




Úvod do metodológie vied



Mária Bednáríková
Edícia kognitívne štúdia
fftu



Úvod do metodológie vied



Mária Bednáriková
Edícia kognitívne štúdia
fftu

Recenzenti

Doc. Mgr. et Mgr. Andrej Démuth, PhD.
Mgr. Ing. Michal Kutáš, PhD.

Edičná rada

Doc. Andrej Démuth, Trnavská univerzita
Prof. Josef Dolista, Trnavská univerzita
Prof. Silvia Gáliková, Trnavská univerzita
Prof. Peter Gärdenfors, Lunds Universitet
Dr. Richard Gray, Cardiff University
Doc. Marek Petrů, Univerzita Palackého, Olomouc
Dr. Adrián Slavkovský, Trnavská univerzita

Vydanie tejto vysokoškolskej učebnice vzniklo v rámci riešenia projektu *Inovatívne formy vzdelávania v transformujúcom sa univerzitnom vzdelávaní* (ITMS kód projektu 26110230028) – Príprava študijného programu *Kognitívne štúdiá*, ktorý podporila Európska únia prostredníctvom Európskeho sociálneho fondu a MŠVV SR v rámci Operačného programu vzdelávanie. Text vznikol v Centre kognitívnych štúdií na Katedre filozofie Filozofickej fakulty v Trnave.

fftu

© Mária Bednáriková, 2013
© Filozofická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave, 2013
ISBN 978-80-8082-620-8

Obsah

	Úvod	9
1.	Všeobecné vymedzenia vedy	11
1.1	Úvod	11
1.2	Základné charakteristiky vedy a vedeckého myslenia	12
1.3	Problém vedeckého realizmu	15
1.4	Odporúčaná literatúra	17
2.	Vedecká explanácia	18
2.1	Úvod	18
2.2	Deduktívno-nomologický model	19
2.3	Vedecké zákony	20
2.4	Alternatívne explanačné modely	23
2.5	Odporúčaná literatúra	24
3.	Vedecké teórie	26
3.1	Úvod	26
3.2	Štruktúra vedeckých teórií	27
3.3	Kritériá platnosti vedeckých teórií	29
3.4	Problém interteoretickej redukcie	30
3.5	Odporúčaná literatúra	32

4.	Deduktívno–hypotetická metóda inferencie a problém konfirmácie vedeckej hypotézy	33	9.	Vedecká predikcia	66
4.1	Úvod	33	9.1	Úvod	66
4.2	Deduktívno-hypotetická metóda	33	9.2	Predikcia a problém kauzality	67
4.3	Kritika H-D metódy a jej alternatívy	36	9.3	Probabilistické predikcie a problém pravdepodobnosti	71
4.4	Odporúčaná literatúra	39	9.4	Odporúčaná literatúra	72
5.	Idealizácia a abstrakcia vo vedeckom poznávaní	40	10.	Vedecké experimenty	73
5.1	Úvod	40	10.1	Úvod	73
5.2	Abstrakcia a abstraktné entity	41	10.2	Epistemologická povaha vedeckého experimentu .	74
5.3	Idealizácia	43	10.3	Metódy na eliminovanie chýb v pokusoch	76
5.4	Odporúčaná literatúra	46	10.4	Spôsoby posudzovania validity experimentálnych výsledkov	78
6.	Modely a analógie	47	10.5	Odporúčaná literatúra	79
6.1	Úvod	47	11.	Empirické výskumy v sociálnych vedách	80
6.2	Modely a ich druhy	47	11.1	Úvod	80
6.3	Analógie	49	11.2	Špecifické postavenie sociálnych vied	81
6.4	Modely a metafory	51	11.3	Problém kvalitatívnych a kvantitatívnych metód v sociálnych vedách	82
6.5	Odporúčaná literatúra	52	11.4	Štruktúra a charakteristiky empirických výskumov	84
7.	Reduktívna metóda	53	11.5	Odporúčaná literatúra	87
7.1	Úvod	53		Terminologický slovník	88
7.2	Proces unifikácie a problém jednoty vedy	54		Bibliografia	90
7.3	Redukcia a eliminácia	56			
7.4	Odporúčaná literatúra	58			
8.	Pozorovanie	59			
8.1	Úvod	59			
8.2	Problém faktov	60			
8.3	Problém pozorovania v teórii kvantovej fyziky	62			
8.4	Vzťah teórie a pozorovania a problém nesúmerateľnosti	64			
8.5	Odporúčaná literatúra	65			

Úvod

Filozofická reflexia metodológie vedy sa sústreďuje na problém povahy vedy, problém metódy vedy a problém vedeckého myslenia. Vedecká racionalita je charakterizovaná svojim zovšeobecňujúcim prístupom, ktorý nevychádza z jednotlivého subjektívneho prežívania, ale z intersubjektívne opakovateľnej a komunikovateľnej skúsenosti. Tá predstavuje základnú bázu dát (faktov), ktoré sa ďalej skúmajú a vysvetľujú presne vymedzenou metódou (exaktnou postupnosťou krokov).

Napísať úvod do metodológie vedy je, vzhľadom na obrovskú metodologickú diverzitu rôznych vedeckých disciplín, takmer nespĺniteľná úloha. Preto je potrebné zamerať sa na určitý aspekt, vlastnú perspektívu, z ktorej by sme mohli metodologickú problematiku analyzovať. V predkladanom texte sme sa zamerali predovšetkým na tzv. *všeobecné vedecké metódy*, ktoré súvisia s vyššími kognitívnymi procesmi ako sú generalizácia, abstrakcia, idealizácia, dedukcia, indukcia, analógia, analýza, syntéza a iné. Tieto myšlienkové postupy sa totiž nevyhnutne využívajú v rámci metodológie všetkých vedeckých odborov, pretože priamo podmieňujú možnosť vedeckej explanácie pozorovaných fenoménov, tvorbu hypotéz, inferencií, teórií, vytváranie rôznych typov modelov a experimentov, formulovanie dôkazov (konfirmovanie hypotéz) či odvodzovanie teoretických predikcií. Z tejto perspektívy členíme aj jednotlivé kapitoly Úvodu do metodológie vedy, počnúc základným všeobecným vymedzením fenoménu vedy a vedeckej metódy a končiac konkretizáciou vedeckých postupov v rámci výskumu v sociálnych vedách.

Uvedené metódy predstavujú spoločnú metodologickú platformu, na základe ktorej je možné budovať, v súčasnosti veľmi dôležité, interdisciplinárne skúmania (napríklad kognitívne vedy). Základom týchto interdisciplinárnych prístupov, spájajúcich rôzne druhy formálnych, prírodných, humanitných či sociálnych vied, je postup od (1) pozorovania a opisu javu alebo skupiny javov, cez (2) formulovanie testovateľných hypotéz, ktoré majú vysvetliť zistený jav na základe princípu kauzality, k (3) overovaniu platnosti hypotézy (najmä na základe jej prediktívnej sily) a (5) jej prípadnému začleneniu do systému ostatných potvrdených predpokladov a všeobecných zákonov.

Základným cieľom vedeckého poznávania sveta je podať explanačnú súboru súvisiacich pozorovaní udalostí, založenú na potvrdenej hypotéze a viacnásobne verifikovanú nezávislými skupinami výskumníkov.

1. Všeobecné vymedzenia vedy

Kľúčové slová: *veda, vedecké poznanie, vedecká metóda, vedecký realizmus*

1.1 Úvod

Vedecká metóda by sama o sebe nikam nevedla, dokonca by ani nevznikla bez zanieteneho úsilia o jasné porozumenie.

A. Einstein

Fenomén vedy a vedeckého poznávania je veľmi ťažko všeobecne opísateľný a ešte ťažšie vysvetliteľný. Isté je však to, že vedecké poznávanie skutočnosti zaznamenáva v súčasnej spoločnosti značné úspechy a je zdrojom mnohých odvážnych očakávaní. Základom efektivity vedeckej racionality je exaktnosť metód, s ktorými sa spája. Na metódu ako na jeden zo základných problémov filozofie poukázal už v 17. storočí René Descartes. Svoju pozornosť zameral najskôr na štúdium metód logiky, algebry a geometrie. Na ich základe sa pokúsil stanoviť štyri základné pravidlá novej univerzálnej metódy. Prvé súviselo s nutnosťou evidencie pri prijímaní tvrdení o stave vecí — dôležitá je jasnosť a zreteľnosť týchto výrokov. Druhé pravidlo stanovuje nutnosť analýzy (rozboru) skúmaných problémov. Tretie pravidlo určuje postupnosť od jednoduchého

a najľahšie spoznatelného k zložitejšiemu a menej zreteľnému. Posledné pravidlo sa vzťahuje na uvádzanie úplných výpočtov a prehľadov analýz tak, aby sme si mohli byť istí, že sme na nič nezabudli (Descartes 1992). Rovnako aj metodológia dnešnej vedy (aj keď je nanajvýš problematrické hovoriť o metóde vedy ako celku) je primárne založená na požiadavke jasnosti, uchopiteľnosti, na evidencii a na hierarchickom postupe od jednoduchého k zložitému. Explikácia týchto pojmov, ktorá je predmetom filozofie a metodológie vedy, je však veľmi náročná.

Filozofická analýza metodológie vedy je primárne deduktívnou „metavedou“, ktorá skúma vedu z hľadiska jej štruktúry a metód, rozoberá povahu vedeckej explanácie, spôsoby vedeckej klasifikácie a systematizácie skutočnosti, možnosti a hranice vedeckej objektivity a evidencie vedeckých poznatkov.

1.2 Základné charakteristiky vedy a vedeckého myslenia

Základným problémom metodológie vedy je problém povahy vedy, problém metódy vedy a problém vedeckého myslenia. Povaha vedy je predmetom mnohých filozofických úvah. S vedeckým myslením sa spája istý druh spoľahlivosti. Táto spoľahlivosť je garantovaná špecifickou metódou, ktorú veda využíva. Veda je väčšinou charakterizovaná ako systém poznatkov zobrazujúci zákonitosti objektívnej skutočnosti a slúžiaci na vysvetlenie, predvídanie a premenu skutočnosti.

K hlavným znakom vedy ako systému poznatkov patria:

— vedecká metóda – empirický proces objavu a demonštrácie nevyhnutný pre vedecké skúmanie. Väčšinou zahŕňa pozorovanie fenoménu, formulovanie hypotézy o pozorovanom fenoméne, súbor experimentov, ktorý potvrdí či vyvráti stanovené hypotézy, a formulovanie záverov, ktoré potvrdzujú, falzifikujú či modifikujú

hypotézu. Vedci využívajú vedeckú metódu na hľadanie vzťahov príčiny a účinku v prírode. Postupujú podľa princípu pozorovanie – predikcia – testovanie – generalizácia;

— štruktúra – presne stanovené vnútorné väzby a stavba;

— jazyk – exaktná vyjadrovacia sústava;

— kritické myslenie – vedecké poznanie podlieha neustálemu procesu falzifikácie, formulovanie záverov vo forme zákonov, ktoré majú (pri presne stanovených kritériách platnosti) všeobecnú platnosť;

Teoretické vedecké poznanie má:

— všeobecný charakter,

— systematickú povahu,

— explanačnú funkciu,

— prediktívnu funkciu,

— kritický charakter,

— objektívny charakter (splňa podmienku intersubjektívnej overiteľnosti a dokázateľnosti),

— exaktný charakter,

— a prechádza vývojom.

Vedecká racionalita je teda charakterizovaná svojím zovšeobecňujúcim prístupom, ktorý nevychádza z jednotlivého subjektívneho prežívania, ale z intersubjektívne opakovateľnej skúsenosti. Tá predstavuje základnú bázu empirických dát, ktoré sa ďalej skúmajú a vysvetľujú presne vymedzenou exaktnou metódou (často využívajúcou matematické opisy). Ďalším znakom vedeckej racionality je úsilie o vytváranie systémovej jednoty. V tomto zmysle je jedným z prvých vedcov Aristoteles, ktorý rozvinul klasifikáciu poznatkov a rozdelenie vied na vedy teoretické, praktické a formálne. Vedecké vysvetľovanie má teoreticko-explanačný charakter. Podstatou vedy nie je javy opísať, ale ich vysvetliť a tým zdôvodniť. Vedecké myslenie sa charakterizuje ako myšlienkový proces, ktorý sa uplatňuje vo vede a zahŕňa kognitívne procesy teoretického zovšeobecňovania, koncipovania experimentov, testovania hypotéz, interpretovania dát a vedeckého objavovania. Vedecké myslenie sa konštituuje na základe indukčných či deduktívnych operácií,

na princípoch analógie, abstrakcie, idealizácie. Vychádza z princípu deterministického usporiadania sveta, z princípu kauzality. Kauzalita je vzťah medzi dvoma časovo simultánnymi alebo následnými udalosťami, keď prvá udalosť (príčina) vyvoláva druhú udalosť (následok). V prípade kauzálneho vzťahu musí platiť, že keď sa vyskytne jeden jav, následne produkuje, privodí či determinuje druhý jav. Ak sa objaví istý jav, musí sa (nevyhnutne) objaviť aj druhý.

Vedecká explanácia je istý súbor výrokov, ktoré vysvetľujú existenciu alebo výskyt objektov, udalostí alebo stavu vecí. Medzi najčastejšie formy explanácie patria kauzálna explanácia, deduktívno-nomologická explanácia, ktorá znamená zahrnutie explananda (objektu vysvetľovania) do všeobecného tvrdenia, z ktorého môže byť odvodený pomocou deduktívneho argumentu (napríklad: „Všetky plyny pri zohrievaní expandujú.“, Tento plyn je zohrievaný, Tento plyn sa rozpína.) a štatistická explanácia, ktorá znamená zahrnutie explananda do všeobecného tvrdenia, ktoré je formulované na princípe indukcie (napríklad: „Väčšina ľudí, ktorí fajčia tabak, ochorie na rakovinu.“, Táto osoba fajčí tabak., Táto osoba ochorie na rakovinu.).

Vedecká metóda sa vo všeobecnosti opisuje v niekoľkých základných krokoch:

1. Pozorovanie a opis javu alebo skupiny javov.
2. Formulovanie hypotézy, ktorá má vysvetliť zistený opisovaný jav na základe princípu kauzality.
3. Platnosť hypotézy sa testuje rôznymi spôsobmi, pričom je dôležitá miera prediktívnej sily formulovanej hypotézy. Na základe predikcií hypotézy sa následne vytvárajú experimentálne testy (najmä v prípade prírodných vied), ktoré majú hypotézu buď potvrdiť (koroborovať) alebo vyvrátiť (falzifikovať).
4. V poslednom kroku sa viacnásobne potvrdená hypotéza začlení do systému ostatných potvrdených predpokladov a všeobecných zákonov vedeckých teórií. Vedecká teória je explanácia súboru súvisiacich pozorovaní alebo udalostí založená na potvrdenej hypotéze a viacnásobne verifikovaná nezávislými skupinami výskumníkov.

Takýto model vedeckého skúmania vychádza predovšetkým z princípu induktívneho odvodzovania. Indukcia je proces odvodzovania všeobecných princípov z jednotlivých faktov a prípadov. Spôsob argumentácie, ktorý postupuje od empirických premís k empirickým záverom, pričom závery nie sú priamo deduktívne odvoditeľné z týchto premís. Induktívne argumenty sú preto druhom rozširujúceho argumentu, v ktorom sa na základe princípu pravdepodobnosti odvodzuje viac, ako je obsiahnuté v jeho premiách. Premisy sú základom konklúzie, ale záver z nich nevyplýva nevyhnutne.

V najvšeobecnejšom zmysle môžeme vedy členiť podľa predmetu skúmania na vedy:

- reálne – prírodné, humanitné a spoločenské,
- formálne – matematicko-logické.

Reálne vedy sa tiež zvyknú deliť na:

- nomotetické – hľadajú všeobecné, kauzálne vysvetliteľné kvantitatívne zákony (najmä prírodné vedy);
- idiografické – opisujú jedinečné udalosti, napríklad vysvetľovanie historických udalostí, interpretácia textov (najmä humanitné vedy).

Podľa cieľa skúmania vedy rozdeľujeme na:

- teoretické (základné),
- praktické (aplikované).

1.3 Problém vedeckého realizmu

Na začiatku 20. storočia sa rozvíjal v rámci filozofie vedy novopozitivistický smer, ktorého hlavným záujmom je zdôvodnenie objektívneho charakteru vedeckých výpovedí o svete. Dôraz sa kládol najmä na metodologické podmienky možnosti objektívnej vedy, hľadalo sa kritérium jej spoľahlivosti a pravdivosti. Novopozitivistická paradigma bola založená na postulovaní primárne empirickej

povahy vedy, pričom základom vedeckej metodológie malo byť pozorovanie a experiment. Prvotným materiálom vedeckého skúmania boli pozorovateľné dáta formulované ako protokolárne vety (na spôsob laboratórnych protokolov). Tie mali spĺňať požiadavku objektivity (nezávislosti od subjektu, ktorý ich pozoruje) a mali sa stať kritériom pravdivosti ostatných vedeckých výpovedí. Protokolárne vety konštatujú fakty, ktoré predchádzajú akémukoľvek tvrdeniu o svete. Preto stoja na začiatku vedeckého skúmania. „Považujem to za značné zlepšenie metódy, že bádatelia, aby sa dostali k základom poznania, hľadali nie prvotné fakty, ale prvotné vety“ (Schlick 1968, 242). Kritérium pravdivosti poznania sa v ďalších fázach posúva z jednotlivých protokolárnych viet k vzájomnému vzťahu neprotirečivosti protokolárnych viet (posun od korešpondenčnej teórie pravdy k teórii koherencie). Pravdivosť poznania je daná vzájomnou zhodou protokolárnych viet. Každá jednotlivá protokolárna veta je korigovateľná.

Táto fáza konceptualizovania vedy a vedeckej metódy teda určila za základ tzv. *dané* (nem. das Gegebene). Na „dané“ je možné len poukázať, no nie je možné klásť si otázku o povahe jeho existencie. Táto otázka totiž nemá žiaden empirický význam a preto prekračuje hranice vedeckého vysvetľovania sveta. R. Carnap stanovuje za základné kritérium vedeckých výpovedí ich principiálnu verifikovateľnosť. Odvoláva sa na tzv. vnemové výroky (ang. *perceptive statements*), ktoré sú podmienkou možnosti verifikácie. Význam výrokov je priamo viazaný na možnosť dedukovať z tohto výroku vnemové výroky. Naproti tomu metafyzické výroky sa vzťahujú na skutočnosti, ktoré nie je možné redukovať na vnemové výroky. Sú to poznatky o niečom, čo je nad alebo za akoukoľvek skúsenosťou. Skúsenosť (v zmysle primárne empirickej skúsenosti) je teda kritériom významu, objektivity a podmienkou možnosti verifikácie. Kritériom vedeckého charakteru výrokov o svete je principiálna možnosť dedukovať z nich vnemové výroky. Otázka o reálnej existencii sveta je teda podľa Carnapa zbavená akéhokoľvek zmyslu, pretože je bez vzťahu k vnemovej skúsenosti. Vedecké

poznávanie sa vyčleňuje na pozadí metafyzických problémov, pričom zmysel a význam je viazaný na možnosť empirickej verifikácie. Metafyzické výroky majú len expresívnu funkciu podobne ako umenie. V skutočnosti však nič nereprezentujú, na nič sa nevzťahujú. Novopozitivisty sa odvolávajú na Humove myšlienky o principiálnej nedokázateľnosti faktu existencie, pričom jedinými predmetmi možného dokazovania sa tak stávajú kvantitatívne vzťahy.

V tejto súvislosti však vyvstáva otázka miery objektivity zmyslových dát ako akéhosi „surového materiálu“ vedeckej explikácie. Subjektívne aspekty zmyslovej skúsenosti, súvisiace s najrôznejšími zmyslovými klamami, deformáciou vnímania emocionálnymi stavmi, nesprávne uskutočnenými pozorovaniami a experimentmi. Podrobnejšia analýza empirického „daného“ prinajmenšom naštrbí pôvodnú istotu objektívneho charakteru vnímaného. Tejto téme sa budeme venovať v kapitole Pozorovanie.

V súčasnom chápaní vedy sa čoraz väčší dôraz kladie na tvorivú úlohu racionality pri utváraní hypotéz a vedeckých teórií, ktorá prekračuje hranice deskripcie pozorovaných javov. Od pasívneho zaznamenávania protokolárnych viet sa prechádza k aktívnemu formovaniu empirickej skúsenosti formou rôznych experimentov, prístrojov a výpočtovej techniky. Pre jazyk vedy je charakteristická exaktnosť, matematizácia a odborná terminológia.

1.4 Odporúčaná literatúra

- DESCARTES, R.: *Rozprava o metodě*. Praha: Svoboda 1992, s. 25 – 47.
- HOLYOAKK., J., MORRISONR., G. (eds.): *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning*. New York :Cambridge University Press 2005, s. 95 – 117.
- RUSSELL, B.: *Our Knowledge of The External World As A Field forScientific Method*. In: *Philosophy*. Chicago and London: The Open Court Publishing Company 1915.
- SCHLICK, M.: O základoch poznania. In: HRUŠOVSKÝ, I. (ed.): *Antológia z diel filozofov IX, zv. Logický empirizmus a filozofia prírodných vied*. Bratislava: VPL 1968, s. 240 – 266.

2. Vedecká explanácia

Kľúčové slová: *vedecká explanácia, deduktívno-nomologický model, vedecký zákon, induktívno-štatistický model, model štatistickej relevancie*

2.1 Úvod

Jednou zo základných otázok súvisiacich s povahou vedy je otázka o povahe vedeckej explanácie. Čím sa vedecké vysvetľovanie odlišuje od jednoduchého opisu? Prípadne aký typ vysvetľovania je charakteristický pre vedeckú teóriu? V rámci teórie vedy neexistuje len jeden model vedeckej explanácie.

