vex. Skýringin getur þá verið eitthvað á þessa leið.

- F1 Alltaf þegar hitastig hækkar í tilteknu magni af gasi á meðan rúmmálinu er haldið föstu, þá vex þrýstingurinn
- F2 Hitastigið í gasmagni G hækkaði á meðan rúmmálinu var haldið föstu.
- 
- N Þrýstingurinn í G hækkaði.

Hér höfum við dæmigerða afleiðslu-lögmálskýringu á því hvers vegna þrýstingurinn í G hækkaði. En það er ekki nóg með að við höfum afleiðslu-lögmálskýringu á þessum atburði, skýringin segir okkur líka hvers vegna þrýstingurinn í G hækkaði. Skýringin segir okkur hvað olli þrýstingshækkuninni. Og ástæðan fyrir því að skýringin segir okkur hvers vegna þrýstingurinn hækkaði er sú að lögmálsyrðingin lýsir orsakalögmáli.

Hempel segir á einum stað að lögmál eins og gaslögmálið geti ekki talist orsakalögmál vegna þess að það segir til um hvernig ein stærð veltur á annarri stærð á sama tíma. Þar sem orsök verður að gerast á undan afleiðingu verður orsakalögmál að fjalla um atvik sem gerast á *ólíkum tíma* en ekki um stærðir sem tengjast á *sama tíma*. Ég held hins vegar að það geti farið saman að lögmál eins og gaslögmálið, sem tengir saman stærðir á sama tíma, geti talist orsakalögmál og að orsök fari alltaf á undan afleiðingu.

Við vísum í gaslögmálið til að skýra hvers vegna tiltekið atvik átti sér stað, nefnilega að þrýstingur í tilteknu magni af gasi hækkaði, með því að vísa í annað atvik, nefnilega að hitastigið hækkaði. Við segjum að hækkandi hiti valdi auknum þrýstingi þar sem magn og rúmmál breytast ekki.

Við gætum hins vegar einnig notað gaslögmálið og skilyrðissetningar sem segja til um hvernig hiti og þrýstingur breyttust á meðan rúmmálið hélst óbreytt til þess að leiða út þá niðurstöðu að gasmagnið hélst óbreytt. Við getum búið til eftirfarandi röksemdafærslu:

- F1  $PV=nRT$   
 F2 Hitinn hækkaði úr X gráðum í Y gráður  
 F3 Þrýstingurinn hækkaði um Z Pascöl  
 F4 Rúmmálið hélst óbreytt

---

N Gasmagnið hélst óbreytt

Þetta er ekki orsakaskýring á því að gasmagnið hélst óbreytt. Þetta er í raun engin skýring á því að gasmagnið hélst óbreytt. Skýring á því að gasmagnið hélst óbreytt ætti að vísa til þess að lokið var þétt skrúfað á krukkuna sem gasið var í, að það áttu sér ekki stað nein efnahvörf í gasinu sem breyttu gasmagninu, o.s.frv.

Við höfum því tvær röksemdafærslur þar sem sama almenna lögmálið kemur fyrir og þar sem eini munurinn er sá að það sem er skilyrðissetning í annarri röksemdafærslunni er niðurstaða í hinni. Og við viljum segja að önnur röksemdafærslan sé réttnefnd orsaka-

skýring en að hin sé ekki skýring yfirleitt. Þetta kann að koma okkur á óvart. En rifjum þá upp hugmyndir Aristótelesar um röksemdafærslur sem veita þekkingu á staðreynd annars vegar og röksemdafærslur sem veita þekkingu á orsök hins vegar. Annars vegar höfum við röksemdafærsluna

Stjörnur sem blikka eru langt í burtu, þær sem blikka ekki eru nálægar  
Reikistjörnurnar blikka ekki

---

Reikistjörnurnar eru nálægar

Þessi röksemdafærsla veitir okkur þekkingu á staðreynd, en ekki orsök. Og það er ekki hægt að segja að þessi röksemdafærsla feli í sér skýringu á því að reikistjörnurnar skuli vera nálægar. En ef við víxlum skilyrðissetningunni „Reikistjörnurnar blikka ekki“ og niðurstöðunni „Reikistjörnurnar eru nálægar“, þá er niðurstaðan röksemdafærsla sem veitir okkur þekkingu á orsök.

Stjörnur sem blikka eru langt í burtu, þær sem blikka ekki eru nálægar  
Reikistjörnurnar eru nálægar

---

Reikistjörnurnar blikka ekki

g þessi röksemdafærsla segir okkur hvers vegna reikistjörnurnar blikka ekki, þ.e. hún er réttnefnd skýring.



## 7. Vísindalögmál

[Almennt um lögmál]

Við höfum séð þrennskonar strangar alhæfingar: Í fyrsta lagi tilviljunarkenndu alhæfinguna

Allir sem eiga heima á Rekagrandu 5 eru íslenskir ríkisborgarar.

Í öðru lagi reynslubundnu alhæfinguna

Alltaf þegar loftvogin fellur fer að rigna stuttu síðar.

Og loks orsakalögmálsyrðinguna

Alltaf þegar hitastig hækkar í tilteknu magni af gasi á meðan rúmmálinu er haldið föstu, þá vex þrýstingurinn.