V súčasnosti sa rozpracúvajú dve rôzne varianty povahy explanácie. Prvá verzia vysvetľuje explanáciu ako argument, v ktorom explikovaný fenomén logicky vyplýva z presne stanovených premís. Prvá premisa má formu prírodného zákona (a to buď univerzálneho alebo štatisticko-pravdepodobnostného) a druhá konštatuje počiatočné podmienky, deskripcie skúmaného javu, získané pozorovaním. Najznámejšou verziou argumentačnej povahy explanácie je deduktívno-nomologický model (DN) rozpracovaný Carlom Hempelom. Ďalším typom je induktívno-štatistický model explanácie. Druhý variant povahy vedeckej explanácie vysvetľuje explanácie ako istú rekonštrukciu kauzálnych príčin skúmaného javu. Pri tomto spôsobe explanácie nie je potrebné odvolávať sa na existenciu prírodných zákonov, ale ide tu o špecifikovanie kauzálnych mechanizmov, kauzálnej histórie explananda.

Tento typ explanácie rozpracoval najmä W. Salmon ako tzv. ontickú explanáciu.

Rôzne modely explanácie podávajú rôzne vysvetlenia povahy rozdielnosti medzi explanáciou a opisom.

Základnou štruktúrou každého explikovania je určenie vzťahu medzi vysvetľovaným (explicandum) a vysvetľujúcim (explanans). Podstatným je konštatovanie existencie trvalého vzťahu medzi explicandum a explicans, ktorý platí s vysokou mierou pravdepodobnosti (prípadne nevyhnutne v prípade deduktívnych argumentov) a má preto značnú prediktívnu silu.

Výsledkom vedeckej explanácie je konštatovanie istých pravidielností, istých uniformných typov vzťahov.

2.2 Deduktívno-nomologický model

V rámci deduktívno-nomologického modelu explanácie (DN model) C. Hempel rozlišuje dva typy explikujúcich faktov: (1.) jednotlivé fakty a (2.) uniformity vyjadrené vo forme všeobecných zákonov. Explanácia má formu deduktívneho argumentu:

$$\frac{C_1, C_2, \dots, C_k}{L_1, L_2, \dots, L_k} \\ E$$

kde C_1, C_2, \dots, C_k sú výroky, ktoré opisujú jednotlivé udalosti či fakty, na ktoré sa odvolávame; L_1, L_2, \dots, L_k sú všeobecné zákony. Toto sú komponenty konštituujuce explanans. Záver E je výrok, ktorý opisuje explanandum, je to vysvetľovaný výrok (explanandum-statement). Podstata argumentu spočíva v deduktívnom subsu-movaní explananda pod isté všeobecné zákonitosti, ktoré majú

charakter zákonov. DN model poskytuje odpoveď na otázku, prečo sa istá udalosť (explanadum) udiala, a to tým, že ukáže, ako táto udalosť vyplývala z jednotlivých okolností (C1, C2,..., Ck) v súlade so všeobecnými zákonmi (L1, L2,..., Lk) (Hempel 1962). Tento spôsob vedeckej explanácie teda vychádza z deduktívnych myšlienkových postupov a z existencie všeobecných zákonitostí konštatujúcich istú mieru uniformity v prírode.

Pojem prírodného zákona je však v rámci filozofie vedy predmetom mnohých kontroverzných diskusií, pretože absentuje jasné stanovenie jeho povahy, kritérií, ktoré odlišujú zákony od výrokov, čo zákonmi nie sú.

2.3 Vedecké zákony

E. Mach a G. Kirchohoff stanovili v súvislosti s vedeckými zákonmi základný postulát – mali by byť formulované tak, aby odhliadali od otázky *prečo* a zodpovedali otázku *ako*. Vedecký zákon by nemal obsahovať nič iné než sumu pozorovaných generalizácií o vlastnostiach skúmaného fenoménu. Zákon vo vede je zostručnenou a kondenzovanou správou o experimentálnych pozorovaniach. Vzťah medzi súborom experimentálnych pozorovaní a zákonom, ktorý je nimi etablovaný, má charakter nevyhnutného vyplývania. Existuje len jedna priamočiara cesta od súboru pozorovaní cez konštatovanie zákonitostí až k vedeckej teórii. Tento spôsob vedeckej explanácie sa podobá spôsobu stanovenia priemernej výšky žiakov prvej triedy spriemerovaním nameraných hodnôt výšok všetkých žiakov v tejto triede.

Podľa C. Hempela majú zákony povahu empirických zovšeobecnení, ktoré spájajú rôzne aspekty pozorovateľných fenoménov. Zákony disponujú istou explanačnou silou, odpovedajú na otázku *prečo* subsumovaním zistených uniformít pod zákony so širšou extenziou. Tak sú zákony sformulované Keplerom a Galileom zdôvodnené ako špeciálne prípady newtonovských zákonov pohybu a gravitácie a tie sú zase vysvetlené ich subsumovaním pod všeobecnejšie zákony všeobecnej teórie relativity.

R. Carnap stanovuje dve ťažiskové hodnoty vedeckých zákonov – explikáciu a predikciu. Na príklade Drieschovej teórie entelechie vysvetľuje rozdiel medzi zákonom a „pseudozákomom“. H. Driesch sformuloval teóriu entelechie ako špecifickej sily, ktorá spôsobuje, že živé organizmy sa správajú práve tak, ako sa správajú. Entelechiu však nemôžeme chápať ako fyzikálnu silu, pretože fyzikálne sily nie sú adekvátnym vysvetlením fungovania živých organizmov. Entelechia nie je situovaná v priestore, pretože nepôsobí na jednotlivé separátne časti organizmu, ale na organizmus ako celok. Je podobná magnetickej alebo gravitačnej sile, ktoré tiež nie sú viditeľné samy o sebe. Podľa Driescha mala koncepcia entelechie explanačnú silu prírodného zákona. Carnap na tomto príklade ukazuje, aké sú charakteristiky platného vedeckého zákona: musia byť stanovené kritériá jeho platnosti (napríklad kedy by sa „entelechia“ posilnila a kedy oslabilala), zo zákona musia vyplývať isté predikcie, na základe ktorých by bolo možné overovať jeho platnosť. Zákon musí byť tiež v istom vzťahu k celému korpusu doteraz platných zákonov (Carnap 1966). Podobne J. S. Mill konštatuje: „V pojme empirického zákona je obsiahnutá implikácia, že nie je konečným zákonom, že jeho pravdivosť musí byť neustále znovu potvrdzovaná. Je to odvodený zákon, ktorého pôvod nie je zatiaľ známy. Ak by sme chceli sformulovať explanáciu, odpoveď na otázku *prečo* vo forme empirického zákona, museli by sme stanoviť, z akých zákonov bol odvodený, určiť konečné príčiny, od ktorých je závislý. A ak by sme to vedeli, mali by sme tiež vedieť, aké sú jeho limity, za akých podmienok by prestal platiť“ (Mill 1950, s. 270).

Problém rozlíšenia medzi skutočným zákonom a náhodnými pravidelnosťami sa ukazuje ako kľúčový v súvislosti s možnosťami uplatnenia DN modelu. Čo je teda tou podstatnou vlastnosťou, ktorá konštituuje vedecký zákon? Existuje niekoľko kritérií „pravosti“ zákona: 1. musí ísť o generalizácie, ktoré nepripúšťajú žiadne výnimky, 2. musí obsahovať čisto kvalitatívne predikáty a nesmie sa vzťahovať na jednotlivé objekty, prípadne časopriestorové lokácie, 3. musí obstať aj v rôznych myšlienkových experimentoch, 4.

musí byť integrovateľný do korpusu systematickej teórie a zohrávať zjednocujúcu rolu vo vedeckom vysvetľovaní (Machamer 2002).

2.4 Alternatívne explanačné modely

V rámci deduktívno–nomologického modelu má explanačia povahu argumentu, kde explanandum je očakávaným prípadom explanans. Inak povedané – explanandum s deduktívnou istotou vyplýva z explanans. Hempel reflektoval skutočnosť, že mnohé explanačie vo vede majú viac štatistický ako deterministický charakter. Preto navrhol model induktívno–štatistickej explanačie (IS). Štatistické zákony vysvetľujú jednotlivé prípady tým, že poukazujú na ich vysokú pravdepodobnosť. Napríklad pri štatistickom zákone, ktorý tvrdí, že každý človek vystavený vírusu osýpok (V) má pravdepodobnosť nakazenia sa osýpkami 0,8 (S). Ak konkrétny človek, ktorý príde do kontaktu s uvedeným vírusom a vyvinie sa u neho ochorenie (C), môžeme podľa IS explanačného modelu vysvetliť tento fenomén nasledovne: C vyplýva zo súčasného výskytu V a S, pretože ich kombinácia predstavuje vysokú pravdepodobnosť C. IS explanačný model je teda induktívnou analógiou DN explanačie, pretože IS konštatuje, že explanandum s vysokou pravdepodobnosťou (nie s nevyhnutnosťou) vyplýva z premís explanans, ktorými sú relevantné zákony a počiatočné podmienky (Psillos 2008).

W. Salmon však poukazuje na existenciu tzv. explanačných irelevantností, ktoré sa vymykajú možnosti explikácie IS modelom. Uvádza nasledujúci príklad:

(L) Všetci muži, ktorí pravidelne užívajú antikoncepciu, neotehotnejú.

(K) John Johnes je muž, ktorý užíva antikoncepciu pravidelne.

(E) John Johnes neotehotnie (Salmon 1971).

Mnohí na základe týchto príkladov spochybovali, že DN/IS model stanovuje dostatočné podmienky pre explanačiu. Objavuje sa tu totiž problém kauzality, určenia účinných príčin fenoménov

(čo spôsobuje čo). V súvislosti s týmito výhradami sa vyvinul explanačný model štatistickej relevancie (SR), ktorý vychádza z nasledujúcich tvrdení:

- vysvetľovanie sa musí riadiť princípom štatistickej relevancie a vzťahov podmienenej závislosti;
- ak máme skupinu alebo populáciu A, atribút C bude štatisticky relevantný voči atribútu B vtedy a len vtedy, keď $P(B/A.C)$ nie je rovným $P(B/A)$ – teda vtedy a len vtedy, keď pravdepodobnosť, že B je podmienené A a C, je iná ako pravdepodobnosť, že B je podmienené len A;
- explanačnú silu majú teda len štatisticky relevantné vlastnosti (prípadne informácie o štatisticky relevantných vzťahoch) (Salmon 1971).

Kritika DN explanačného modelu sa týka aj jeho ambície poskytovať vysvetlenia fenoménov vo forme deduktívnych argumentov, ktoré platia nevyhnutne. Existujú totiž argumenty, ktoré majú formu DN explanačie, no nesprávne stanovujú účinné príčiny skúmaného javu. Napríklad v prípade, keď chceme vysvetliť dĺžku vlajkovej žrde a vychádzame pritom z premisy o dĺžke tieňa tejto vlajky a z premís o fyzikálnych zákonoch optiky. Takáto explanačia nám však nič nehovorí o tom, prečo má vlajková žrdť takú dĺžku, ako má.

W. Salmon rozlišuje medzi tromi prístupmi k vedeckej explanačii, ktoré nazýva epistemickou koncepciou, modálnou koncepciou a ontickou koncepciou (Salmon 1984). Epistemickou koncepciou je Hempelov deduktívno–nomologický model. Dôležitý je tu predovšetkým epistemický aspekt explanačie, ktorý vyplýva z odvolávania sa na zákon a jeho nevyhnutné dôsledky. Modálny prístup sa od epistemického líši hlavne vo vysvetľovaní nevyhnutnosti – explanandum vyplýva nevyhnutne z explanans takým spôsobom, že nie je preň možné sa nevyskytovať, ak platia relevantné prírodné zákony. V prípade ontickej verzie explanačie je základným postulátom jej úzka prepojenosť s kauzalitou.

Preto Salmon prepracoval model štatistickej relevancie a vytvoril kauzálno–mechanický model (CM), ktorý ide ešte ďalej ako

konštatovania štatisticko–relevantných vzťahov v rámci SR modelu a vychádza z určovania kauzálnych súvislostí explikovaných javov. CM model vychádza z niekoľkých základných postulátov:

- kauzálny proces je fyzikálnym procesom (napríklad pohyb lopty v priestore),
- tento proces je charakterizovaný schopnosťou prenášať isté črty,
- kauzálny proces má vlastnosť kontinuálne šíriť ich vlastnú štruktúru z miesta na miesto a v čase bez potreby ďalších zásahov z externého prostredia.

Uviesť vedecké vysvetlenie teda znamená ukázať, ako udalosti zapadajú do kauzálnej štruktúry sveta. W. Salmon chápe explanáciu ako proces, vďaka ktorému sú explananda umiestnené na im patriacom mieste v rámci už existujúcej kauzálnej štruktúry sveta. V Salmonovej ontickej koncepcii sú kauzálne vzťahy prvotné voči vzťahom explanačnej závislosti. Spôsob vysvetľovania javov „parazituje“ na ich kauzálnych určeníach (Salmon 1984).

Vedľa uvedených koncepcií vedeckých explanácií existujú aj ďalšie – napríklad zjednocujúci model vysvetľovania, ktorý chápe explanáciu ako proces demonštrácie toho, ako môže byť istý fakt odvodený z unifikovaného súboru argumentačných schém (základných princípov, ako sú axiómy, teóremy a pod.). Vysvetliť istý fakt teda znamená ukázať, ako môže byť včlenený do jednotnej teórie. Dôležité je pritom preukázanie jeho vzťahu k iným faktom, ktoré teória explikuje.

Ďalším typom je model pravdepodobnostnej explanácie, ktorý vychádza z postulátu, že vysvetľovania závisia od kontextu (napríklad od poznatkov autora explanácie, účelu explanácie a pod.). Neexistuje teda jediná ideálna explanácia, ale len určená a limitovaná rôznymi determinantmi.

2.5 Odporúčaná literatúra

MACHAMER, P., SILBERSTEIN, M. (eds.): *The Blackwell Guide to the Philosophy of Science*. London: Blackwell Publishers Ltd 2002, s. 37 – 54.

MILL, J., S.: *A system of logic* (1856, Eight Edition 1881) In: NAGEL, E. (ed.): *J. S. Mills Philosophy of Scientific Method*. New York: Hafner Publishing Company 1950, s. 275 – 296.

SALMON, W., C.: *Scientific Explanation: Three Basic Conceptions*. In: PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, Vol. 1984, Volume Two: Symposia and Invited Papers. Chicago: The University of Chicago Press 1984, s. 293-305.

SALMON, W., C.: *Statistical Explanation and Statistical Relevance*. In: W. SALMON (ed.): *Statistical Explanation and Statistical Relevance*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press 1971, s. 29–87.

3. Vedecké teórie

Kľúčové slová: *vedecká teória, observačný termín, teoretický termín, interteoretická redukcia*

3.1 Úvod

V prípade vedeckej explanácie bola dôležitá otázka o povahe vzťahu medzi explanandom a explanans. V prípade vedeckých teórií sa problémom stávajú možnosti teórie reprezentovať empirický obsah. E. Mach zastával názor, že vedecká teória musí odvodzovať svoju existenciu primárne z javov, ktoré má vysvetľovať. V rámci koncepcie logického pozitivizmu sa za piliere vedeckej teórie považovali primárna funkcia logiky ako kritéria pravdivosti poznania a observačné výroky, ktoré tvorili základnú bázu poznania. Iné koncepcie teórie vedy pokladajú za základ vedeckej teórie model, v ktorom môžeme opísať empiricky pozorované fenomény.

Základnou otázkou však zostáva, akú funkciu vedecké teórie majú mať, za akým účelom majú byť koncipované. Ide len o vytvorenie istého formalizovaného súboru zákonov, vďaka ktorému môžeme chápať rôzne aspekty empirickej reality v systematickom rámci, formulovať konkrétne predikcie a získavať kontrolu nad okolitým dňom? Alebo je cieľom vedeckej teórie vysvetliť hlbšie príčinné súvislosti, ktoré nie sú prístupné priamemu pozorovaniu? Inými slovami: sú vedecké teórie len rôznymi typmi deskripcií, alebo postupujú až za hranice bezprostrednej empirickej skúsenosti?

3.2 Štruktúra vedeckých teórií

V intenciách syntaktickej koncepcie štruktúry vedeckej teórie je teória empiricky interpretovaný deduktívny axiomatický systém. Táto koncepcia je známa aj ako „standardný pohľad“ (angl. received view; Putnam), hypoteticko-deduktívna koncepcia (Lloyd), propozičné vysvetľovanie (Churchland). V rámci tejto koncepcie sa vyčleňujú dva druhy nonlogických termínov: observačné termíny (napr. červený, hmat, tyč a pod.) a teoretické termíny (elektrón, gén, pole, vodivosť a pod.).

Observačné termíny pomenúvajú objekty, ktoré sú verejne pozorovateľné a určujú pozorovateľné kvality týchto objektov. Teoretické termíny zodpovedajú zostávajúcim, všeobecne nepozorovateľným kvalitám a objektom. Podobne identifikujeme dva typy výrokov vo vede – observačné a teoretické výroky. Observačné výroky obsahujú len observačné termíny a logické pojmy, teoretické výroky, pozostávajú z teoretických termínov. Vedecká teória je považovaná za axiomatický systém, ktorý je pôvodne neinterpretovaný a ktorý získava empirický význam (angl. meaning) špecifikovaním významu observačných termínov (Nagel 1962). Podľa R. Carnapa predstavuje teoretický systém neinterpretovaný systém postulátov. Teoretický termín sa interpretuje tým, že sa pomocou korešpondenčných pravidiel spojí s observačným termínom. Teoretický termín získava svoj empirický význam, svoju zmysluplnosť vtedy, keď je možné z teoretického postulátu, ktorý tento termín obsahuje, odvodiť takú predikciu určitej pozorovateľnej udalosti, ktorú by nebolo možné odvodiť z výroku, čo tento teoretický termín neobsahuje. Výrok, ktorý obsahuje observačný termín O (So) je logicky implikovaný konjunkciou výroku obsahujúceho teoretický termín M (Sm) s triedou teoretických termínov T a s korešpondenčnými pravidlami (CR). So je vyjadrený v observačnom jazyku (Lo) (Fajkus, 2005).

Podľa tohto prístupu teda štruktúra vedeckých teórií pozostáva z abstraktného formalizmu F, zo súboru teoretických postulátov (axióm) T a zo súboru korešpondenčných pravidiel CR. F má dve zložky: jazyk L, v ktorom je formulovaná samotná teória a v ktorom je zavedený súbor logických inferenčných pravidiel. L obsahuje spomínané logické a nonlogické termíny. Spojovací článok medzi observačnými a teoretickými nonlogickými termínmi predstavujú korešpondenčné pravidlá. Príklad korešpondenčného pravidla je nasledovný: teoretický termín hmota je spojený s observačným predikátom „byť ťažší ako“ pomocou korešpondenčného pravidla „hmota telesa Z je väčšia ako hmota telesa R ak Z je ťažšie ako R“. Interpretácia teoretických termínov môže byť len parciálna, pretože teoretické termíny nie sú presne zadefinované a počet korešpondenčných pravidiel nie je konečný (vedecké poznanie sa rozvíja a zároveň narastá počet CR). Vymedzenie zmysluplnosti či významnosti teoretických termínov otvára možnosti pre vymedzenie zmysluplnosti teoretických viet. Tento spôsob chápania vedeckej teórie nadväzuje na deduktívno-nomologický model vedeckej explanácie.

Inou koncepciou zaoberajúcou sa problémom vedeckej teórie je sémantická koncepcia alebo modelovo–teoretický prístup. Štruktúra vedeckej teórie je tu chápaná ako súbor matematických modelov. Jadrom týchto koncepcií je pojem modelu. Teórie reprezentujú svet pomocou matematických modelov. Vedecká teória je v tomto ponímaní mimolingvistická – je to istá štruktúra, ktorá môže byť rôzne interpretovaná. Základnou otázkou je opäť schopnosť teórie ako matematického modelu reprezentovať empirický obsah. To je možné vďaka izomorfii modelu s empirickým svetom, no matematické modely existujú len ako abstraktné štruktúry. V tom prípade nie je jasné, aké sú kritériá pravdivosti takéhoto modelu vo vzťahu k pozorovateľným objektom. Preto sa okrem pojmu modelu zavádza aj pojem hypotéza, ktorá je lingvistickou konštrukciou spájajúcou abstraktný model s empirickým obsahom. Teoretická hypotéza uvádza do vzťahu fyzikálny systém F s abstraktnou

entitou E opísanou istým modelom. Tým sa otvára možnosť prepojenia modelu a empirického obsahu. Teoretická hypotéza teda plní podobnú funkciu ako korešpondenčné pravidlá v rámci syntaktickej koncepcie.

3.3 Kritériá platnosti vedeckých teórií

E. McMullin opisuje rozdiel medzi teóriou a zákonom z historického hľadiska na príklade Galileovej a Descartovej koncepcie. Galileo sa nepokúšal objavovať príčinu klesajúceho pohybu. Jeho zákony pohybu boli do istej miery len opisom pozorovanej zákonitosti pohybu padajúcich telies. Descartes sa pokúšal vysvetliť príčinu tohto pohybu rozborom zloženia materiálnych telies (uvažoval o neviditeľných časticiach v materiálnych telesách ako o potenciálnych príčinách). Tak sa v rámci vedeckého skúmania vyčleňujú dve vetvy – zákony a teórie. Zákony sú viac či menej idealizovaným opisom pozorovaných pravidielností, teórie sa usilujú ísť za pozorované skutočnosti s cieľom objasniť ich vnútornú štruktúru (Galileova koncepcia), špecifikovať platné kauzálne zákonitosti a podať tak vysvetlenia observačných výrokov (Descartova koncepcia). Vedecká explanácia postupne nadobudla nomotetickú povahu (McMullin 2008).

Vedecká teória nie je len jednoduchou inferenciou zákona zo súboru observačných výrokov. Primárnou charakteristikou teórie by mala byť schopnosť podať vysvetlenie pozorovaných empirických údajov. Napriek tomu sa často stáva, že sa teória čiastočne vzdáva od úplnej empirickej adekvátnosti (najmä v raných štádiách jej tvorby). V rámci procesu elaborácie teórie je žiaduce odstrániť všetky výnimky a abnormality, ktoré sa teórii vymykajú. Tento proces vyúsťuje do modifikácie teórie (v krajných prípadoch vedie k jej eliminácii). Ďalšou charakteristikou vedeckej teórie je jej explanačná sila. Vedecká teória by mala byť vnútorne konzistentná, koherentná s ostatnými platnými teóriami, mala by eliminovať tzv. ad hoc vlastnosti a mala by sa vyznačovať istou jednoduchosťou (v zmysle Occamovej britvy). T. Kuhn navrhuje ešte tri kľúčové vlastnosti

dobrej teórie: presnosť, záber a plodnosť (Kuhn 1977). Týchto šesť kritérií je podľa Kuhna pre vedeckú teóriu záväzných, pretože sú späté so samou podstatou vedeckého skúmania.

Pre väčšiu prehľadnosť rozdeľuje McMullin kritériá platnej vedeckej teórie do troch skupín: interné, kontextové a diachronické (McMullin 2008). V rámci interných charakteristík je dôležitá predovšetkým vnútorná konzistencia (neprotirečivosť), vnútorná koherencia (súdržnosť) a jednoduchosť. Ku kontextuálnym charakteristikám teórie patrí externá konzistencia (teda neprotirečivosť v rámci širšieho teoretického kontextu iných vedeckých teórií či všeobecne platných princípov – napríklad princípu kauzality). Inou kontextuálnou vlastnosťou teórie je jej optimalita, ktorá indikuje najlepší známy spôsob explanácie. Diachronické vlastnosti vedeckej teórie sa zviditeľňujú v rámci dlhšej časovej periódy platnosti istej teórie. K týmto charakteristikám patria plodnosť, schopnosť zjednocovať (angl. consilience) a trvanlivosť (stálosť). Pod plodnosťou vedeckej teórie sa rozumie jej schopnosť riešiť anomálie a schopnosť podliehať efektívnym modifikáciám (porov. napríklad modifikačný potenciál teórie atómu – od teórie pracujúcej s modelom neštruktúrovaného útvaru v tvare gule cez teóriu štruktúrovaného jadra a orbitálnych elektrónov k súčasnému komplikovanému modelu štruktúry atómového jadra). K diachronickým vlastnostiam teórie patrí aj jej schopnosť zjednocovať zdanlivo nesúvisiace aspekty pozorovaných fenoménov vysvetľovaných rôznymi zákonmi. Klasickým príkladom je Maxwellova teória elektromagnetického poľa, ktorá zjednocuje jav magnetizmu, elektriny a svetla. Trvácnosť teórie súvisí s jej schopnosťou generovať úspešné predikcie v širšom časovom rámci.

3.4 Problém interteoretickej redukcie

Jedným z centrálnych problémov v súčasnej metodológii vedy, ktorý súvisí predovšetkým s možnosťami vývoja vedeckého poznania, je problém identifikovania podmienok možnosti interteoretickej

redukcie (redukcie jednej teórie na druhú teóriu). Paul Churchland formuluje problém interteoretickej redukcie takto: „Interteoretická redukcia je v skutočnosti skôr vzťah medzi dvoma rozdielnymi konceptuálnymi rámcami, opisujúcimi fenomén, ako vzťah medzi dvoma odlišnými aspektmi tohto fenoménu. Zmyslom redukcie je nakoniec ukázať, že to, čo sme považovali za dve sféry, je v skutočnosti jedna sféra, i keď opísaná v dvoch (alebo viacerých) odlišných slovníkoch.“ (Churchland, Churchland 1998, 69). Toto tvrdenie môžeme ilustrovať na príkladoch vývoja niektorých vedeckých teórií. Jedným z najstarších je príklad interteoretickej redukcie Keplerových zákonov pohybu planét na tri Newtonove zákony pohybu. Newtonova teória sa totiž ukázala ako všeobecnejšia a systematickejšia a teda aj efektívnejšia. Vysvetľovala širšie spektrum možných pohybov a pracovala na báze súboru jasne definovaných jednotiek, ako sú sila, zrýchlenie, zotrvačnosť či gravitácia. „Božský alebo nadprirodzený charakter nebies tým bol navždy stratený. Sublunárna a lunárna sféra sa tak zjednotili do jedinej sféry, v ktorej boli tie isté druhy objektov riadené tými istými súbormi zákonov.“ (ibid.). Ďalším vzorovým príkladom interteoretickej redukcie je teória tepla ako priemernej molekulárnej energie alebo stotožnenie zvuku s tlakovými vlnami šíriacimi sa v atmosfére. Všetky tri sféry pohybu – lunárnu, sublunárnu a mikroskopickú – sa tak podarilo spojiť do jednotnej teórie pohybu. Najznámejšou redukciovou novodobej vedy je však redukcia Newtonových zákonov pohybu na Einsteinovu špeciálnu teóriu relativity.

Na základe uvedených prípadov môžeme stanoviť podmienky možnosti interteoretickej redukcie. Redukujúca teória musí byť dostatočne systematická, aby nahradením starej teórie novou nedošlo k prediktívnej či explanačnej strate. Redukujúca teória teda musí zahŕňať všetko, čo sa v redukovanej teórii ukázalo ako správne. To však neznamená, že nová teória je celkom izomorfná so starou, pretože redukovaná teória sa v mnohých dôležitých aspektoch falzifikovala. Stará teória môže byť nie len redukovaná, ale dokonca aj eliminovaná, ak sa ukáže ako úplne nepodložená. Základným

cieľom redukcie je zaviesť čo najmenej explanačných princípov, pomocou ktorých môžeme vysvetliť čo najviac pozorovaných fenoménov (princíp Occamovej britvy).

Nevyhnutnou podmienkou uplatnenia jednotiaceho prístupu však je, ako sme už zdôraznili, jednotná povaha skúmaných javov, teda možnosť vysvetliť tieto javy pomocou rovnakých zákonov, v rovnakom jazyku a rovnakou metodológiou. Keď dnes identifikujeme gén s časťou molekuly DNA, je to výsledok uplatnenia redukcie medzi dvoma teóriami dedičnosti – biologickou a chemickou – v praxi. „Fakt, že vlastnosť alebo stav je v ohnisku pozornosti jednej z našich vrodených diskriminatívnych schopností, neznamená, že sú vyňaté z možnej rekonceptualizácie v konceptuálnom rámci hlbšej explanačnej teórie.“ (Churchland, Churchland 1998, 69).

3.5 Odporúčaná literatúra

- CHURCHLAND, P. M., CHURCHLAND, P. S.: *On the Contrary. Critical Essays*. London: The MIT Press 1998, s. 65 – 81.
- FAJKUS, B.: *Filosofie a metodologie vědy. Vývoj, současnost a perspektivy*. Praha: Academia 2005, s. 100 – 118.
- KUHN, T., S.: Objectivity, Value Judgment, and Theory Choice. In: KUHN, T., S.: *The Essential Tension*. Chicago: University of Chicago Press, 1977, s. 356 – 367
- McMULLIN, E.: The Virtues of a Good Theory. In: PSILLOS, S., CURD, M. (eds.): *The Routledge Companion to Philosophy of Science*. New York: Routledge 2008, s. 55 – 77.

4. Deduktívno–hypotetická metóda inferencie a problém konfirmácie vedeckej hypotézy

Kľúčové slová: *teória inferencie, vedecká hypotéza, observačná predikcia, počiatkové podmienky, kvalitatívna konfirmácia*

4.1 Úvod

Vo vedeckom vysvetľovaní existujú výroky spojené s pozorovaním (priamym či nepriamym) a teoretické výroky, ktoré vznikajú inferenciami z teórií. Zdrojom vedeckých poznatkov sú teda jednak observačné výroky a jednak teoretické inferencie a predikcie. Určenie povahy vzťahu medzi týmito dvoma typmi výrokov je jedným zo základných problémov filozofie a metodológie vedeckého poznávania. Ďalšou dôležitou otázkou je spôsob, ako podriaďiť teoretické hypotézy empirickým testom a určiť tak ich platnosť či neplatnosť.

4.2 Deduktívno–hypotetická metóda

Hypoteticko–deduktívna metóda (niekedy nazývaná aj teória inferencie) umožňuje evaluáciu teórií na základe testovania

empirických predikcií, ktoré deduktívne vyplývajú z teórie ako jej konzekvencie. Pravdivé predikcie teóriu potvrdia a nepravdivé vyvrátia, dôležitý je hlavne vzťah medzi predikciou a teóriou (hypotézou teórie), ktorý je zároveň aj jediným kritériom platnosti teórie. Tento vzťah má induktívnu povahu.

Vedecká hypotéza (H) je taký všeobecný alebo konkrétny výrok, z ktorého je možné dedukovať isté empiricky pozorovateľné konzekvencie, teda isté observačné výroky. Tie sú formulované ako výroky, ktorých pravdivosť či nepravdivosť môže byť overená sériou pozorovaní. Okrem hypotézy musí H–D inferencia obsahovať aj výroky, v ktorých sa konštatujú tzv. počiatkové podmienky teda okolnosti, za ktorých sa uskutočnil empirický test (PP). Konklúzia H-D inferencie má podobu observačnej predikcie, ktorá je odvodená z hypotézy a počiatkových podmienok.

V hypoteticko-deduktívnej inferencii môže mať hypotéza H podobu univerzálneho zákona, napríklad: Pre každý plyn platí, že ak má konštantnú teplotu T, tlak P je inverzne úmerný objemu V (okrem takých prípadov teplôt a tlakov, keď plynná látka prechádza do tekutého alebo kvapalného stavu). H-D inferencia by bola zostavená takto:

(H) Pri konštantnej teplote je tlak plynu inverzne úmerný jeho objemu (Boylov zákon).

(PP1) Počiatkový objem plynu je 1 kubický meter.

(PP2) Počiatkový tlak je 1 atm.

(PP3) Tlak sa zvýšil na 2 atm.

(PP4) Teplota sa nemení.

(K) Objem plynu sa zvýši o polovicu kubického metra.

Takýto argument je platnou deduktívnou inferenciou. Predmetom konfirmovania je hypotéza Boylovho zákona. Zo samotnej hypotézy však nie je možné odvodiť empirickú predikciu bez uvedenia počiatkových podmienok. Schéma argumentu by vyzerala

takto (Earman, Salmon 1999):

H (testovaná hypotéza)

PP (počiatkové podmienky)

O (observačná predikcia)

V skutočnosti však v rámci H-D argumentov predpokladáme aj iné skutočnosti – mnohé z počiatkových podmienok a observačných predikcií nedokážeme pozorovať priamo, ale len s použitím rôznych pomôcok a prístrojov. Spoliehame sa na platné meranie teplomera, prípadne na pravdivosť údajov, ktoré nám ponúka mikroskop či teleskop. Ak napríklad pre stanovenie údajov počiatkových podmienok a overovanie observačných predikcií využívame kamery, musíme v rámci pomocných hypotéz predpokladať platnosť fyzikálnych teórií optiky. Všetky tieto skryté predpoklady sú v rámci H-D argumentu označované ako pomocné hypotézy. Úplná schéma H-D inferencie by teda mala byť:

H (testovaná hypotéza)

PH (pomocná hypotéza)

PP (počiatkové podmienky)

O (observačná predikcia)

Na základe takto sformulovanej inferencie, môžeme empiricky overovať observačnú predikciu. Výhodou D-N metódy je možnosť vytvoriť najskôr teoretickú explanačnú hypotézu a následne overovať jej predikcie empiricky a vyhnúť sa tým problematickej enumeratívnej induktívnej metóde. Umožňuje vedcom širšiu aplikáciu abstraktných, priamo nepozorovateľných entít a modelov v záujme vývoja nových teórií.

Problémom je však skutočnosť, že v deduktívnom argumente môžu nastať prípady, kedy z jednej alebo viacerých nepravdivých premís vyplýva pravdivý záver. Preto nie je možné odvodiť z overenej observačnej predikcie nevyhnutnú platnosť hypotézy. H-D inferencia je platným deduktívnym argumentom len v smere od premís ku konklúzii, ale nie naopak – teda od konklúzie k premisám. Pravdivosť tohto vzťahu už musíme dokazovať induktívne. Ak by sme vo vyššie uvedenej inferencii zamenili premisy s konklúziou

tak, že všetky počiatočné podmienky a observačná predikcia by boli premisami, z ktorých by vyplývala konklúzia vo forme hypotézy Boylovho zákona, bolo by očividné, že v tomto prípade nemôžeme hovoriť o nevyhnutnej platnosti, dokonca ani nie o vysokej pravdepodobnosti inferencie.

Ešte komplikovanejšia situácia nastáva, ak sa observačná predikcia v sérii experimentov a pozorovaní nepotvrdí. Ktorú z premís argumentu falzifikuje? Môže dokonca nastať prípad, keď je negatívny výsledok testovania spôsobený ďalším závažným empirickým faktom, ktorý v argumente chýba a preto nepotvrdený argument nemusí nevyhnutne indikovať neplatný teoretický predpoklad. W. Salmon opisuje prípad, ktorý nastal, keď astronómovia overovali predikciu orbitálneho pohybu planéty Urán, pričom vychádzali z platnosti teórie Newtonovej mechaniky. Vedci zistili, že ich predpovede boli nesprávne. No namiesto toho, aby spochybnili platnosť Newtonových zákonov, postulovali existenciu ďalších gravitačných síl, ktoré ovplyvňujú dráhu Uránu. Krátko nato bola pozorovaním potvrdená existencia dovtedy neznámej planéty Neptún. Iným príkladom však boli predikcie orbitálnej dráhy Merkúra, ktoré sa rovnako ukázali ako nepravdivé. V tomto prípade totiž skutočne poukazovali na neplatnosť teórie a namerané odchýlky sa stali jednými zo zásadných dôkazov podporujúcich Einsteinovu všeobecnú teóriu relativity (Earman, Salmon 1999).

4.3 Kritika H-D metódy a jej alternatívy

Jednou zo zásadných výčítiek kritikov H-D inferenčnej metódy je tzv. Duhem–Quinov problém, ktorý poukazuje na to, že zo žiadnej teórie nemôžu byť dedukované empirické predikcie bez pridania pomocných predpokladov. Ak sa predikcie nepotvrdia, jediné, čo môžeme odvodiť deduktívnou cestou je to, že je nepravdivá buď teória, alebo pomocné predpoklady. Logickými inferenciami nie je možné odvodiť, ktorý z uvedených prvkov argumentu spôsobuje neplatné predikcie. Preto je možné neustále pripisovať „vinu“ pomocným hypotézam

s cieľom zachovať teóriu, pretože teoretické výroky, z ktorých sa odvodzujú predikcie, nie je možné testovať izolovane od ostatných empirických pomocných hypotéz. Podľa tejto kritiky teda nie je nikdy s istotou možné potvrdiť vedeckú hypotézu a dokázať tak jej platnosť.¹

Druhou významnou výčitkou voči H-D metóde je tzv. problém alternatívnych hypotéz. Podstatou tohto problému je to, že kedykoľvek dospejeme k pravdivej predikcii, ktorá potvrdzuje testovanú hypotézu, táto pravdivá predikcia zároveň potvrdzuje aj nekonečne veľa ďalších hypotéz, ktoré sú porovnateľné s testovanou hypotézou. Ak dve či viac alternatívnych teórií generujú rovnaké empirické predikcie, v prípade, že sa tieto potvrdia, ktorú z alternatívnych teórií potvrdzujú? V tomto prípade sa väčšinou vyberie tá hypotéza, ktorá je jednoduchšia (i keď nie je jasné, aká je súvislosť medzi jednoduchosťou teórie a jej konfirmačným potenciálom). Prvý problém mal všeobecnejší rámec a nedotýkal sa výlučne H-D metódy. No druhá výčitka súvisí s predpokladom H-D inferencie, že výhradnou podmienkou potvrdenia platnosti teórie je jej prediktívna sila.

Tretou výhradou voči H-D metóde je tzv. problém štatistickej hypotézy, ktorý sa vzťahuje na prípady, keď observačné predikcie deduktívne nevyplývajú z premís. Táto situácia nastáva zväčša v prípade štatistických hypotéz. Ak si napríklad stanovíme hypotézu, podľa ktorej istá účinná zložka lieku spôsobuje skrátenie rekonvalescencie po nakazení sa vírusom, potom z hypotézy vyplýva observačná predikcia, podľa ktorej sa u experimentálnej skupiny nakazených ľudí užívajúcej účinnú látku skráti čas rekonvalescencie. Ak predpokladáme, že sa táto predikcia v sérii pozorovaní potvrdí, aký záver z tohto zistenia vyplýva? Jediné, čo je možné predpokladať na základe empirického potvrdenia hypotézy, je väčšia

¹ W. Quine doviedol túto kritiku do dôsledkov a tvrdil, že nejestvuje výrok, ktorý by bol imúnny voči možnosti odmietnutia, pretože pri kontakte s empirickou realitou je to vždy skúsenosť, ktorá určuje modifikácie, prípadne eliminácie teórií. Quine tvrdí, že neexistujú žiadne a priori výroky (analytické ani syntetické). Porov.: Sober, E.: Likelihood, Model Selection, And The Duhem-Quine Problem. In: The Journal of Philosophy. Volume CI, No. 5, May 2004.

pravdepodobnosť, že priemerná dĺžka rekonvalescencie v experimentálnej skupine bude kratšia ako v kontrolnej skupine. Táto inferencia má už induktívnu povahu, pretože uvedená konklúzia nie je dedukovateľná z premís (nemôžeme dedukovať kratšiu priemernú dobu rekonvalescencie u ľudí, ktorí užívajú účinnú látku), a teda neplatí nevyhnutne.

V rámci niektorých prúdov v metodológii sa objavujú tendencie modifikovať H–D metódu, pričom dôraz sa kladie na explanačnú funkciu hypotézy. Ak je možné preukázať, že testovaná hypotéza ponúka najlepšie dostupné vysvetlenie pozorovaných javov, takáto explanačná sila môže predstavovať kritérium jej konfirmácie.

C. Hempel (Hempel 1966) rozpracoval problém kvalitatívnej konfirmácie a stanovil kritériá jej platnosti. Vychádzal z intuitívneho predpokladu, že hlavným kritériom pravdivej hypotézy sú jej pozitívne prípady. Stanovil tri základné podmienky:

1. podmienku vyplývania (Entailment Condition),
2. podmienku následku (Consequence Condition),
3. podmienku ekvivalencie (Equivalence Condition).

Podmienka vyplývania tvrdí: ak záznam pozorovania E logicky implikuje hypotézu H, potom E potvrdzuje H. Teda ak by hypotéza predpokladala existenciu bielych havranov, ak by existovala správa o pozorovaní bielych havranov, hypotézu by sme mohli pokladať za potvrdenú. Logická implikácia je najsilnejšou možnou formou dôkazu. Podmienka následku tvrdí: ak záznam pozorovania E potvrdzuje každého člena súboru viet S, tak potvrdzuje každý následok S. Teda ak pozorovania potvrdia Newtonov zákon gravitácie, mali by tiež potvrdiť Keplerove zákony (ktoré sú jeho následkami). Podmienka ekvivalencie tvrdí: ak H a H' sú logicky ekvivalentné vety, potom observačná správa E potvrdzuje H vtedy a len vtedy, ak E potvrdzuje H'. Táto podmienka je odvoditeľná aj z podmienky vyplývania, pretože ak H je potvrdená E a H je ekvivalentná s H', potom H' je logickým následkom H a uplatňuje sa podmienka vyplývania.

Podmienka následku (konzekvencie) implikuje aj ďalšie dve podmienky:

4. špeciálnu podmienku následku – ak záznam pozorovania E potvrdzuje hypotézu H, tak potvrdzuje aj každú konzekvenciu H;
5. obrátenú podmienku následku – ak záznam z pozorovania E potvrdzuje hypotézu H, potom potvrdzuje každú hypotézu H', ktorá logicky implikuje H. Čím je teória silnejšia, tým väčšiu má prediktívnu silu. Teda ak má teória T predikciu observačného výroku E, E je zároveň predikciou každej silnejšej T'. Potvrdené predikcie Keplerových zákonov sú zároveň aj potvrdením gravitačného zákona, pretože sú jedným z jeho prípadov. Lenže ak uznáme obrátenú podmienku následku, môže nastať prípad, že akákoľvek hypotéza X sa pripojí k potvrdenej hypotéze H a nová hypotéza H.X odvodzuje svoju platnosť z toho istého dôkazu E. Dokonca môžeme na základe tejto podmienky potvrdiť dve protirečivé hypotézy: ak H je potvrdené E, potom aj H.X aj H.–X sú potvrdené evidenciou E (Sprenger 2012). Preto nakoniec Hempel zavrhol túto podmienku. Kontradiktorké hypotézy nemôžu byť potvrdené tým istým dôkazom. Na základe toho bola odvodená ďalšia podmienka – podmienka konzistencie: ak observačný záznam E potvrdzuje hypotézu H a H', potom H je logicky konzistentná s H'.