Tilviljunarkenndar alhæfingar gagnast hvorki við skýringar né til að spá fyrir um atburði. Við köllum slíkar alhæfingar ekki lögmálsyrðingar. Reynslubundnu alhæfingarnar geta talist lögmálsyrðingar, enda eru ýmsar alhæfingar sem við köllum gjarnan vísindaleg lögmál einmitt slíkar alhæfingar, t.d. lögmál Keplers um gang reikistjarnanna. Við getum notað þær til að spá fyrir um atburði, en þær skýra ekki þá atburði eða reglufestu sem fellur undir þær. Lögmál Keplers skýrir ekki hvers vegna reikistjörnurnar hreyfast eins og þær í raun gera, en við getum notað það til að segja fyrir um braut Úranusar á himinhvelinu.

Loks höfum við alhæfingar sem láta í ljósi orsakatengsl. Við köllum slíkar alhæfingar orsakalögmálsyrðingar. Slíkar alhæfingar getum við bæði notað til að spá fyrir um atburði og til að skýra atburði. En hvernig vitum við hvort alhæfing er tilviljunarkennd, hvort hún er reynslubundin alhæfing eða hvort hún er orsakalögmálsyrðing? Við getum ekki greint alhæfingar í þessa þrjá flokka eftir því hvernig þær líta út. Formlega séð eru þær allar eins, þær eru allar á forminu

Allir A eru B,

ef um strangar alhæfingar er að ræða, eða

Flest A eru B, (eða X% af A eru B)

ef um tölfraðilegar alhæfingar er að ræða.

Til að greina tilviljunarkenndar alhæfingar frá lögmálsyrðingum höfum við að minnsta kosti þrennskonar atriði til að styðjast við.

Í fyrsta lagi heilbrigða skynsemi. Við sjáum í hendi okkar að alhæfingin um íbúana á Rekagranda 5 er tilviljunarkennd. Það er ekkert lögmál að allir sem búa í tilteknu húsi í vesturbænum séu íslenskir. Þessi mælikvarði er að vísu mjög óljós.

Í öðru lagi staðfestist tilviljunarkennd alhæfing ekki af raundæmum sem falla undir hana. Ef við rekumst á íbúa á Rekagranda 5 og komumst að því að hann er íslenskur ríkisborgari, þá virðist það ekki styðja þá alhæfingu að allir sem þar búa séu íslenskir ríkisborgarar. Og jafnvel þótt við komumst að því að allir sem núna búa á Rekagranda 5 eða hafa nokkurn tímann búið þar, eru íslenskir ríkisborgarar, þá styður það ekki alhæfinguna vegna þess að það segir okkur ekkert um þá sem gætu átt eftir að eiga heima þar.

Við þurfum hins vegar ekki að athuga nema nokkur tilvik þar sem rúmmál tiltekins gasmagns er minnkað og hitastiginu haldið óbreytt, til þess að álykta að alltaf þegar slíkt á sér stað hækkar þrýstingurinn. Þegar Róbert Boyle var að rannsaka samband loftþrýstings og rúmmáls hafði hann mjög ófullkomin tæki til að búa til lofttæmi. Tækið samanstóð af glerkúlu, þar sem komið var fyrir loftvog, og leðurfóðruðum hólki sem í var bulla sem hægt var að tosa út. Þegar togað var í bulluna jókst rúmmálið og loftþrýstingurinn minnkaði. Reyndar var bullan ekki alminnilega þétt, og það var líka ónákvæmt hversu mikið rúmmálið jókst þegar togað var í bulluna. En þrátt fyrir þessa ónákvæmni drógu Boyle og Hooke aðstoðarmaður hans þá ályktun að við venjulegar kringumstæður gildi að ef maður tvöfaldar rúmmálið og heldur hitastiginu föstu, þá helmingar maður þrýstinginn.

Í þriðja lagi tengjast tilviljunarkenndar alhæfingar staðleysustaðhæfingum á annan veg en lögmálsyrðingar gera. Staðleysustaðhæfing er staðhæfing um eitthvað sem er ekki tilfellið, t.d.: „Ef ég væri tveggja metra hár, þá væri ég körfuboltaleikmaður“. Ég er hins vegar ekki tveggja metra hár, og því lýsir forliður setningarinnar einhverju sem ekki er tilfellið. Nú getum við spurt: Hvenær getum við vitað hvort svona staðleysustaðhæfingar eru sannar eða ósannar? Lítum á setninguna „Hefði David Bowie búið á Rekagranda 5 væri hann íslenskur ríkisborgari“. Er þessi setning sönn eða ósönn? Jafnvel þótt alhæfingin “Allir sem búa á Rekagranda 5 eru íslenskir ríkisborgarar” sé sönn, þá segir hún okkur ekkert um hvaða ríkisborgararétt David Bowie myndi hafa ef hann hefði ákveðið að setjast þar að. Kannski hefði hann bara haldið sínum breska ríkisborgararétti og þar með gert alhæfinguna ósanna.

En hvað með setninguna “Ef hitastigið í þessu magni af gasi hefði hækkað og rúmmálið haldist óbreytt, þá hefði þrýstingurinn aukist”? Við segjum að þessi setning sé sönn, og við segjum líka að hún sé sönn vegna þess að lögmálsyrðingin

Alltaf þegar hitastig hækkar í tilteknu magni af gasi á meðan rúmmálinu er haldið föstu, þá vex þrýstingurinn

er sönn. Við segjum að lögmálsyrðingin styðji staðleysustaðhæfinguna. Tilviljunarkenndar alhæfingar styðja hins vegar ekki staðleysustaðhæfingar.