4.4 Odporúčaná literatúra

- EARMAN, J., SALMON, W., C.: The Confirmation of Scientific Hypotheses. In: *Introduction to The Philosophy of Science*. Indianapolis, Indiana: Hackett Pub. Co. Inc. 1999.
- SALMON, W., C.: Scientific Explanation: Three Basic Conceptions. In: *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, Vol. 1984, Volume Two: Symposia and Invited Papers*. Chicago: The University of Chicago Press 1984, s. 293-305.
- SOBER, E.: Likelihood, Model Selection, And The Duhem-Quine Problem. In: *The Journal of Philosophy*. Volume CI, No. 5, May 2004, s. 221 – 241.
- SPRENGER, J.: *Hempel and the Paradoxes of Confirmation*. In: www.laeuferpaar.de/Papers/HHL.pdf 12.07.2012, 9:06 SEČ.

5. Idealizácia a abstrakcia vo vedeckom poznávaní

Kľúčové slová: *abstrakcia, abstraktné entity, idealizácia, typy idealizácie*

5.1 Úvod

Myšlienkové procesy, ktoré nazývame idealizácia a abstrakcia, sú široko využívané postupy v rámci všetkých vedných disciplín. Uplatňujú sa pri formulovaní prírodných zákonov a teórií aj pri ich praktických aplikáciách.

Už pri formulovaní prvého zákona (zákona zotrvačnosti) uvažoval Newton o ideálnom objekte, na ktorý nepôsobia žiadne vonkajšie sily. Podobne v prípade zákonov dotýkajúcich sa reakcií plyných látok vedci uvažujú o ideálnom plyne. Idealizácia veľmi komplexných a rozsiahlych javov sa vo vede ukázala byť dobrou stratégiou, keď nie je dôležité uvažovať o všetkých vlastnostiach, účinných príčinách, prípadne okolnostiach daného javu, ale selektujú sa len fakty, ktoré sú pre vysvetlenie fenoménu relevantné. Tak sa napríklad vo fyzike uvažuje o telesách obrovských rozmerov (napr. planétach) ako o symetrických objektov guľatého tvaru, alebo sa uvažuje o ideálnych kryštáloch, ktoré nemajú žiadne prímiesy ani deformácie.

5.2 Abstrakcia a abstraktné entity

Zavedenie jazykového kódu a komunikácia v ňom sú podmienené istým stupňom idealizácie a abstrakcie. J.S. Mill opisuje tento myšlienkový proces nasledovne: „Mysel si vie predstaviť obrovské množstvo individuálnych vecí ako jeden súbor či triedu a všeobecné mená nám evokujú isté idey či mentálne reprezentácie, inak by sme nemohli používať mená vecí a uvedomovať si pritom ich význam. A táto všeobecná idea reprezentuje v našich myšliach celú triedu vecí, na ktorú sa meno vzťahuje. Kedykoľvek uvažujeme o triede, využívame túto ideu. A schopnosť mysle kedykoľvek sa zamerať a sledovať jednu časť toho, čo je v nej prítomné, nám umožňuje udržiavať naše uvažovanie a usudzovanie v medziach triedy, nedotknuté ničím, čo nie je v idei alebo mentálnom obraze skutočné, ale len spoločné pre celú triedu.“ (Mill 1950, s. 213). Abstraktný termín je výsledkom abstrakčnej kognitívnej operácie, je oddelený od konkrétnej zmyslovej predstavy a uvažovaný len sám o sebe. Napríklad pojem „kvalita“ vzniká abstrakciou rôznych kvalít z rôznych typov objektov. Ak by sa prostredie a objekty, z ktorých abstrahujeme pojem „kvalita“ nikdy nemenilo, nevedeli by sme k tomuto abstraktnému pojmu nikdy dospieť. Podobne hovorí W. James, že keby všetky mokré veci boli zároveň studené a všetky studené veci zároveň aj mokré, nikdy by sme nemohli pochopiť a abstrahovať kvality „vlhkosť“ a „studenosť“ (Jones 1909). Paradoxne, práve existencia rozmanitých kvalít nám umožňuje vytvoriť si abstraktnú entitu „kvalita“ a rozumieť jej zmyslu.

Výsledkom procesu abstrakcie je teda abstraktná entita, ktorá v našom myslení predstavuje akýsi samostatný objekt. Napríklad v prípade kvality „farebnosť“ odhliadame od iných kvalít pozorovaného objektu a farbu vnímame ako samostatný objekt. Pri procese idealizácie a abstrakcie teda formulujeme akýsi špecifický typ abstraktných entít. Sú vytvorené na základe istých typov vlastností objektov, ktoré sú vyňaté zo svojho „prírodného prostredia“ a takto modifikované vystupujú ako samostatné entity.

Abstraktným termínom môže byť aj pomenovanie vzťahu (kvantitatívneho či kvalitatívneho), interakcie, činnosti a pod. Vzťah medzi abstraktným a konkrétnym, ako už bolo spomenuté vyššie, nie je jasne ohraničený. Napríklad „červená“ je abstraktným pojmom vo vzťahu k červenému objektu, ale konkrétnym pojmom vo vzťahu k pojmu „farba“. Abstraktný pojem môže byť používaný v konkrétnom aj všeobecnom zmysle. Napríklad termín „vláda“ sa používa vo všeobecnom význame pre definovanie demokracie ako „vlády väčšiny“, ale aj v konkrétnom význame „súčasná vláda je demokratická“. V logike sa nazýva chyba, ktorá nastane pri nesprávnom používaní abstraktného termínu (vo všeobecnom zmysle, keď hovoríme o konkrétnej situácii a naopak), chyba v prípade (angl. Fallacy of Accident) (Jones 1909, s. 56). Ak napríklad dospejeme ku konklúzii, že černocho je nízka osoba na základe toho, že sme videli jedného černocho, ktorý bol nízky, dopustíme sa opačnej logickej chyby – vytvárame abstraktný pojem z partikulárnej udalosti. Podobný chybný myšlienkový pochod ilustruje príklad z obdobia antiky: „Gréci vytvárajú majstrovské diela.“ „Spartania sú Gréci.“ „Spartania vytvárajú majstrovské diela.“ Termín „Gréci“ je v dvoch premisách použitý v inom zmysle (v prvej premise vo všeobecnom, v druhej v špecifickom). Podobnej chyby by sme sa dopustili, keby sme považovali za správne voľne predávať jed, pretože je v medicíne veľmi užitočným.

Abstraktné entity sú teda entity, ktoré existujú mimo času a priestoru a sú nemenné ako napríklad čísla, propozície, množiny. Existujú vo vzťahu ku konkrétnym partikulárnym entitám, no nie sú k nim nevyhnutne protikladné. Napríklad Aristoteles chápe číslo ako univerzálnu entitu, ktorá existuje len v partikulárnych entitách existujúcich v priestore a čase. G. Frege opisuje na príklade abstraktného pojmu „smer“ (S) spôsob, akým môžeme zavádzať do teórie abstraktné entity: smer S priamky U je rovnaký ako smer S priamky V vtedy a len vtedy, ak je priamka U rovnobežná s priamkou V. Pojem smeru nie je priamo intuitívne pochopiteľný, je to abstraktná entita, ku ktorej môžeme dospieť istou zámernou úvahou.

Toto Fregeho zavedenie umožňuje identifikovať abstraktný objekt („smer“) ako ten istý aj v rámci iných opisov.

5.3 Idealizácia

Vedci zväčša neproblematizujú fenomény či udalosti ako jednotliviny, ale ako javy, ktoré sú organizované podľa istých pravidiel a vzorov a sú interpretované istými teóriami. Preto je idealizácia skúmaných objektov nevyhnutná, ak chceme komplexné systémy zachytiť v podobe teoretických deskripcií. Niekedy sa dokonca stáva, že teoretické vymedzenia protirečia opisom fenoménov, ktoré mali vysvetľovať. Príkladom sú Keplerove zákony pohybu planét, ktoré opisujú kinetické vlastnosti planét v heliocentrickej sústave, pričom tento model je „šitý na mieru“ rozsiahlym meraniam, ktoré zhromaždil T. de Brahe (Ladyman 2008). Presné elipsovité dráhy opísané Keplerom sú tiež v skutočnosti nereálne, ak berieme do úvahy gravitačné pôsobenia medzi planétami a slnkom a medzi planétami navzájom. Preto P. Duhem chápal fyzikálne pojmy ako abstraktné a symbolické formuly, ktoré opisujú len imaginárne konštrukty. Napríklad vo fyzike sa využíva matematická idealizácia kontinua reálnych čísel, keď sa fyzikálne veličiny chápu ako reálne čísla. Pre kontinuum reálnych čísel však platí, že ktorýkoľvek interval medzi prvkami tohto kontinua určíme, bude mať toľko prvkov ako iný konečný interval v rámci tohto matematického modelu, pričom ich extenzia môže byť rôzna. Aby sme mohli uplatniť matematickú idealizáciu kontinua reálnych čísel v rámci fyzikálnych teórií, musíme teda chápať časopriestor ako kontinuum, čo však môže byť zdrojom nepresností, pretože štruktúra časopriestoru je v skutočnosti diskretná. Napríklad teleso, ktoré je vo vzťahu k zemskému povrchu v pokoji, je opisované ako inertné (pričom vieme, že Zem a všetko, čo na nej spočíva, v skutočnosti rotuje). Takáto idealizácia je možná len vtedy, ak sú rozmery uvažovaného telesa zanedbateľné v porovnaní s priemerom Zeme, takže z perspektívy tohto telesa sa povrch Zeme javí ako dokonale plochý.

Ďalším príkladom využívania idealizácie vo vede je skutočnosť, že fyzikálne štruktúry sú chápané ako podliehajúce presným symetriám. Symetria vo fyzike značí invarianciu, stálosť v rámci meniacich sa podmienok a transformácií. Napríklad valec zostáva invariantný pri rotácii okolo svojej osi. Guľa má ešte väčší stupeň symetrie, preto ostáva invariantná pri rotáciách okolo ktorejkoľvek svojej centrálnej osi. Podobne aj vedecké zákony sa vyznačujú symetriou, platia v rôznych referenčných rámcoch. Príkladom môže byť Einsteinov princíp relativity, ktorý tvrdí, že fyzikálne zákony musia byť rovnaké pre akýchkoľvek dvoch pozorovateľov pohybujúcich sa konštantnou rýchlosťou jeden vzhľadom k druhému. Môžeme rozlíšiť niekoľko druhov symetrií: globálnu a lokálnu, kontinuálnu (spojitú) a diskretnú (nespojité), geometrickú a vnútornú (Morrison 2008). Globálne symetrie sú symetrie, na ktoré nevlplyva pozícia v priestore a čase. V prípade lokálnych vnútorných symetrií sa rotácie častíc poľa menia z miesta na miesto, takže v rámci rôznych pozícií v priestore nemusia symetrie vzájomne korešpondovať. Príkladom diskretnej symetrie je rotácia trojuholníka či štvorca alebo symetrický odraz v zrkadle.

Idealizácia sa usiluje zjednodušiť a prispôbiť skúmané javy natoľko, aby nestratili svoj empirický potenciál. Je však ťažké stanoviť kritériá, ktoré by odčleňovali legitímnu idealizáciu od nereálneho výmyslu. McMullin pokladá za zakladateľa metódy vedeckej idealizácie Galilea a tvrdí, že v jeho intenciách môžeme rozlišovať dva spôsoby idealizácie: buď zjednodušíme pojmovú reprezentáciu objektu, alebo idealizujeme priamo danú problémovú situáciu. Prvý spôsob nazýva *konštruktovou* idealizáciu a je ňou napríklad taký typ zjednodušenia, ktorý opisuje visiaci objekt s istou hmotnosťou ako uzatvárajúci s miestom upevnenia pravý uhol. Konštruktová idealizácia sa uplatňuje najmä pri vytváraní vedeckých modelov a McMullin v rámci nej rozlišuje formálnu a materiálnu idealizáciu. Formálny typ sa uplatňuje pri konštruovaní matematických modelov zjednodušením istých faktorov, často aj relevantných v danej situácii (Slnko sa chápe ako nehybný objekt pri

vypočítavaní orbitov obiehajúcich planét, aj keď sa jeho pohyb v konečnom dôsledku odráža na dráhach týchto planét). Materiálny typ idealizácie je taký, v ktorom sa eliminujú všetky irelevantné faktory (napríklad materiálne zloženie Slnka, ktoré nemá vplyv na jeho gravitačné pôsobenie v rámci Slnčnej sústavy). Druhý spôsob je *kauzálna idealizácia* (McMullin 1983). V tomto prípade sa zjednodušuje kauzálne pôsobenie, vzájomné kauzálne interakcie, ktoré sú väčšinou spleťou mnohých účinných príčin. Takáto simplifikácia sa môže uskutočňovať v rámci experimentálnych podmienok, keď zámerne eliminujeme pôsobenie istých kauzálnych síl (ide o experimentálnu kauzálnu idealizáciu). Zjednodušený model vplyvu kauzálnych síl môžeme konštruovať aj v myšlienkovom experimente alebo pri uvažovaní o hypotetických možnostiach.

N. Cartwrightová (Cartwright 1983) špecifikuje rozdiel medzi idealizáciou a abstrakciou. Idealizáciou chápe také zjednodušenie, ktoré manipuluje (teoreticky či experimentálne) s konkrétnymi objektmi či reálnymi situáciami s cieľom selektovať dôležité vlastnosti a pôsobenia a podať ich explanáciu. Abstrakcia je akoby vyšším stupňom idealizácie, pretože v rámci nej sa eliminujú aj materiálne vlastnosti objektov (napríklad ich zloženie), prípadne sa odhlíada od istých typov kauzálneho pôsobenia. Preto v prípade abstrakcie už uvažujeme o viac-menej nereálnych či fiktívnych objektoch. Tento typ objektov je dôležitý pre možnosť postulovať všeobecné prírodné zákony. Niektorí autori chápu idealizáciu skôr ako predikciu istých vlastností objektov než ako referencie na fiktívne objekty (v zmysle Platónovho idealizmu). Ak hovoríme o elektróne ako o hmotnom bode, idealizácia smeruje ku konštatovaniu relevantných vlastností elektrónu, ku ktorým nepatrí jeho priestorová dimenzia. Naopak, také vlastnosti ako kvantita, spin, náboj a iné ostávajú zachované ako relevantné vo vzťahu k termínu elektrón.

Využívanie idealizácií pri formulovaní modelov vo vede nadobúda stále väčšiu dôležitosť. Idealizácie a na základe nich vytvorené modely sa chápu ako samotné jadrá vedeckého poznania, pričom teórie slúžia ako nástroje na ich formulovanie.

5.4. Odporúčaná literatúra

CARTWRIGHT, N.: *How The Laws of Physics Lie*. Oxford: Clarendon Press 1983, s. 54 – 74.

JONES, A., L.: *Inductive and Deductive Logic. An Introduction to Scientific Method*. New York: Henry Holt and Company 1909, s. 45 – 66.

LADYMAN, J.: Idealization. In: PSILLOS, S. and CURD, M. (eds.): *The Routledge Companion to Philosophy of Science*. New York: Routledge 2008, s. 356 – 366.

MCMULLIN, E.: Galilean Idealization. In: *Studies in History and Philosophy of Science*, 16, 1985, s. 247 – 273.

6. Modely a analógie

Kľúčové slová: *model, reprezentovanie, druhy modelov, analógia, metafora*

6.1 Úvod

Teoretický model je štruktúrovaným súborom teoretických predpokladov o cieľovom objekte X, ktorý predstavuje východisko skúmania objektu X. Výber teoretických predpokladov je určený zásadnými podobnosťami (analógiami) medzi cieľovým objektom X a iným známym objektom Y.

Vedecký model má väčšinou povahu kvantitatívneho matematického modelu. Hlavnou funkciou modelu je reprezentovať poznávaný objekt. V súvislosti s touto funkciou vyvstáva množstvo otázok: Ako modely vznikajú a aké sú ich konštitučné prvky? Akým spôsobom sa môže model vzťahovať k realite a reprezentovať ju? Do akej miery môže idealizácia ovplyvniť jeho reprezentujúcu funkciu? V akom zmysle je model novým zdrojom poznania?

6.2 Modely a ich druhy

Vedecký model nie je možné chápať ako presnú repliku jeho objektu, ale ako idealizovanú a abstraktnú reprezentáciu. Model selektívne

reflektuje len niektoré vlastnosti zobrazovaného predmetu. Napríklad architektonický model budovy zobrazuje takmer výlučne priestorové dispozície, pričom infraštruktúru objektu nerieši. Hlavnou črtou rôznych typov modelov je ich reprezentujúca funkcia, ktorá je určovaná kognitívnymi procesmi idealizácie a abstrakcie (viď časť 4).

Reprezentujúca funkcia modelu je výsledkom jeho troch parciálnych funkcií (Kühne 2005):

- funkcie mapovania, ktorá sprostredkuje vzťah medzi modelom a jeho originálom
- reduktívnej funkcie, na základe ktorej model odráža len relevantné vlastnosti objektu
- pragmatickej funkcie, ktorá zabezpečuje využiteľnosť modelu v praxi

Model nemôže byť jednoduchou kópiou predmetu, pretože by tak rezignoval na svoju reduktívnu funkciu. Podobne nie je len deskripciou, pretože je formulovaný s ohľadom na určitý účel. Ak by sme napríklad vytvorili model veľmi komplexného systému, ktorý by bol rovnako komplexný, strácal by zmysel. Model komplexného systému musí byť primárne zjednodušením.

Psychológ K. Craik zaviedol pojem mentálneho modelu. Chápal ho ako psychologickú reprezentáciu skutočných alebo hypotetických situácií, ktorá má podobu akejsi zmenšenej mierky reality a ktorej cieľom je podporiť a stimulovať kognitívne procesy uplatňujúce sa pri vysvetľovaní javov (Craik 1943). Mentálny model je konštruovaný v pracovnej pamäti ako výsledok procesu vnímania, myslenia alebo predstavovania si. Dôležitá je predovšetkým jeho štruktúra, ktorá by mala korešpondovať so štruktúrou objektu, ktorý reprezentuje. P. Johnson-Laird postuluje rozdiel medzi mentálnym modelom a inou mentálnou reprezentáciou, ktorá má podobu propozičnej reprezentácie. Pri tvrdení: „Trojuholník je na pravo od kruhu“ je v prípade propozičnej reprezentácie pozornosť sústredená na syntaktickú štruktúru tohto výroku (na pozíciu predikátu, subjektu a objektu). Propozičná reprezentácia má syntaktickú štruktúru a je základom jazyka myslenia (ang. language of

thought). Na rozdiel od toho mentálny model reprezentuje priestorovú štruktúru, ktorá je izomorfná s aktuálnou priestorovou dispozíciou medzi dvoma objektmi. Model „excerpuje“ z reality to, čo je spoločné všetkým prípadom, keď je trojuholník na pravo od kruhu. Veľkosť objektov, ich vzájomná vzdialenosť a postavenie sa môžu sekundárne dopĺňať, čím sa model konkretizuje (Johnson-Laird 1999). Konštruovanie modelu na základe propozičných reprezentácií je časťou kognitívneho procesu porozumenia. Na základe tohto procesu môžeme vytvárať analógie a objavovať súvislosti. Mentálny model ako výsledok percepcie a hľadania analógií predstavuje bázu pre vyššie kognitívne činnosti (napr. pre argumentáciu). Vytváranie modelov zo samotných modelov je základom metareprezentácie, ktorá je kritickou podmienkou existencie vedomia.

Vo vedeckom skúmaní sa využíva niekoľko typov modelov:

- ikonické, alebo škálové modely – reprezentujú objekty ako idealizované a abstraktné štruktúry (napríklad model molekuly DNA)
- analogické modely – reprezentujú objekty na základe analógie, ktorá je založená na vzťahu podobnosti medzi vlastnosťami modelu a vlastnosťami jeho objektu
- matematické alebo abstraktné modely – reprezentujú svoje cieľové objekty pomocou formálneho jazyka matematiky

Rozdiely medzi rôznymi typmi modelov teda spočívajú v rôznom spôsobe realizácie reprezentačnej funkcie (Portides 2008).

6.3 Analógie

Grécky pôvod slova analógia indikuje jeho primárny význam – proporcia. Proporcionalita sa týka napríklad číselných vzťahov – vzťah 2 k 4 je proporcionálny ku vzťahu 4 k 8. Analógia poukazuje na podobnosť vzťahov v rámci rôznych domén. Základná schéma analógie je: A je vo vzťahu k B ako C je vo vzťahu k D. Dve situácie sú analogické, ak majú spoločný vzorec vzťahov medzi ich konštituentmi aj napriek tomu, že sa samotné konštitutívne elementy

v jednotlivých situáciách líšia. Napríklad elektróny sú vo vzťahu k atómovému jadrú ako sú planéty vo vzťahu k Slnku. Ch. Darwin využil analógiu pri porovnávaní procesu kultivácie plodín v poľnohospodárstve a procesu prirodzeného výberu. Analogické myslenie využíva existenciu proporcionálnych vzťahov medzi východiskovým a cieľovým systémom a na tomto základe odvodzuje pravdepodobné nové vlastnosti cieľového systému. Analógia je teda formou induktívneho usudzovania. Je založená na asymetrii medzi pôvodným poznaním a novým poznaním. Môže vychádzať z formálnej alebo z materiálnej podobnosti. Formálna analógia reflektuje štrukturálnu proporcionalitu, pričom nevyžaduje (na rozdiel od materiálnej) identitu alebo podobnosť atribútov porovnávaných prvkov. Príkladom formálnej analógie môže byť orbitálny pohyb elektrónov a planét, ktorého zdrojom sú príťažlivé sily. Považba týchto síl je však rozdielna (v prípade elektrónov ide o elektromagnetickú silu, v prípade planét o gravitačnú silu). Preto v tomto prípade uvažujeme o podobnosti javov a nie o ich identite (materiálna analógia). M. Hesse rozlišuje tri druhy materiálnych analógií: pozitívne analógie (identifikujú spoločné vlastnosti dvoch rôznych systémov), negatívne analógie (identifikujú vlastnosti, ktoré odlišujú jeden systém od druhého) a neutrálne analógie (identifikujú vlastnosti, o ktorých doteraz nevieme, či budú predstavovať pozitívne alebo negatívne analógie, o ktorých sa ale predpokladá, že budú spĺňať jeden z týchto prípadov). Príkladom neutrálnej analógie je tvrdenie: Y môže hrať heuristickú rolu pri odhaľovaní ďalších vlastností X (Hesse 1967).

Analógia má široké uplatnenie v rámci konštruovania model, pretože napomáha ich explanačnej funkcii. Explanácia je v istom zmysle prechodom od niečoho neznámeho k niečomu známemu. Analógie umožňujú priblížiť nové poznatky ich prirovnaním k niečomu, čo je už známe. Vo vedeckom skúmaní sa analógie uplatňujú aj pri zavádzaní nových pojmov, keď sa poukazuje na podobnosti s už existujúcimi pojmami, vytvárajú sa súvislosti medzi „starými“ a novými pojmami a tým sa indikuje ich pozícia v platnom systéme.

Takýmto spôsobom môže analogické myslenie viesť k formulovaniu nových zákonov a modifikácii teórií – ak identifikujeme podobnosti medzi dvoma fenoménmi (napríklad elektromagnetické a gravitačné sily), pričom zákony, ktoré determinujú jeden z nich sú známe, potom môžeme predpokladať, že analogické zákony budú platiť aj pre druhý jav, pričom stupeň pravdepodobnosti platnosti tohto predpokladu závisí od stupňa analogickosti porovnávaných javov. Podobnosť sa môže prejavovať ako podobnosť vzťahov (napríklad interferencia vo vlnách na vode a v svetelných vlnách) a ako podobnosť objektívnych vlastností (napríklad kyslík aj hélium majú pri izbovej teplote plynné skupenstvo) (Bailer-Jonesin 2002). Princíp analógie sa uplatňuje aj na samotné modely. Tento proces môže vyústiť do koncipovania širších a abstraktnejších schém, ktorých prípady sú jednotlivé modely. Napríklad Darwinove využitie analógie pri formovaní koncepcie prirodzeného výberu viedlo k vzniku ešte širšej generalizácie – k teórii výberu, ktorá našla uplatnenie na poli ekonomických vied, genetiky či umelej inteligencie (Holyoak 2005).

Model môže byť založený na analógii, ale nie je ňou vyčerpávajúco určený. Pri evaluácii modelu nie je kritériom miera jeho analogickosti k reprezentovanému predmetu, ale to, či nám model umožňuje istým spôsobom uchopiť skúmaný predmet a interpretovať tak získané empirické dáta. Vzťah medzi modelom a analógiou je teda taký, že analógia napomáha konštruovaniu modelu, ale cieľom modelu nie je vytvoriť analogickú realitu k empirickým dátam.

6.4 Modely a metafory

Model je istou interpretáciou empirických javov a ako taký je aj ich parciálnou deskripciou. Účelom modelu nie je pokryť všetky aspekty skúmaných javov podobne, ako je to v prípade metafory (aj keď tá nemusí byť nevyhnutne interpretáciou). Hlavnou funkciou metafory je preniesť význam výrazu z „domácej“ oblasti aplikácie do cieľovej oblasti. Niektoré vedecké modely sa môžu analyzovať

vo vzťahu k ich metaforickej funkcii, pretože zahŕňajú transfer pojmov zo známej do neznámej oblasti (napríklad v prípade umelých neurónových sietí). Metaforický model sa ukazuje ako veľmi účelný najmä pri koncipovaní nových teórií a zavádzaní nových entít, keď nedisponujeme žiadnou „zaužívanou“ terminológiou, ktorú by sme mohli využiť (napríklad v prípade teórií kvantovej mechaniky, teórii čiernych dier a podobne). Metaforické výrazy sa aplikujú v prípade, ak sú dve usúvzťažňované oblasti chápané ako isté štrukturálne analógie. Napríklad výrazný pokrok vo vysvetľovaní ľudských kognitívnych schopností v rámci kognitívovedného výskumu predstavovalo prijatie tzv. počítačovej metafory. Ľudský mozog a ľudská myseľ sa vysvetľujú na základe podobnosti vzťahu medzi hardwarom a softwarom, ktorý funguje vo výpočtových mechanizmoch. Zavedenie tejto metafory umožňuje vyhnúť sa dlho diskutovanému problému dvoch na sebe nezávislých substancií – telesnej a duševnej.

6.5 Odporúčaná literatúra

- KÜHNE, T.: *What is Model?* [online]: <http://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2005/23>.
- CRAIK, K.: *The Nature of Explanation*. Cambridge: Cambridge University Press 1943, s. 30 – 41.
- JOHNSON-LAIRD, N., P.: Mental models. In: WILSON, R., A., KEIL, C., F. (ed.): *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*. Cambridge: The MIT Press 1999, s. 185 – 209.
- HESSE, M.: Models and Analogy in Science. In: EDWARDS, P. (ed.): *The Encyclopedia of Philosophy*. New York 1967, s. 57 – 101.

7. Reduktívna metóda

Kľúčové slová: *redukcia, jednota vedy, unifikácia, eliminácia, typy redukcie*

7.1 Úvod

Základy reduktívnej metódy môžeme nájsť v mechanistickej vede sedemnásteho storočia, ktorá stanovila jednu z kľúčových podmienok vedeckej explanácie. Objekty, ktoré pozorujeme v prírodnom svete musia byť vysvetlené na úrovni častíc, z ktorých sú zložené. Z tohto postulátu vyplýva, že väčšie celky sú adekvátne vysvetliteľné redukovaním na častice, z ktorých sa skladajú. Explanácia sa týka správania týchto častíc a vzťahov medzi nimi. Takéto chápanie vedeckého vysvetľovania sa označuje pojmom redukcionizmus.

Reduktívne explanácie vychádzajú z predpokladu prirodzeného hierarchického usporiadania pozorovaných javov, ktoré sa odráža v organizácii vedeckého poznávania. Preto rozlišujeme množstvo vedeckých disciplín, ktoré sú rovnako organizované hierarchicky – od psychologických a spoločenských vied až k fyzike elementárnych častíc. Každý z týchto „stupňov“ vedeckého vysvetľovania má svoj vlastný slovník, súbor explanačných princípov a metód skúmania, ktoré spolu vytvárajú akúsi samostatnú ontológiu danej oblasti. Niektorí vedci uvažujú o možnosti vytvorenia tzv. teórie všetkého, ktorá by s minimom explanačných princípov (fundamentálnych zákonov) vysvetľovala maximum pozorovateľných javov. V štrnástom storočí sformuloval W. Ockham princíp reduktívneho

vysvetľovania, ktorý je známy ako „Ockhamova britva“. Podľa tohto princípu ekonomickosti vysvetľovania by sa súcna nemali znásobovať, pokiaľ to nie je nevyhnutné (entia non sunt multiplicanda sine necessitate).

7.2 Proces unifikácie a problém jednoty vedy

Mnohí vedci vidia základné smerovanie vedy ako cestu k vytvoreniu jediného teoretického systému, ktorý by systematizoval všetko dostupné poznanie.² Toto smerovanie by malo vyústiť do vytvorenia jednotnej (unifikovanej) vedy. Problematickým je však samotný proces unifikácie. Názory na spôsob, akým unifikáciu dosiahnuť sa líšia. V zásade môžeme rozlíšiť dva spôsoby unifikácie: (1) typovú a na základe podobnosti (typová unifikácia, TU); (2) na základe funkčného spojenia a koordinácie (konjunktívna unifikácia, KU) (Jones 2004). V prvom prípade je unifikácia založená na preukázaní spoločných vlastností, podobností. V druhom prípade sa unifikácia chápe ako preukázanie prepojenia a funkčného podmieňovania medzi rôznymi entitami.

Existujú rôzne stupne podobnosti a rôzne stupne prepojenosti. Slabým typom konjunktívnej unifikácie je zlúčenie skupiny objektov, ktoré sú spojené priestorovým rozmiestnením (napríklad pri vytváraní obcí, miest, krajov, štátov a pod., pri vytváraní zemepisných lokalít) alebo časovou súbežnosťou (napríklad pri koncipovaní historických období). Silným typom KU je vysvetľovanie rôznych udalostí ako kauzálne podmienených, alebo organizovaných do širších integrovaných funkčných systémov. Medzi týmito dvoma hraničnými typmi KU existuje množstvo medzistupňov, keď sa medzi rôznorodými fenoménmi, ktoré boli považované za vzájomne nesúvisiace, postupne objavujú súvislosti a funkčné podmieňovania.

² Zjednocujúcu tendenciu podporili najmä C. Hempel teóriou deduktívno – nomologickej explanácie (Hempel 1965) a E. Nagel (Nagel 1961) modelom redukčného vysvetľovania.

V prípade typových unifikácii ide o preukázanie, že na pohľad odlišné entity alebo vlastnosti sú zlučiteľné pod jeden všeobecný typ. Najsilnejším typom TU je reduktívna identifikácia, kde sa skúmaný fenomén vysvetľuje na základe identifikácie s iným fenoménom v rámci explanačne silnejšej teórie, čím sa v podstate eliminuje. Príkladom je Maxwellova teória elektromagnetizmu, ktorá vysvetľuje svetlo takým spôsobom, že ho identifikuje s elektromagnetickým žiarením (viď časť 6.4). Naopak slabým typom TU je preukázanie, že rozličné objekty sú súčasťou širšej kategórie objektov, ktoré majú isté vlastnosti spoločné. Ešte slabším spôsobom unifikácie na základe typovej podobnosti je preukázanie, že rôzne objekty sú členmi širšej skupiny, no nie na základe súboru podobných vlastností, ale pretože každý člen je na základe istej podobnosti spojený s centrálnym prototypom (príkladom je druh rýb, v ktorom sú jednotlivé čelade združené na základe minimálneho množstva znakov spoločných s prototypom). Typová unifikácia môže byť určená na základe interných alebo externých podobností. Napríklad členovia skupiny „stavovce“ sú združení do jednej skupiny na základe spoločnej internej vlastnosti (majú chrbtovú kosť). Naopak členovia skupiny „gén“ sú zjednotení na základe spoločnej externej vlastnosti, ktorou je spôsobovanie istých účinkov v rámci vyvíjajúcich sa organizmov, pričom podobnosti vo vnútornej štruktúre sú druhořadé (Jones 2008). Funkčné vlastnosti, na základe ktorých sú objekty združené do jednej skupiny môžu byť realizované rôznymi spôsobmi, teda v rámci rôznych vnútorných organizácií.

Iným spôsobom unifikácie prírodných javov je ich zjednotenie na základe vlastnosti, ktorá im chýba, pričom v ostatných vlastnostiach sa môžu navzájom líšiť. Napríklad identifikovanie rôznych druhov psychických ochorení je založené na tomto spôsobe klasifikácie (napríklad ochorenie nazývané „prosopagnózia“ je charakterizované neschopnosťou subjektov, ktorí týmto ochorením trpia, rozpoznať vlastnú tvár). V prípade interteoretických redukcií, ktoré sú v rámci vedeckého vysvetľovania veľmi efektívne sa aplikujú typové aj konjunktívne unifikácie. Na základe funkčnej kooperácie

je možné začleniť rôznorodé fenomény do jednotného explanačného rámca (KU), no tento proces často predpokladá identifikovanie podobností medzi fenoménmi na nižšej úrovni (TU).

Okrem unifikácie, ktorá sa týka predmetov skúmania, môžeme vyčleniť aj unifikácie na úrovni metód skúmania (tzv. epistemologická unifikácia) a na úrovni spôsobu a cieľa vedeckého vysvetľovania (tzv. normatívna unifikácia).

Problematika unifikácie vedeckého vysvetľovania je značne zložitým a komplexným problémom, no zároveň je práve možnosť opísať na základe obmedzeného množstva explanačných princípov správanie rozsiahleho množstva pozorovaných javov jedným zo zdrojov prudkého rozvoja a efektivity vedeckého poznávania.

7.3 Redukcia a eliminácia

Reduktívna explanácia je v princípe založená na určení istého typu vzťahu medzi rôznymi entitami. V súvislosti s reduktívnym vysvetľovaním môžeme rozlíšiť dva základné problémy pri určovaní tohto vzťahu: (1) medzi akými typmi entít môžeme indikovať reduktívny vzťah, (2) aká je povaha tohto reduktívneho vzťahu.

Reduktívne vysvetľovanie sa môže týkať buď udalostí, javov, vlastností, objektov (ontologická redukcia), alebo teórií, pojmov, modelov, schém (epistemologická redukcia). Okrem tohto členenia môžeme rozlíšiť aj rôzne stupne vedeckej redukcie: (1) redukcie v rámci jednej úrovne (vrátane interteoretických jednoúrovňových redukcií), (2) abstraktné medziúrovňové redukcie (vysvetľovanie vlastností vyššej úrovne na základe vlastností nižšej úrovne), (3) priestorové medziúrovňové alebo silné redukcie (vedecká explanácia sa sústreďuje na opis správania elementárnych fyzikálnych častíc) (Sarkar 1998).

Jednoúrovňové redukcie nevychádzajú z postulovania hierarchickej organizácie objektu skúmania. Najčastejšie sú to tzv. sukcesívne či následné redukcie, pri ktorých sa „stará“ vedecká teória nahrádza „novou“ teóriou, pričom sa obe teórie týkajú rovnakej úrovne vysvetľovania. Určujúce sú vzťahy medzi teoretickými štruktúrami, pričom redukcie majú skôr podobu derivácií (zahŕňajúcich aproximácie) ako podobu deduktívnych argumentov. Uplatňujú sa najmä v rámci matematických modelov.

Medziúrovňové redukcie sú podmienené postulovaním abstraktných úrovní organizačnej štruktúry skúmaného fenoménu. Pri tomto type redukcie nejde o vzťah medzi teóriami, (nehľadajú sa podobnosti, či odlišnosti medzi teóriami). Majú skôr podobu premostujúcich zákonov (ang. bridge laws), pretože objekty, vlastnosti, vzťahy sa vysvetľujú špecifikovaním kvalitatívne odlišných mechanizmov nižšej úrovne. Takéto vysvetlenia majú kompozičný charakter, pretože existujú vysvetlenia na nižšej a vyššej úrovni, ktoré sa vzťahujú k tomu istému fenoménu. Medziúrovňová redukcia neznamena elimináciu jednotlivých úrovní. Pojmy, entity alebo vzťahy z vyššej úrovne sa „nerozpustia“ v pojmoch, entitách a vzťahoch nižšej úrovne, len sa transformujú, rozširujú, zúžia alebo iným spôsobom pozmenia.

Priestorové medziúrovňové redukcie sú kompozitné, pričom vysvetľujúce princípy sú formulované na úrovni fyzikálneho priestoru. Príkladom je teória génu, ktorá sa na základe medziúrovňovej redukcie transformovala do teórie DNA, alebo teória tepla, ktorá sa transformovala do teórie strednej kinetickej energie.

Klasickou teóriou interteoretických redukcií je koncepcia T. Nagela. Nagelov model redukcionistickej explanácie je verziou deduktívno – nomologických explanácií. Explanandum je v tomto prípade zákon, ktorý má byť redukovaný. Ide tu o vzťah medzi dvoma zákonmi. Úspešná interteoretická redukcia je podmienená dvoma dodržaním dvoch princípov: princípom dedukovateľnosti (ang. the condition of deducibility) – zákony jednej teórie musia byť odvoditeľné zo zákonov druhej teórie a princípom prepojitelnosti (the condition of connectability) – termíny v dvoch teóriách musia byť

prepojené premostujúcimi zákonmi (Nagel 1961). Nagelova teória interteoretickej redukcie je koncipovaná ako epistemologická a nie ontologická koncepcia. J. Searle v tejto súvislosti rozlišuje niekoľko typov redukcie: a) ontologickú redukciu – je to silný typ redukcie (napríklad v prípade definovania vody ako molekuly H₂O), b) ontologickú redukciu vlastností – istá vlastnosť objektu je vysvetlená v rámci vlastností nižšej úrovne (napríklad keď vlastnosť „mať istú teplotu“ definujeme ako vlastnosť „mať istú priemernú kinetickú energiu“), c) teoretická redukcia – je jednoúrovňová redukcia medzi rôznymi vedeckými teóriami (napríklad zahrnutie Newtonových pohybových zákonov pod všeobecnú teóriu relativity), d) definičná redukcia – týka sa možnosti redukovať definície pozostávajúce zo slov a viet, ktoré referujú na rovnaký objekt, e) kauzálna redukcia – kauzálne pôsobenia redukujúcej entity majú väčšiu explanačnú silu ako kauzálne pôsobenia redukovanej entity (Searle 2000).

P. Oppenheim a H. Putnam vytvorili koncepciu redukcie všetkých objektov na fyzikálne objekty – elementárne častice, ktorá je založená na striktno hierarchickom usporiadaní okolitej reality (od elementárnych častíc cez atómy, molekuly, bunky, mnohobunkové organizmy atď.). Základná úroveň (n) elementárnych častí pozostáva z istého počtu konštituuujúcich prvkov, pričom najbližší vyšší stupeň reality (n+1) je vytvorený štrukturalizáciou prvkov úrovne (n) (Oppenheim 1958).

7.4 Odporúčaná literatúra

- HEMPEL, C.: *Aspects of Scientific Explanation*. New York: Free Press 1965, s. 101 – 118.
- JONES, T.: Reduction and Anti-Reduction: Rights and Wrongs. In: *Metaphilosophy* 25: 2004, s. 614 – 647.
- SARKAR, S.: REDUCTION. In: PSILLOS, S., CURD, M.(ed.): *The Routledge Companion to Philosophy of Science*. New York: Routledge 2008, s. 424 – 434.
- OPPENHEIM, P., PUTNAM, H.: The unity of science as a working hypothesis. In: FEIGL, H. (ed.): *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. 2. Minneapolis: Minnesota University Press 1958, s. 3 – 36.

8. Pozorovanie

Kľúčové slová: *vedecký fakt, empirické kritérium, pozorovateľ, kvantové javy, nesúmerateľnosť*

8.1 Úvod

Vedecké pozorovanie je vo výskumnej praxi charakterizované takými znakmi, ako sú systematickosť, aktívnosť, plánovitosť, kontrolovanosť a pod. V zásade by sme mohli vedecké systematické pozorovanie rozdeliť na kategorizované a nekategorizované, ktoré sa ďalej delí podľa stupňa zúčastnenosti pozorovateľa.

Kategorizované či kontrolované pozorovanie je štruktúrované na základe istých štandardov a systematizujúcich nástrojov (schémy, normy, dotazníky, postupy a pod.). Priame systematické pozorovanie je také, pri ktorom je pozorovateľ prítomný ako jeho súčasť na rozdiel od sprostredkovaného pozorovania, ktoré využíva údaje zhromaždené niekým iným (dokumenty, archívne materiály, laboratórne protokoly, záznamy a pod.). Pri posudzovaní hodnovernosti pozorovania sa vychádza z takých kritérií, ako sú typ kontaktov s pozorovaným fenoménom, stupeň štruktúrovanosti pozorovania, čas a dĺžka uskutočneného pozorovania, jeho frekvencia. Zvažujú sa aj podmienky, za ktorých sa pozorovanie uskutočnilo (Juszczyk 2003).

8.2 Problém faktov

Niektorí teoretici vedy označujú ako kľúčový faktor vzniku modernej vedy nový postoj k pozorovaniu – pozorovaným empirickým faktom sa prikladá vážnosť a stávajú sa základom vedeckého skúmania. Tento „prerod“ sa odohral na začiatku sedemnásteho storočia, keď sa fakty chápu intuitívne ako: a) priamo prístupné pozornému, nezainteresovanému pozorovateľovi médiom zmyslov, b) predchádzajúce akúkoľvek teóriu, c) konštituujuce pevný a spoľahlivý základ pre vedecké poznanie (Chalmers 1999). Nik nespochybňoval existenciu priamo prístupných údajov o svete, ktoré sú nám sprostredkované zmyslami a ktoré sú rovnaké pre rôznych pozorovateľov, uskutočňujúcich pozorovanie z toho istého miesta. Vďaka tomu veda v tomto období predstavovala oblasť relatívne stabilnej zhody v základných charakteristikách empirickej reality. Rozdiel medzi každodenným vnímaním a vedeckou zmyslovou skúsenosťou bol daný len podrobnejším a presnejším vnímaním (prípadne používaním istých prístrojov slúžiacich na rozšírenie možností priameho pozorovania). Objekty pozorovania konštituovali v rámci skúsenosti nespochybniteľné dáta, v ktorých sa vyjavovala ich pravá podstata. Dáta „diktovala“ sama príroda, preto bol ich status objektívny. V období prevládajúcej teórie logického pozitivizmu (dvadsiate a tridsiate roky 20. storočia) sa to, čo je pozorovateľné, stalo kritériom zmysluplnosti (angl. meaningful) vedeckých výrokov. Vedeckým jazykom bol observačný jazyk, ktorého termíny sa vzťahovali len na priamo pozorovateľné vlastnosti objektov (Ayer 1936). V prípade psychológie by sa teda vedecký výrok nevzťahoval na mentálne stavy, ale na behaviorálne prejavy. Tento spôsob vedeckého opisu sa však neujal, pretože istá miera abstrakcie a idealizácie bola v rámci vedeckej konceptualizácie sveta nevyhnutná. Preto sa v rámci deduktívno–nomologického explanačného modelu a hypoteticko–deduktívneho modelu konfirmácie vedeckých teórií využívali teoretické pojmy, ktoré neboli viazané na pozorovateľné fenomény. Na vedeckú teóriu sa však

kládla požiadavka, aby z nej bolo možné odvodiť observačné výroky, ktoré by podliehali empirickému testovaniu. Potvrdený observačný výrok, ktorý bol dedukovaný z hypotézy, sa stal meradlom pravdivosti tejto hypotézy (prípadne vedeckej teórie) a predstavoval kritérium, na základe ktorého bolo možné hodnotiť konkurujúce si teórie.

Počas ďalšieho vývoja vedeckej metodológie sa však empirické kritérium faktu či dáta ukázalo ako značne problematické (Démuth 2013). Problém identifikácie pozorovateľného faktu môžeme ilustrovať na prípade teórií o vedomí. Ľudské vedomie je fakt, ktorého existenciu azda nik nepopiera. Ak by sme sa ale bližšie zamysleli nad otázkou, aký empirický fakt pozorujeme, keď pozorujeme ľudské vedomie, zistíme, že ide o komplikovaný problém. Ide tu totiž zjavne o pozorovania dvojakého druhu: v závislosti od subjektívnej alebo objektívnej perspektívy sledujeme buď fyziologické procesy, alebo osobné skúsenosti. „Čo nás teda vedie k tomu, že dva súbory pozorovaní pokladáme za pozorovania tej istej udalosti?“ (Place 1956, 70).

Aby sme mohli medzi vedomím a procesmi v mozgu konštatovať identitu, musíme vylúčiť možnosť, že medzi nimi jestvuje kauzálny vzťah ako medzi dvoma svojbytnými entitami. Napríklad v prípade fotosyntézy sledujeme kauzálne pôsobenie svetla na rastlinu. Rastlina sa evolučne vyvinula tak, aby v nej svetelná energia vyvolala proces fotosyntézy. Bolo by však nezmyslom na základe toho tvrdiť, že svetlo a fotosyntéza sú totožné. Každému je jasné, že tu ide o dva odlišné javy spojené na základe princípu príčiny a účinku. Ako vylúčime možnosť, že podobný vzťah existuje aj medzi mozgom a vedomím? Čo je teda objektom pozorovania, keď pozorujeme vedomie?

Ďalším problémom je samotný proces pozorovania. Ten už dnes zďaleka nepredstavuje pasívny prístup k okolitému daniu, bez akejkoľvek manipulácie s ním (Démuth 2013). Súbor dát každodenného vnímania a vedeckého pozorovania dnes tvoria takmer disjunktné množiny. V súčasnosti sa stáva problematickým aj sám status pozorovateľných vecí – čo je a čo nie je pozorovateľné? Vo vedeckom skúmaní sa pozornosť sústreďuje na objekty veľkosti

desať na mínus tridsiatu metra a na časové dĺžky desať na mínus štyridsiatu sekundy. Tieto rozmery a trvania sú nielenže priamo nepozorovateľné, ale udalosti odohrávajúce sa v mikrosvete sú často až kontraintuitívne vzhľadom na našu každodennú skúsenosť.

8.3 Problém pozorovania v teórii kvantovej fyziky

V rámci kvantovej teórie poľa, ktorá spája kvantovú mechaniku, Maxwellovu elektrodynamiku a Einsteinovi špeciálnu teóriu relativity, sa ukazuje status pozorovania ešte problematickejší ako v prípade objektov makrosveta. Stretávame sa tu totiž s niektorými fenoménmi, ktoré sú v priamom protiklade s našou každodennou skúsenosťou. V známom pokuse s jednotlivito emitovanými fotónmi, ktoré prechádzajú dvoma otvorenými štrbinami a dopadajú na monitorované tienidlo, pozorujeme paradoxnú skutočnosť. Na tienidle existujú miesta, na ktoré žiaden z fotónov nedopadne, aj keď v prípade, že je otvorená len jedna z dvoch štrbín, fotóny na tieto miesta dopadajú. Ak zoberieme do úvahy skutočnosť, že emitovaný je vždy len jeden fotón, nemôže byť tento fenomén vysvetlený tým, že sa fotóny navzájom „rušia“, ale kolidovať môžu len možnosti preletu jednou z dvoch otvorených štrbín. Pri tomto pokuse je fotón v stave prekrývania sa dvoch možností preletu (hornou a spodnou štrbinou), ktorý nazývame superpozíciou. Váha, s akou obidva stavy prispievajú k výslednému stavu je vyjadrená komplexným číslom. Komplexné číslo je možné zobraziť na tzv. Gaussovej rovine, kde x-ová súradnica vyjadruje reálne číslo, a y-ová súradnica je vynásobená druhou odmocnicou z mínus jednej. Komplexné číslo sa v tejto rovine zobrazí ako bod. Komplexné čísla umožňujú stanovovať váhy jednotlivých stavov elementárnych častíc a líšia sa od reálnych čísel, ktoré by určovali len pravdepodobnosť, s ktorou jeden z možných stavov nastane. V prípade vyjadrenia komplexným číslom sa môže vysvetliť aj vzájomné zrušenie dvoch potenciálnych stavov. Stav fotónu sa teda môže matematicky vyjadriť ako: $w \cdot x$ (alternatíva A) + $z \cdot x$ (alternatíva B), kde w a z sú komplexné

čísla (Penrose 1999). Na kvantovej úrovni je stav systému vyjadrený ako pomer možných stavov, ktorých váha je vyjadrená komplexným číslom ako superpozícia všetkých možných alternatív. Vývoj kvantového stavu v čase opisuje tzv. unitárna evolúcia, ktorá sa riadi Schrodingerovými rovnicami. „Superpozícia dvoch stavov sa vyvíja ako superpozícia stavov vyvíjajúcich sa individuálne, pričom komplexné váhy obidvoch stavov vo výslednom stave sú konštantné v čase.“ (Penrose 1999). Jednotlivé vyvíjajúce sa stavy teda prispievajú k výslednému stavu stále rovnako. Problém však nastáva v prípade, keď chceme udalosti odohrávajúce sa na úrovni kvánt explikovať v termínoch klasickej newtonovskej fyziky, ktorá platí na úrovni makrosveta. V rámci tohto prechodu dochádza k zmene pravidiel, čo vnáša do teórie indeterminizmus. Lineárna superpozícia (teda sústavná koexistencia individuálne sa vyvíjajúcich stavov, ktoré majú isté váhy) mizne a nahrádza ju pravdepodobnosť jedného z možných stavov. Tým, že chceme kvantové javy odmerať, zasahujeme neprípustným spôsobom do procesu pozorovania a pozorovaný jav deformujeme. V rámci kvantovej úrovne existujú platné zákony (Schrodingerove rovnice) a striktný determinizmus. To isté platí aj v prípade makroúrovne, kde platia Newtonove pohybové zákony, Maxwellove rovnice elektromagnetického poľa a Einsteinove teórie relativity (všeobecná teória je platná v silných gravitačných poliach a špeciálna teória pri veľkých rýchlostiach) a objekty sú prísne deterministicky organizované. Pri prechode z jednej úrovne do druhej, ktorý sa odohráva napríklad pri meraní správania elementárnych častíc, však dochádza k tzv. kolapsu vlnovej funkcie a kvantová teória sa stáva indeterministickou. V kvantovom poli pozorujeme aj iné javy, ktoré nemajú v klasickej fyzike žiadnu analógiu – napríklad jav kvantovej previazanosti (dva samostatné objekty na kvantovej úrovni nie sú navzájom ani celkom nezávislé, ani vzájomne spojené, ale sú istým spôsobom previazané).³

³ Niektorí autori navrhujú prejsť od tzv. klasickej–definitívnej predstavy o objektoch a ich stavoch (kde každému objektu zodpovedá len jeden z logicky možných

8.4 Vzťah teórie a pozorovania a problém nesúmerateľnosti

V súvislosti s možnosťami vedeckého pozorovania sa problematizuje aj vzťah medzi pozorovaním a teóriou. Francúzsky matematik P. Duhem spochybnil možnosť nezávislého pozorovania a tvrdil, že vedecké pozorovanie nie je len podávaním správ o objekte, ale je zároveň aj interpretáciou tohto fenoménu, ktorá je zasadená do istého teoretického rámca, a do ktorej zasahujú aj naše (často neuvedomované) presvedčenia. Pozorovaný jav je opisovaný v teoretickom jazyku pracujúcim s abstrakciami, idealizáciami, symbolmi, modelmi a pod. Preto v rôznych teoretických koncepciách používajúcich rôzny pojmový a terminologický aparát na deskripciu pozorovaného objektu nemôžeme referovať na ten istý objekt.

T. Kuhn dovedol toto zistenie do dôsledkov a tvrdil, že vedci riadiaci sa rôznymi teóriami vidia rôzne veci. V tom prípade by však neexistovala možnosť objektívneho, na teórii nezávislého pozorovania, ktoré by bolo kritériom pre potvrdenie pravdivosti vedeckej hypotézy, a neexistoval by dôkaz, na základe ktorého by sme mohli uprednostniť jednu teóriu pred druhou. Neexistovali by ani čisté dáta, ktoré predstavujú empirický základ každej vedy. Vedecké teórie by sa stali navzájom nesúmerateľné (Kuhn 1962) a neexistoval by žiaden spôsob, ako podať deskripciu pozorovaného fenoménu tak, aby význam pojmov a termínov v jazyku, v ktorom opis formulujeme, nebol podstatne spätý s konkrétnou teóriou. Podobne P. Churchland argumentuje: „Keď dieťa začína používať slovo „biely“ ako odpoveď na známy druh vnemov, neustanovuje pre tento termín žiadnu sémantickú identitu. Tú si osvojuje vtedy a len vtedy, keď tento pojem zahrnie do siete predstáv a súvzťažných obrazov a inferencií. Závisí o toho, akú sieť si vytvorí, či termín „biely“ bude znamenať biely a nie horúci či nekonečné množstvo iných vecí.“

stavov) k takým predstavám, ktoré by nám vďaka alternatívnym kvantovo-kompatibilným pojmom pomohli pochopiť a interpretovať podstatu kvantovomechanických opisov (pozri: Gomatam 1999).

(Churchland 1979, 14). Podľa Churchlanda skúsenosť determinuje to, čo vnímame, napríklad „školené ucho“ hudobníka rozpozná v skladbe štruktúru, vývoj, rôzne variácie a pod., čo neškolenému poslucháčovi celkom uniká (Churchland 1988). Opozitné filozofické prúdy, ktoré bránia možnosti od teórie nezávislého pozorovania (angl. theory-neutral observation), namietajú, že ak by sme prijali toto stanovisko, akékoľvek tvrdenie by sa mohlo stať observačnou vetou v závislosti od teoretického kontextu, prípadne – v materiálnom zmysle – čokoľvek by mohlo byť pozorovateľné v závislosti od teoretického kontextu. J. Fodor namietá, že nie všetky naše presvedčenia ovplyvňujú našu percepciu. Ako príklad uvádza pretrvávajúce optické ilúzie (konkrétne Muller-Lyerovej ilúzie), ktorým podliehame aj v prípade, že máme vedomosť o ich iluzórnej povahe (v prípade spomínanej ilúzie sa nám napriek tomu, že vieme o rovnakej dĺžke obidvoch sledovaných úsečiek, zdá byť jedna kratšia ako druhá). Práve tento prípad podľa Fodora dokazuje pravý opak Churchlandových tvrdení o nemožnosti nezávislého pozorovania – spôsob, akým svet vnímame, sa nemení tým, čo o ňom vieme (Fodor 1993).

8.5 Odporúčaná literatúra

- CHURCHLAND, P., M.: Perceptual Plasticity and Theoretical Neutrality: A Reply to Jerry Fodor. In: *Philosophy of Science* 55: 167 – 187, 1988.
- FODOR, J., A.: Observation Reconsidered. In: *Philosophy of Science*, Vol. 51, No. 1. (Mar., 1984), s. 23 – 43.
- GOMATAM, R., V.: Quantum Theory and the Observation Problem. In: *Journal of Consciousness Studies*, 6 (11-12), 1999, s. 173 – 190.
- PLACE, U., T.: Is The Consciousness a Process of Brain? In: *British Journal Of Psychology*, No. 47, 1956, s. 69 – 79.

9. Vedecká predikcia

Kľúčové slová: *predikcia, kauzalita, typy kauzality, pravdepodobnosť, pravdepodobnostné predikcie*

9.1 Úvod

Predikcia sa v rámci vedeckého kontextu chápe ako implikácia teórie, teda to, čo z teórie vyplýva vzhľadom na empirickú skutočnosť bez ohľadu na súčasný stav empirického poznania.

Napríklad kozmologický model raného vesmíru (podľa G. Gamowa – autora myšlienky o časovom počiatku vesmíru, neskôr nazvanej teória Big Bang) predpokladal, že by vo vesmíre malo dodnes existovať žiarenie, ktoré je pozostatkom z obdobia jeho raného vývoja. Reliktné žiarenie bolo v r. 1964-1965 skutočne objavené a znamenalo rozhodujúce potvrdenie správnosti Gamowho predpokladu a všeobecné prijatie teórie rozpínajúceho sa vesmíru. Tepelná povaha tohto žiarenia presne zodpovedá teoretickým predikciám a zákonom (konkrétne Planckovmu zákonu vyžarovania) (Grygar 1997).

Podstatným vo vedeckých predikciách nie je časový faktor, ale epistemický.

Ako vyplýva aj z uvedeného príkladu, dôležité je to, aby sa predikcia týkala skutočností, ktoré nie sú doteraz vysvetlené, a nie tých, ktoré sa ešte neudiali.

Vedecká predikcia je teda akousi „dikciou“ teórie, z ktorej je odvodená a môže sa týkať javov minulých, prítomných aj budúcich.

Preto je v istom zmysle „bezčasová“. K. R. Popper chápal existenciu riskantných predikcií o nevysvetlených javoch, ktoré môžu teóriu potenciálne falzifikovať, ako ukazovateľa pravosti vedeckej teórie, ktorý odlišuje takúto teóriu od rôznych pseudovedeckých teórií. Predikcie vedeckej teórie sú jedným z kľúčových faktorov možnosti jej potvrdenia alebo vyvrátenia.

9.2 Predikcia a problém kauzality

D. Hume postuloval známu otázku, ktorá sa v súvislosti s vedecou predikciou javí ako kľúčová: Ako môžeme dospieť k poznaniu, ktoré je nie je sprostredkované prítomnou empirickou skúsenosťou, prípadne spomienkami na ňu, ktoré sú uložené v našej pamäti (Hume 1975)? Táto otázka sa týka možnosti formulovať výroky, v ktorých sa prítomná skúsenosť extrapoluje do budúcnosti, alebo sa na základe nej vysvetľuje minulosť. Ako si môžeme byť istí, že kauzálne súvislosti, ktoré platia dnes, platili aj v minulosti a budú platiť aj v budúcnosti? Hume poukazuje na skutočnosť, že v predpoklade zmeny (minulej či budúcej)kauzálnych relácií neexistuje žiadna logická kontradikcia. Skôr naopak, v každodennom živote sledujeme množstvo príkladov, keď budúcnosť nie je možné určiť na základe prítomných ani minulých udalostí. Každá predikcia totiž predpokladá kauzálnu štruktúru sveta a s tým spojený determinizmus. V prípade kauzality je zásadnou otázkou vzťah medzi

príčinou a účinkom – na základe čoho môžeme usudzovať, že istá udalosť je príčinou inej udalosti? V rámci filozofie vedy sa v zásade rozlišujú dva spôsoby chápania kauzálneho vzťahu – vzťah medzi príčinou a účinkom má buď povahu závislosti, alebo je to vzťah medzi produkciou, účinkoma príčinou. V prvom prípade je kauzácia zásadným vzťahom medzi diskretnými udalosťami. Ak A spôsobuje B, tak B závisí od A. Existuje niekoľko druhov takto chápaného kauzálneho vzťahu. Môže ísť o nomologickú kauzálnu závislosť (vzťah príčiny a účinku má povahu zákona), vzťah hypotetickej závislosti (ak by príčina neexistovala, neexistoval by ani následok) alebo vzťah pravdepodobnej závislosti (príčina zvyšuje pravdepodobnosť existencie účinku). V prípade vzťahu produkcie C je príčinou D znamená, že niečo z účinnej príčiny utvára (produkuje) istý efekt, teda istý „mechanizmus“ spája príčinu s účinkom. Kauzalita je charakterizovaná ako proces transferu z príčiny na účinok. Príčina s účinkom musia byť istým spôsobom lokálne prepojené (ako je to napríklad pri odovzdávaní sily, tepla, el. náboja a pod.).

Koncepcia nomologickej závislosti pochádza od Huma, ktorý kauzalitu vysvetľoval ako konštantnú konjunkciu, pravidelnosť či následnosť medzi dvoma rôznymi udalosťami, ktoré sú časopriestorovo prilahlé. Z toho však vyplýva, že neexistuje žiadne nevyhnutné spojenie medzi príčinami a účinkami. Kauzálne vzťahy sú označované ako zákony prírody, čím sa zdôrazňuje ich pravidelnosť, ale aj empirický a induktívny charakter. Deduktívnym myšlienkovým postupom nikdy nedospejeme k určeniu kauzálnych súvislostí. Podľa Huma iba uvažovaním o idei konkrétnej príčiny nemôžeme predpovedať, k akému účinku bude viesť. Ak napríklad máme len zrkovú skúsenosť s cukrom, nevieme odhadnúť, či spôsobuje na chuťových receptoroch sladkú chuť (ibid.). V rámci tejto koncepcie môže existovať kauzácia bez pravidelnosti (tzv. singularna kauzácia) a tiež pravidelnosť bez kauzácie – prípady, ktoré pravidelne nasledujú za sebou a predsa nie sú spojené v zmysle príčiny a účinku (napríklad deň a noc).

Koncepcia hypotetickej závislosti vychádza z postulovania kauzálneho reťazca hypoteticky závislých udalostí, kde udalosti A, B, C sú hypoteticky závislé vtedy, keď B hypoteticky závisí od A, C hypoteticky závisí od B atď. Kauzácia je tranzitívnym vzťahom: ak A spôsobuje B a B spôsobuje C, tak A spôsobuje C. Takže istá udalosť je príčinou inej udalosti vtedy, ak je možné zostaviť kauzálny reťazec, ktorý vedie od jednej udalosti k druhej.

V pravdepodobnostnej koncepcii kauzality sú príčiny tým, čo zvyšuje pravdepodobnosť výskytu účinkov – pravdepodobnosť, že sa istá udalosť stane, je vyššia, ak zohľadníme jeho príčinu. Teda A spôsobuje B, ak (1) je pravdepodobnosť výskytu B vzhľadom na A vyššia ako pravdepodobnosť výskytu B vzhľadom na non-A, (2) neexistuje žiadny iný faktor A1 taký, že pravdepodobnosť výskytu B vzhľadom na A a A1 je rovnaká ako pravdepodobnosť výskytu B vzhľadom na A a non-A1. Pravdepodobnostné teórie nespájajú kauzalitu s pravidelnosťou a tvrdia, že kauzálne vzťahy môžu existovať aj bez existencie deterministických zákonov.

Kauzálne teórie produkcie chápu príčinu ako isté prostriedky na dosiahnutie účinkov. Kľúčovým je tu pojem manipulácia – manipuláciou s príčinami dosiahneme žiadané výsledky, prípadne sa vyhneme nežiaducim účinkom.

Teórie transferenčnej kauzality v zmysle produkčného vzťahu vychádzajú z modelu kauzálneho prenosu formulovaného Descartom: ak X spôsobuje Y, vlastnosť X je odovzdaná Y. Transferenčné modely využívajú pri fyzikálnej explanácii a na ich základe vznikli mechanistické teórie kauzality (Psillos 2007). Napríklad Newtonova teória klasickej mechaniky vychádza z tohto spôsobu explikovania kauzality, pričom jej prediktívna sila je veľká. Je to deterministická teória, podľa ktorej pozícia a hybnosť každej častice uzavretého a konečného fyzikálneho systému v čase t spolu s energetickými charakteristikami systému výlučným spôsobom determinuje fyzikálny systém. Pozícia každej častice je daná tromi súradnicami a jej hybnosť je daná tromi súradnicami, teda úplný stav n -časticového fyzikálneho systému môže byť určený na základe šiestich súradníc

n-častíc. Tento systém teda existuje v 6-n dimenzionálnom priestore. Vývoj uzavretého systému, teda jeho minulosť, prítomnosť a budúcnosť, môže byť zaznamenaný v krivke takto dimenzovaného priestoru, ktorá je lineárnym prechodom medzi jednotlivými stavmi systému. Ak máme dostatok informácií o počiatočnom stave fyzikálneho systému a o jeho dynamických vlastnostiach, môžeme s využitím matematických výpočtových metód formulovať presné predikcie o všetkých možných stavoch tohto systému. Klasická mechanická fyzikálna teória teda umožňuje jasné empirické predikcie.

Hempel vychádza z probabilistickej teórie kauzality, ktorá umožňuje vytvárať indukívno–štatistické predikcie. Tie primárne vychádzajú z deduktívno–nomologického spôsobu explanácie, no zákony tu majú podobu štatisticky určenej pravdepodobnosti. Takto explikované udalosti nemôžu byť chápané ako nevyhnutné implikácie zákonov a doplnujúcich podmienok (klasický D-N model), ale len ako do istého stupňa pravdepodobné (do istej miery potvrdené). Konklúzia každého takto zostaveného argumentu je predikciou, ak sa vzťahuje na udalosť, ktorá sa odohrala až po formulovaní argumentu. Medzi explanáciou a predikciou je teda istá symetria – vysvetliť udalosť dedukovaním zo zákonov a pomocných hypotéz jednoducho znamená ukázať, že na ich základe je skúmaná udalosť predvídateľná a očakávateľná (Hempel 1965). Podľa R. Carnapa je funkciou vedeckého zákona, ktorý je jednou z premís D-N modelu, explikovať skúmaný fenomén a zároveň umožniť tzv. predikcie prior – teda predikcie faktov, ktoré doteraz neboli pozorované (Carnap 1966). Často je však nevyhnutné zohľadniť v rámci indukívno–štatistickej predikcie množstvo podmieňujúcich okolností. Príkladom je predikcia návratu Halleyho kométy, ktorú formuloval Clairaut v roku 1759. Jednoduchou extrapoláciou predošlých pozorovaní sa predpokladalo, že kométa dosiahne najbližší bod vzhľadom k Slnku (tzv. perihelion) uprostred roka 1759. V rozpore s týmto všeobecným presvedčením Clairaut predpokladal návrat kométy o niekoľko mesiacov skôr, pretože bral do úvahy aj gravitačné pôsobenia

Jupitera a Saturnu, ktoré ovplyvnili jej pohyb. Táto predikcia sa pozorovaním potvrdila (Forster 2008).

9.3 Probabilistické predikcie a problém pravdepodobnosti

V prípade teórie kvantovej mechaniky sa na rozdiel od klasickej mechaniky nemôžeme spoliehať na teórie transferenčnej kauzality, ale na pravdepodobnostné kauzálne vzťahy, na základe ktorých majú predikcie vedeckých teórií pravdepodobnostný charakter. Otázkou nie je, čo teória predpovedá, ale nakoľko sa teórii podarilo formulovať také predikcie, ktoré zodpovedajú pozorovaným skutočnostiam. Termín prediktívna presnosť označuje silu teórie v predikcii pravdepodobnosti pozorovaných udalostí, ktorá sa v rámci formálneho zápisu označuje ako $P(e|h)$, kde e je pozorovaná udalosť, h je teoretická hypotéza. $P(e|h)$ je pravdepodobnosť h vo vzťahu k e . Aj klasický D-N explanačný model môže byť chápaný ako špeciálny prípad pravdepodobnostnej predikcie, kde h implikuje e (pravdepodobnosť má hodnotu 1).

Pojem pravdepodobnosti sa spája s dvojakým významom – štatistickým, ktorý súvisí so stochastickým charakterom náhodných udalostí, a s epistemickým, ktorý súvisí so subjektívnym stupňom viery v pravdepodobnosť istých javov. Ku klasickým definíciám pravdepodobnosti patrí axióma P. S. Laplaca, podľa ktorej je pravdepodobnosť pomer počtu kladných prípadov ku všetkým možným prípadom. Toto tvrdenie je založené na predpoklade, že všetky uvažované prípady sú rovnako pravdepodobné, ak nedisponujeme informáciami, ktoré by túto vieru vyvrátili. Teda aby bolo možné určovať hodnoty pravdepodobnosti, všetky rovnako možné prípady sa pokladajú za rovnako pravdepodobné. Princíp viery v rovnakú pravdepodobnosť všetkých možností, ak nemáme dôvod túto vieru meniť, sa označuje ako princíp nedostatočnosti rozumu alebo princíp indiferencie.

A. N. Kolmogorov založil základy matematického vysvetľovania pravdepodobnosti a určil jej formálne vlastnosti: (1) pre každú

udalosť A je jej pravdepodobnosť väčšia ako 0; (2) ak je udalosť A istá, jej pravdepodobnosť sa rovná jednej; (3) pravdepodobnosti je možné sčítavať, teda ak sa udalosti A a B nemôžu udiť naraz, platí, že $P(A \text{ alebo } B) = P(A) + P(B)$ (Galavotti 2008).

V rámci filozofie vedy existuje množstvo teórií pravdepodobnosti (frekvenčná, induktívna, propenzívna, subjektívna a iné), ktoré rozvíjajú jeden z dvoch momentov pojmu pravdepodobnosti – štatistický alebo epistemický. Napríklad logická pravdepodobnosť chápe pravdepodobnosť ako logický vzťah medzi propozíciami argumentu. Počíta sa pravdepodobnosť propozície (napríklad hypotézy) vo vzťahu k inej propozícii (napríklad k propozícii, ktorá je potvrdeným observačným výrokom) a ktorá z nej čiastočne vyplýva. Tento spôsob explikovania pojmu pravdepodobnosti je rozvíjaním epistemického prístupu, podľa ktorého sa pravdepodobnosť vzťahuje skôr na naše poznanie faktov, ako na fakty samé.

Pre zástancov subjektívnej interpretácie pravdepodobnosti je stupeň čiastočného vyplývania rovný stupňu viery subjektu v pravdivosť hypotézy. Pravdepodobnosti sú teda – v protiklade s logickou interpretáciou – subjektívne stupne viery.

9.4 Odporúčaná literatúra

- CARNAP, R.: The Value of Laws: Explanation and Prediction. In: GARDNER, M. (ed.): *Philosophical Foundation of Physics*. New York: Basic Books 1966, s. 678 – 694.
- FORSTER, M.: Prediction. In: PSILLOS, S., CURD, M. (eds.): *The Routledge Companion to Philosophy of Science*. New York: Routledge 2008, s. 405 – 413.
- GALAVOTTI, M., C.: Probability. In: PSILLOS, S., CURD, M. (eds.): *The Routledge Companion to Philosophy of Science*. New York: Routledge 2008, s. 414 – 424.
- HUME, D.: *An Enquiry Concerning Human Understanding*. Editor: L. A. Selby-bigge, 3. vydanie, revidované P.H. Nidditchom. Oxford: Oxford University Press 1975.

10. Vedecké experimenty

Kľúčové slová: *experiment, metódy experimentu, eliminácia chýb, validita výsledkov experimentu*

10.1 Úvod

Vedecký experiment je systematickým pozorovaním, ktoré sa odohráva v presne definovaných podmienkach. Tie je možné systematicky variovať a kvantifikovať. Základným cieľom experimentu by malo byť objavenie alebo potvrdenie matematickej rovnice alebo zákona, ktorý by spájal kvantitatívne príčiny s ich kvalitatívnymi účinkami.

V rámci experimentu sú prírodné alebo umelé systémy zasadené do umelo vytvorených podmienok, ktoré sú vytvárané s cieľom umožniť experimentátorovi manipulovať, monitorovať, nahrávať prebiehajúce procesy, alebo iným spôsobom do nich zasahovať. Hlavnou vlastnosťou vedeckých pokusov je teda manipulácia s empirickými javmi. Experimentálna metóda bola jedným z hlavných znakov vedy od sedemnásteho storočia. No vplyvom logického empiricizmu sa pozornosť sústreďovala viac na problémy teoretického poznávania, deduktívno–nomologický charakter vedeckej explanácie a na logickú štruktúru observačných výrokov, pričom status pozorovania a experimentovania sa neproblematizoval.

V súčasnej teórii vedy sa hlavná pozornosť sústreďuje na otázky povahy experimentálnej aktivity a jej ontologických, epistemologických a metodologických implikácií.

10.2 Epistemologická povaha vedeckého experimentu

Prvým krokom experimentálneho skúmania je rozbor komplexného javu na jednoduchšie časti. Umožňuje nám určiť, ktoré vlastnosti, stavy či pôsobiace sily sú pre jav, ktorý je predmetom pokusu, relevantné. Uplatňujú sa tu myšlienkové postupy idealizácie a vytvárajú sa abstraktné modely skúmaných fenoménov. Rozsah tohto rozkladu je podmienený cieľom experimentu. V každom experimente je potenciálne nekonečne veľa faktorov, ktoré môžu ovplyvniť skúmaný jav a skresliť tak výsledky experimentu. Je len na rozhodnutí experimentátora, kedy rozbor ukončí, pretože je presvedčený o tom, že všetky zdroje skreslení a šumov identifikoval a eliminoval. Toto rozhodnutie zväčša podmieňuje stabilita získaných experimentálnych výsledkov. Druhým krokom je realizácia separácie častí, ktoré boli na základe analýzy vyčlenené. Experimentátor môže buď hľadať prirodzené podmienky, ktoré separáciu umožňujú, alebo umelo vytvoriť prostredie, v ktorom môže odčleniť interferujúce vstupy (porov. časť 10.3).

Charakter experimentálneho skúmania môže byť dvojaký – skúmanie príčin daného následku alebo skúmanie následkov alebo vlastností istých príčin. J. S. Mill uvádza dve základné metódy experimentálneho skúmania (Mill 1950):

- metódu súhlasu – spočíva v porovnávaní rôznych prípadov, v ktorých sa vyskytuje skúmaný fenomén,
- metódu rozdielu – porovnávajú sa prípady výskytu skúmaného fenoménu s prípadmi, ktoré sú v ostatných ohľadoch, podobné avšak s výnimkou výskytu skúmaného fenoménu.

Metódy súhlasu implikuje pravidlo: ak dva alebo viac prípadov výskytu skúmaného fenoménu má len jednu okolnosť rovnakú, táto okolnosť je príčinou skúmaného fenoménu. Z metódy rozdielu

vyplýva pravidlo: ak má prípad výskytu skúmaného fenoménu spoločné všetky okolnosti okrem jednej s prípadom, v ktorom sa skúmaný fenomén nevyskytuje, táto okolnosť, ktorou sa oba prípady líšia je príčinou alebo nevyhnutnou časťou príčiny skúmaného fenoménu. Tieto dve metódy sa v mnohom podobajú, ale je medzi nimi aj mnoho rozdielov. Obe sú metódami eliminácie – postupného vyradovania množstva okolností sprevádzajúcich skúmaný jav s cieľom určiť, ktoré z nich môžu absentovať bez toho, aby tým bol daný jav ovplyvnený. Metóda súhlasu je založená na tvrdení, že čokoľvek, čo môže byť eliminované, nie je spojené so skúmaným javom žiadnym zákonom. Metóda rozdielu konštatuje, že čokoľvek nemôže byť eliminované, je s fenoménom spojené zákonom. V experimentátorskej činnosti sa často používa tzv. spojená metóda súhlasu a rozdielu, ktorá je založená na tvrdení: ak dva alebo viaceré prípady, v ktorých sa vyskytuje skúmaný jav, majú len jednu okolnosť spoločnú, zatiaľ čo dva a viac prípadov, v ktorých sa tento jav nevyskytuje, nemajú žiadnu okolnosť spoločnú okrem absencie predošlej okolnosti: okolnosť, ktorou sa dva súbory prípadov líšia, je príčinou skúmaného javu.

Nie každý typ manipulácie s empirickou realitou je experimentom. Vedecký pokus sa vyznačuje stabilitou a reprodukovateľnosťou, čo predpokladá istú mieru kontroly nad experimentálnym prostredím. V rámci jednotlivých spôsobov vedeckého skúmania sa miera kontroly mení – laboratórne fyzikálne či chemické experimenty umožňujú kontrolovať priebeh pokusu do takej miery, že skúmané javy sa v experimentoch, ktoré za sebou nasledujú, môžu dostať do identických stavov. Naproti tomu objekty skúmania biológie, medicíny, psychológie a iných sociálnych vied sú natoľko komplexné a premenlivé, že často krát nie je možné experiment zopakovať v rovnakých podmienkach, miera kontroly nad pokusnými podmienkami je tu nízka. Preto sa pomocou štatistických metód vytvárajú modelové skupiny experimentálnych objektov, kde sa predpokladajú rovnaké priemerné ukazovatele základných charakteristík. Na týchto skupinách sa následne testujú predikcie

odvodené z teórií. Zásadný rozdiel medzi prírodnými a sociálnymi vedami v súvislosti s experimentálnym poznávaním spočíva v tom, že kým v prvom prípade sa štatistické metódy využívajú najmä pri vyhodnocovaní testov a spájaní experimentálnych dát s teoretickými predpokladmi, v druhom prípade hrajú štatistické metódy dôležitú rolu pri samotnom konštituovaní experimentálnych dát (Pfeifer 2006).

10.3 Metódy na eliminovanie chýb v pokusoch

Mnoho problémov s presnosťou experimentálne nameraných hodnôt súvisí s faktom, že nie je možné odmerať len jednu nezávislú veličinu počas jedného merania. Naopak, každý skúmaný fenomén je skôr výsledkom súčasného pôsobenia rôznych síl. Úlohou experimentátora je nájsť spôsob, ako analyzovať jednotlivé účinné sily a následne ich čo najpresnejšie odmerať. Napríklad, ak je cieľom pokusu odmerať rozpínanosť kvapalín spôsobenú teplom, umiestni experimentátor skúmanú kvapalinu do trubice termometra a sleduje, ako stúpa pri zvyšujúcej sa teplote. No pritom sa nezvyšuje len teplota kvapaliny, ale aj teplota skla, takže to, čo pozoruje ako rozpínanosť kvapaliny, je v skutočnosti výsledok rozdielu rozpínanosti skla a rozpínanosti kvapaliny. Existuje niekoľko metód, ako v rámci experimentu separovať nepodstatné pôsobiace sily, merať relevantné sily a dosiahnuť tak platný výsledok (Jevons 1874):

— metóda obídenia chyby – experimentátori sa usilujú nájsť taký spôsob vedenia experimentu, v rámci ktorého sa vyhnú chybe alebo namerajú len zanedbateľnú odchýlku. Napríklad merania v astronómii sú skresľované v závislosti od teploty a tlaku vzduchu. Preto sa vedci snažia uskutočňovať merania vždy v momente, keď je skúmaný kozmický objekt v najvyššom bode svojej dennej dráhy, teda v meridiáne, pretože takýmto meraním je takmer úplne eliminovaný vplyv atmosférického lomu.

— metóda rozdielu – je taký spôsob vedenia pokusu, keď všetky interferujúce javy zostávajú konštantné a mení sa len objekt

skúmania. V jednom experimente ho môžeme sledovať, v druhom (pri nezmenených podmienkach) absentuje. Počíta sa rozdiel vo výsledkoch dvoch pozorovaní. Táto metóda pokusu je uskutočniteľná za predpokladu, že nepotrebujeme namerať presné množstvo či veľkosť skúmaných objektov, ale len rozdiel medzi ich zmenami. Tento postup sa uplatňuje napríklad pri tzv. substitučnom meraní, keď je možné určiť rovnosť alebo nerovnosť váh rôznych objektov takmer bez odchýlky. Ak umiestnime na váhu dva objekty A a B tak, aby ramená ukazovali rovnovážny stav, nemôžeme si byť istí, či tento výsledok nie je daný zlým vyvážením ramien alebo ich nerovnakou dĺžkou. Ale keď objekt B nahradíme objektom C, pričom rovnováha ostane nenarušená, zisťujeme, že C spôsobuje za tých istých okolností rovnaký stav ako B. Príčiny nesprávneho merania (ak existujú) by zostali nezmenené, preto môžeme usudzovať, že objekt B musí byť váhovo ekvivalentný s objektom C.

— metóda korekcie – experimentátor dopredu odhadne veľkosť interferujúcej sily a na základe toho upraví výsledky experimentu. Tento postup je aplikovateľný len v prípadoch, keď sú irelevantné sily konštantné alebo presne vypočítateľné. Potom stačí predpokladané veľkosti síl od výsledku buď odpočítať alebo pripočítať. Napríklad zmeny vo výške stĺpca v barometri sú sčasti spôsobené zmenou teploty ortute, no koeficient absolútnej rozťažnosti ortute je presne stanovený – stačí využiť tabuľku, v ktorej sú tieto údaje zohľadnené a môžeme korigovať predtým skreslené výsledky.

— metóda kompenzácie – experimentátor sa vyhne interferujúcim silám tým, že vytvorí sily s rovnakou veľkosťou, ale opačným smerom. Tým neželané zásahy eliminuje. Podobne funguje galvanometer, ktorý meria silu elektrického prúdu vychýlením zavesenej magnetickej ručičky. Odpor ručičky je čiastočne spôsobený priamym vplyvom magnetizmu Zeme a môže spôsobovať chyby v meraní. Preto sa zvyčajne spájajú dve rovnaké ručičky, ktorých póly ukazujú opačným smerom, pričom jedna ručička je napojená na cievku s el. prúdom. Tak sú ručičky s ohľadom na magnetizmus Zeme indiferentné (astatické), pretože sa navzájom presne vyvažujú.

— metóda zvratu – experiment sa zámerne usmerňuje tak, že interferujúca sila sa prejaví v sérii pokusov v opozitných smeroch, pričom priemerná nameraná hodnota skúmanej sily nie je ovplyvnená interferujúcou silou. Teda ak máme dva experimentálne výsledky, z ktorých jeden je rovnako príliš veľký ako je druhý príliš malý, interferencia je rovná polovici ich rozdielu a pravdivý výsledok je strednou hodnotou predošlých meraní. Takéto merania je možné uskutočniť napríklad pri pokusoch s rýchlosťou zvuku, ktorý sa šíri vzduchom medzi dvoma meracími stanicami. Príčinou chýb v meraní býva vietor. Tento faktor môžeme eliminovať tak, že vyšleme zvukové signály z každej stanice opačnými smermi. Vietor bude jeden signál zrýchľovať rovnakou rýchlosťou, ako bude druhý spomaľovať. Nameraná stredná hodnota rýchlosti zvuku bude teda zbavená nežiaducich interferencií spôsobených vetrom.

10.4 Spôsoby posudzovania validity experimentálnych výsledkov

I. Hacking nastolil otázku, ako môžeme rozlíšiť validný výsledok experimentu od artefaktu vytvoreného experimentálnym prístrojom (Hacking 1983). Pripúšťa vysokú mieru zaťaženia prístrojového aparátu jeho konštitutívnu teóriou. Napríklad práve na základe teórie svetla konštruujeme rôzne typy mikroskopov (štandardné, polarizačné, fluorescentné, interferenčné, elektronické a iné). Napriek tejto zaťaženosti teóriou mnohé príklady z vedeckej praxe ukazujú na relevantnosť výsledkov získaných pozorovaním cez mikroskop. Môžu predstavovať experimentálnu bázu, na základe ktorej dochádza k zmenám teórií o pozorovaných fenoménoch. Na druhej strane ak sa nám podarí experimentálne pozorovať účinky predpovedané teóriou, posilňuje to validitu pokusu a potvrdzuje správne fungovanie experimentálnych prístrojov. Ďalším spôsobom konfirmácie experimentu je nezávislé potvrdenie rôznymi typmi prístrojov (napríklad elektrónovým mikroskopom alebo polarizačným mikroskopom). Rôzne aparáty pracujú na rôznych princípoch

a s rôznymi odchýlkami, preto je ťažko predstaviteľné, že by obrazec bodov zobrazený rôznymi prístrojmi rovnako bol len náhodou. Potvrdenie validity experimentu a správnej kalibrácie meracích prístrojov sa môže uskutočniť aj reprodukovaním predtým realizovaného experimentu alebo preukázaním, že možné zdroje chýb sú eliminované a alternatívne vysvetlenia zistených dát neplatné (tzv. stratégia Sherlocka Holmesa) (Franklin 2012). Ďalším spôsobom dokázania platnosti experimentálnych zistení je využitie samotných výsledkov a metód ich získania ako argumentov ich platnosti. Napríklad R. Millikan, ktorý meral elektrický náboj elektrónu, argumentoval v prospech svojich zistení množstvom pozorovaní, ktoré opakovane uskutočnil (tisíc až dvetisíc experimentov) a ktoré zakaždým potvrdili jeho predpoklady (Millikan 1911). Iným spôsobom je využitie nezávislej, doteraz platnej teórie, ktorá vysvetľuje výsledky experimentu, čím ich nepriamo potvrdzuje. Na potvrdenie validity sa môžu využiť aj štatistické argumenty pracujúce s mierou pravdepodobnosti výskytu istých udalostí. Najčastejšie sa uvedené spôsoby validizácie experimentálnych výsledkov kombinujú, aby sa v čo možno najväčšej miere predišlo mylným zisteniam a z nich vyplývajúcich neplatných záverov.

10.5 Odporúčaná literatúra

- FRANKLIN, A.: Experiment in Physics. In: Stanford Encyclopedia of Philosophy. Stanford University: 2012. <http://plato.stanford.edu/entries/physics-experiment/>
- HACKING, I.: *Representing and Intervening*. Cambridge: Cambridge University Press 1983, s. 149 – 186.
- JEVONS, S., W.: *The Principles of Science, Vol. I.*, London: Macmillan and Co. 1874, s. 217 – 239.
- MILLIKAN, R., A.: The Isolation of an Ion. A Precision Measurement of Its Charge and Correction of Stoke's Law. In: *Physical Review* 32, 1911, s. 349 – 397.

1.1. Empirické výskumy v sociálnych vedách

Kľúčová slová: *sociálne vedy, kvalitatívne a kvantitatívne metódy, empirický výskum, reliabilita, validita*

1.1.1 Úvod

Status sociálnych vied a ich metodologického inštrumentária je predmetom mnohých diskusií a otvorených otázok. Jednou zo základných otázok je tá, či možno sociálne vedy začleniť do metodologického korpusu prírodných vied (spor naturalizmu a antinaturalizmu). Ďalším problémom je povaha explanácie v sociálnych vedách. Ide tu o klasický deduktívno-nomologický model, o opis kauzálnych vzťahov, alebo má explanácia sociálnych javov skôr povahu interpretácie, hľadania významu či zmyslu? Zložitý je aj vzťah medzi teoretickým modelom a empirickým svetom sociálnych javov, na ktorý sa vzťahuje. Tento vzťah je problematickým aj v prípade prírodných vied, ktoré sa opierajú o rôzne kvantitatívne metódy a explanačné matematické modely. O to zložitejšie je vyjadriť v abstraktnom jazyku údaje získané kvalitatívnymi metódami, ktoré sa aplikujú na skúmanie individuálnych prípadov. Môžeme v sociálnych vedách konštruovať pravidlá korešpondencie, ktoré by určovali vzťah medzi teoretickými a observačnými termínmi? Otvorenou otázkou je tiež špecifikácia typov entít, s ktorými sa v sociálnych vedách pracuje – sú to osobitě nereducovateľné sociálne entity, alebo je možné ich redukovať na individuálne entity (spor holizmu a individualizmu)?

1.1.2 Špecifické postavenie sociálnych vied

Nejasnosti v metodológii prírodných vied vyplývajú aj z ich otvorenej povahy: sociálne fenomény totiž formujú aj iné typy pôsobenia (napríklad fyzikálne, chemické, biologické a pod.). Preto sú podľa D. Davisa sociálne explanácie radikálnym spôsobom nekompletné v porovnaní s explanáciami prírodných vied (Davidson 1984).

Zástancovia antinaturalistického názoru argumentujú tým, že sociálne javy sú len voľne spojené s fyzikálnymi javmi, pretože existuje neobmedzené množstvo fyzikálnych realizácií sociálnych fenoménov. Preto nie je možné generalizovať správanie sociálnych entít vo forme prírodných zákonov. Opačný názor prezentuje J. Searle, ktorý postuluje svet ako jednotný fenomén. Akékoľvek delenia či členenia reality, ktoré v každodennom živote vytvárame sú čisto arbitrárne. Tak je to napríklad i s delením sveta na sféru mentálnych reprezentácií a na sféru materiálnych entít. Searle odmieta takéto členenie ako ničím nepodložené, vychádzajúce predovšetkým z istej tradície. Ako príklad uvádza situácie, keď naše naučené (či zdedené) delenie fenoménov na mentálne a materiálne zlyháva. Je napríklad výsledok volieb niečo mentálne alebo fyzikálne? Alebo body získané v športovom zápole majú povahu materiálnu, alebo mentálnu? Podobné otázky pokladá Searle za dôkaz neopodstatnenosti a arbitrárnosti duálneho chápania reality (Searle 2002).

Zástancovia naturalistického chápania sociálnych fenoménov chápu sociálne entity ako principiálne redukovateľné na jednoduchšie entity. Takáto redukcia sa uplatňuje v prírodných vedách, kde sa teória A redukuje na teóriu B za predpokladu, že je možné ukázať, že všetky fenomény, ktoré vysvetľuje teória A, sú vysvetliteľné aj v teórii B. Príkladom reduktívneho vysvetlenia termínu teplota (platného v rámci Boyleovej teórie o plynoch) je termín stredná kinetická energia molekúl (platný v rámci Newtonových zákonov pohybu). Searle rozlišuje niekoľko typov redukcie. Dôležitý je rozdiel medzi dvoma druhmi redukcie: eliminačnou a neeliminačnou. Ak dajaký jav vysvetlíme pomocou eliminačnej redukcie,

znamená to, že preukážeme, že tento jav bol len ilúzia. V skutočnosti sa nič také ako západ a východ Slnka neodohráva, tento jav sa vo vedeckej teórii redukoval eliminačne. Naproti tomu existujú vedecké teórie, ktoré skúmaný jav vysvetlia jeho redukovaním na iný jav (napríklad pevné skupenstvo vysvetlia špecifickým pohybom molekúl v istom type mriežky), no tento fenomén si v rámci teórie zachováva svoju opodstatnenosť. Nie je totiž len zdaním, ale reálnou vlastnosťou predmetu, reduktívne vysvetlenou kauzálnym pôsobením jeho mikroštruktúry. V tomto prípade sa uplatňuje neeliminačná kauzálna redukcia (Searle 2007).

1.1.3 Problém kvalitatívnych a kvantitatívnych metód v sociálnych vedách

Nejasnosti spojené so statusom sociálnych vied sa odrážajú na existencii dvoch paradigiem – kvalitatívnej a kvantitatívnej. Kvalitatívna paradigma vidí podstatu sociálnych vied vo formulovaní interpretácií, nie explanácií. Ľudské správanie nie je možné vysvetliť, ale je potrebné usilovať sa ho chápať z pozície jeho aktéra. Preferuje subjektivismus a priame, nekontrolované pozorovanie. Z metodologického hľadiska sa sústreďuje na kvalitatívne metódy, ako sú etnografia, štúdie jednotlivých prípadov, hĺbkové rozhovory, rozhovory s členmi vybranej skupiny, dlhodobé pozorovanie, analýza textov a dokumentov, neštruktúrované rozhovory, doslovné prepisy audio- a videozáznamov. V rámci kvalitatívnej paradigmy sú preferované induktívne postupy, metódy vedúce k rozširovaniu poznania, k novým objavom. Ďalšími jej znakmi sú holistické chápanie reality, orientácia na jednotliviny (štúdie jednotlivých prípadov – tzv. case study), deskriptívna povaha, orientácia na proces.

Kontrast medzi kvalitatívnou (KV) a kvantitatívnou (KT) metodologickou paradigmou sa postuluje v podobe uprednost-

ňovania: dlhodobého pozorovania (KV) pred vytváraním náhodných vzoriek pri sociálnych prieskumoch (KT), analýzy textov a dokumentov (KV) pred experimentom, neštruktúrovaných rozhovorov pred oficiálnymi štatistikami (KT), analýzy dát bez vopred určených premenných a kategórií na kvantifikovanie zistených skutočností (KV) (Hanzel 2009). Tento rozpor medzi dvoma paradigmami je možné chápať aj v širších súvislostiach ako spor medzi naturalistickou a pozitivistickou paradigmou.

Naturalistická paradigma (NP) chápe realitu ako mnohotvárnú, konštruovanú a holistickú. Poznávajúci a poznávané sú vo vzájomnej interagujúcej jednote, pričom je veľmi náročné pretrhnúť sieť vzájomných kauzálnych väzieb a odlíšiť príčiny od ich účinkov. Podľa pozitivistickej paradigmy (PP) je realita jednotná, hmatateľná, analyzovateľná a kvantifikovateľná. Medzi poznávajúcim a poznávaným je exkluzívny vzťah, sú navzájom nezávislí, preto je možné formulovať zákony, ktoré sú všeobecne platné (nezávislé na konkrétnom časopriestorovom kontexte). Dôležitá je existencia presne stanovených kritérií, ktorých objektivita je daná možnosťou ich kvantifikácie (merania). Otázkou zostáva, či je možné chápať tieto dve paradigmy ako navzájom komplementárne, alebo či sú natoľko odlišné, že nie je možné zlúčiť ich v rámci jednotného metodologického inštrumentária. Je sociálna realita opísateľná v zmysle objektívnych (merateľných) premenných, alebo je možné ju len istým subjektívne podmieneným spôsobom interpretovať, pričom takáto interpretácia je vždy závislá od konkrétnych (jedinečných) podmienok a od konkrétneho časového rámca (rovnaká situácia sa už nikdy nezopakuje)? Problém opisu verus interpretácie je jednou z kľúčových charakteristík výskumu v sociálnych vedách.

11.4 Štruktúra a charakteristiky empirických výskumov

Prvou fázou výskumu v rámci sociálnych vied je jeho plánovanie a organizácia. Výskum sa začína stanovením základných cieľov. Z hľadiska typu cieľa môžeme výskumy deliť na:

- teoretické – v ktorých sa pozornosť sústreďuje na kumulovanie teoretických poznatkov, detekciu ich základných axiém, postulátov a konzekvencií, komparáciu jednotlivých teoretických postupov, hľadanie možných spoločných styčných bodov, skúmanie vnútornej konzistentnosti teórií, atď. Hlavnými myšlienkovými postupmi sú tu dedukcia, indukcia, abstrakcia, idealizácia, analógia, komparácia modelovanie a pod.;
- exploračné – ktoré hľadajú nové závislosti, testujú nové predikcie vyplývajúce z teórií;
- verifikačné – zamerané na verifikáciu observačných tvrdení vyplývajúcich z teoretických hypotéz;
- diagnostické výskumy – ktoré sa zameriavajú na vymedzenie stavu vecí alebo udalostí, špecifikovanie ich vlastností a detekciu príčin týchto vlastností, v závislosti od objektu ich výskumu ich delíme na heuristické (stanovujú charakteristickú vlastnosť či súbor vlastností daného objektu či javu) a verifikačné (overujú stanovenú diagnózu napríklad na základe porovnávania s existujúcim súborom).

Výskumný proces sa odvíja v nasledujúcich krokoch. Najskôr identifikujeme istý problém, ktorého riešenie sa stáva hlavným cieľom výskumu. V rámci teoretickej analýzy sa usilujeme o presnejšie vymedzenie daného problému a jeho začlenenie do korpusu existujúcich vysvetlení. Výsledkom tohto úsilia je postulovanie istých závislostí, ktoré má podobu vedeckej hypotézy. Nasleduje proces logickej a empirickej verifikácie hypotézy, ktorý vyúsťuje do potvrdenia či vyvrátenia postulovanej závislosti a vedie k začleneniu tohto poznatku do korpusu doterajšieho poznania. V závislosti od dôležitosti vyskúmaného postulátu dochádza prípadne k modifikácii (v krajnom prípade až eliminácii) istých teoretických tvrdení.

Výskumný proces teda môžeme rozdeliť do štyroch hlavných častí:

- analýza teoretických modelov,
- výskumná procedúra:
- výskumný problém (hypotézy, indexy, premenné),
- výskumné metódy (nástroje, techniky),
- empirické výskumy (nástroje verifikácie hypotéz),
- závery (deskriptívne, explanačné, predikčné).

Vedecká hypotéza je predpoklad, ktorého cieľom je explanácia istého javu alebo súboru javov. Podmienkou platnej hypotézy je také konštatovanie o stave vecí, z ktorého je možné odvodiť testovateľné predikcie (porov. časť 7.2). Hypotéza podlieha procesu verifikácie (či falzifikácie), ktorého výsledkom je buď jej potvrdenie (či koroborácia), alebo vyvrátenie. Hypotéza postuluje závislosť medzi premennými. V rámci štatistického vyhodnocovania rozlišujeme nulové hypotézy (označujú homogénnosť a nezávislosť) a alternatívne hypotézy (označujú rôznorodosť a závislosť).

Premenné v hypotézach predstavujú také charakteristiky a vlastnosti, ktoré sa v skúmanom súbore môžu meniť v závislosti od istých okolností. Existuje veľké množstvo kritérií, na základe ktorých môžeme premenné deliť do rôznych kategórií. Základným delením, ktoré vyplýva zo štruktúry hypotézy, je delenie na nezávislé a závislé premenné. Nezávislá premenná je tá premenná, ktorá nepodlieha vplyvu iných premenných. Nezávislá premenná ovplyvňuje hodnoty, ktoré nadobúda závislá premenná. Napríklad v prípade hypotézy Návštevnosť kín klesá so stúpajúcim vekom, pracujeme s nezávislou premennou, ktorou je vek návštevníkov kina, a so závislou premennou, ktorou je množstvo návštev kina. Podľa počtu variantov, ktoré môže premenná nadobúdať, rozlišujeme dvojhodnotové premenné (napr. pohlavie) a mnohohodnotové premenné (napr. druh dopravy). Premenné môžu byť aj kontinuálne (premenná nadobúda hodnoty z kontinuálne usporiadanej množiny) alebo diskkrétne (medzi hodnotami, ktoré môže premenná nadobúdať, neexistujú žiadne stredné hodnoty – napr. vodič

– nevodič). Indexy vznikajú operacionalizáciou premenných tak, že sa z premenných „vyabstrahujú“ merateľné vlastnosti predmetov alebo javov, ktoré skúmame. Napríklad premenná „sociálna pozícia“ v pracovnom kolektíve sa operacionalizuje tým, že ju zavedieme ako „množstvo získaných hlasov počas prieskumov“. Tento údaj je kvantifikovateľný. Takýto postup je zavedený hlavne v rámci štatistickej metódy spracovania údajov.

Výskumné nástroje sa skúmajú z hľadiska ich reliability, teda spoľahlivosti, s akou merajú to, čo merajú. Reliabilita sa môže zisťovať napríklad sériou opakovaných meraní, ktorých predmetom je stabilná, nemeniaca sa hodnota premennej. Ak je výskumný nástroj spoľahlivý, zistené hodnoty by mali byť tiež stabilné a nemenené. Inou možnosťou testovania reliability je tzv. paralelná forma odhadu reliability, keď sa korelujú zistené hodnoty s hodnotami nameranými inými ekvivalentnými nástrojmi. Napríklad ak test A meria tú istú hodnotu ako test B, spoľahlivosť testu je možné odhadnúť ako mieru zhody výsledkov obidvoch testov (Ferjenčík 2000). Validita výskumného nástroja ukazuje, do akej miery nástroj skutočne meria to, čo má merať. Určuje teda mieru zhody medzi zistenými výsledkami a charakteristikami, ktoré sme plánovali sledovať. Ak nie je výskumný nástroj reliabilný, nemôže byť ani validný. Určujeme tri hlavné typy validity: obsahovú (zisťuje, či obsah meracieho nástroja zodpovedá vlastnosti, ktorá mala byť zisťovaná), kritériovú validitu (zisťujeme mieru zhody medzi existujúcimi kritériami či štandardami a výsledkami dosiahnutými pomocou výskumného nástroja) a konštruktovú validitu (zisťuje mieru, do akej merací nástroj skutočne reprezentuje určitý teoretický konštrukt napríklad porovnávaním miery zhody teoretických predikcií s nameranými údajmi) (ibid.).

Vo všeobecnosti teda môžeme schému empirického výskumu realizovaného formou štatistického spracovania dát (kvantitatívny výskum) opísať v nasledovných krokoch (Juszczuk 2003):

Plánovanie a organizácia výskumu – v tejto časti stanovujeme ciele výskumu, výskumný problém a výskumné hypotézy; určíme

si predmet, súbor či jednotku výskumu; stanovíme závislé a nezávislé premenné (kvantitatívne aj kvalitatívne); stanovíme druh výskumu (úplný alebo čiastkový, teda reprezentatívny, ktorý môže byť buď účelovo alebo náhodne vybraný); stanovíme meracie škály a pripravíme výskumné nástroje.

Empirický výskum – uskutočníme pilotážny výskum (predprieskum) a základný výskum (buď priamo alebo pomocou anketárov).

Spracovanie výsledkov výskumu – zahŕňa kontrolu zozbieraného materiálu; triedenie materiálu na typologické (kvantitatívne) a variantné (kvalitatívne); sčítanie údajov; spracovanie výsledkov vo forme štatistických tabuliek, grafov, súborov, diagramov; stanovenie mier centrálnej tendencie (napr. medián); výpočty mier rozptylu; vymedzenie korelácií medzi premennými a určenie ich síl a štatistickej významnosti.

Štatistická analýza – analýza reprezentatívnej vzorky, ktorej výsledky vedú ku konfirmácii alebo eliminácii stanovenej hypotézy.

11.5 Odporúčaná literatúra

- DAVIDSON, D.: *Inquiries into Truth and Interpretation*. Oxford: Clarendon Press 1984, s. 3 – 43.
- FERJENČÍK, J.: Úvod do metodológie psychologického výskumu: jak zkoumat lidskou duši. Praha: Portál, 2000, s. 196 – 212.
- HANZEL, I.: Kvalitatívne, alebo kvantitatívne metódy v sociálnych vedách? In: *Filozofia* 64, No 7, 2009, s. 646 – 657.
- JUSZCZYK, S.: *Metodológia empirických výskumov v spoločenských vedách*. Bratislava: Iris 2003, s. 19 – 57.

Terminologický slovník

Veda – systém poznatkov zobrazujúci zákonitosti objektívnej skutočnosti a slúžiaci na vysvetlenie, predvídanie a premenu skutočnosti

Vedecká metóda – empirický proces objavu a demonštrácie nevyhnutný pre vedecké skúmanie. Zväčša zahŕňa pozorovanie fenoménu, formulovanie hypotézy o pozorovanom fenoméne, súbor experimentov, ktorý potvrdí, či vyvráti stanovené hypotézy a formulovanie záverov, ktoré potvrdzujú, falzifikujú či modifikujú hypotézu. Vedci využívajú vedeckú metódu na hľadanie vzťahov príčiny a účinku v prírode. Postupujú podľa princípu pozorovanie – predikcia – testovanie – generalizácia.

Vedecká teória – Explanácia súboru súvisiacich pozorovaní alebo udalostí založená na potvrdenej hypotéze a viacnásobne verifikovaná nezávislými skupinami výskumníkov.

Kritické myslenie – myšlienkový proces, ktorý sa uplatňuje vo vede a zahŕňa kognitívne procesy teoretického zovšeobecňovania, koncipovania experimentov, testovania hypotéz, interpretovania dát a vedeckého objavovania.

Indukcia – proces odvodzovania všeobecných princípov z jednotlivých faktov a prípadov. Spôsob argumentácie, ktorý postupuje od empirických premís k empirickým záverom, pričom závery nie sú priamo deduktívne odvoditeľné z týchto premís. Induktívne

argumenty sú preto druhom rozširujúceho argumentu, v ktorom sa na základe princípu pravdepodobnosti odvodzuje viac ako je obsiahnuté v jeho premisách. Premisy sú základom konklúzie, ale záver z nich nevyplýva nevyhnutne.

Dedukcia – myšlienkový proces, v ktorom záver nevyhnutne vyplýva z premís a preto nemôže byť nemôže byť nepravdivý, ak sú premisy pravdivé. Deduktívny argument postupuje od všeobecných zákonov k jednotlivým prípadom.

Explanácia – Súbor výrokov, ktoré vysvetľujú existenciu alebo výskyt objektov, udalostí alebo stavu vecí. Medzi najčastejšie formy explanácie patria **kauzálna explanácia**, **deduktívno-nomologická explanácia**, ktorá znamená zahrnutie explananda (objektu vysvetľovania) do všeobecného tvrdenia, z ktorého môže byť odvodený pomocou deduktívneho argumentu a **štatistická explanácia**, ktorá znamená zahrnutie explananda do všeobecného tvrdenia, ktoré je formulované na princípe indukcie.

Kauzácia – Vzťah medzi dvoma časovo simultánnymi, alebo následnými udalosťami, keď prvá udalosť (príčina) vyvoláva druhú udalosť (následok). V prípade kauzálneho vzťahu musí platiť, že keď sa vyskytne jeden jav, následne produkuje, privedie, či determinuje druhý jav. Ak sa objaví istý jav, musí sa (nevyhnutne) objaviť aj druhý.

Metodológia vedy – zaoberá sa problémom povahy vedy, problémom metódy vedy a problémom vedeckého myslenia.

Metodológia – náuka o metódach a princípoch vedy.

Bibliografia

- ARISTOTLE: *Posterior Analytics*. Oxford: Clarendon Press 1993.
- ARMSTRONG, D., M.: *What Is a Law of Nature?* Cambridge: Cambridge University Press 1983.
- AYER, A., J. (ed.): *Logical Positivism*. New York: Free Press 1959.
- AYER, A., J.: *Language, Truth and Logic*. Oxford: Oxford University Press 1936.
- BAILER-JONESIN, D., M.: Models, Metaphors and Analogies. In: MACHAMER, P., SILBERSTEIN, M. (ed.): *The Blackwell Guide to the Philosophy of Science*. Oxford: Blackwell Publishers 2002.
- BIRD, A.: *Philosophy of Science*. Montreal: McGill-Queen's University Press 1998.
- BOYD, R., GASPER, P., TROUT, J., D. (eds.): *The Philosophy of Science*. Cambridge, MA: MIT Press 1991.
- BRIDGMAN, P., W.: *The Logic of Modern Physics*. New York: MacMillan 1927.
- BROWN, J., R.: *Laboratory of the Mind: Thought Experiments in the Natural Sciences*. London: Routledge 1991.
- CARNAP, R.: *An Introduction to the Philosophy of Science*. New York: Basic Books 1974.
- CARNAP, R.: Testability and Meaning. In: *Philosophy of Science* 3, 1936, s. 419–71.
- CARNAP, R.: The Methodological Character of Theoretical Concepts. In: *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* 1, 1956, s. 38–76.
- CARNAP, R.: *The Unity of Science*. London: Kegan Paul 1932.
- CARNAP, R.: The Value of Laws: Explanation and Prediction. In: GARDNER, M. (ed.): *Philosophical Foundation of Physics*. New York: Basic Books 1966.
- CARNAP, R.: The Value of Laws: Explanation and Prediction. In: CRAIK, K.: *The Nature of Explanation*. Cambridge: Cambridge University Press 1943.
- CARTWRIGHT, N.: *How the Laws of Physics Lie*. Oxford: Clarendon Press 1983.
- CHALMERS, A., E.: *What is this thing called Science?* Indianapolis: Hackett Publishing Company, Inc. 1999.
- CHURCHLAND, P., M.: Perceptual Plasticity and Theoretical Neutrality: A Reply to Jerry Fodor. In: *Philosophy of Science* 55: 167–87, 1988.
- CHURCHLAND, P., M.: *Scientific Realism and the Plasticity of Mind*. Cambridge: Cambridge University Press 1979.
- CHURCHLAND, P. M., CHURCHLAND, P. S.: *On the Contrary. Critical Essays*. London: The MIT Press 1998, s. 69. CLARK, P., HAWLEY, C.(eds.): *Philosophy of Science Today*. Oxford: Clarendon Press 2003.
- DAVIDSON, D.: *Inquiries into Truth and Interpretation*. Oxford: Clarendon Press 1984.
- DESCARTES, R.: *Rozprava o metodě*. Praha: Svoboda 1992.
- DÉMUTH, A.: *Filozofické aspekty dejin vedy vedy*. Trnava: FF TU 2013.
- DOWE, P.: *Physical Causation*. Cambridge: Cambridge University Press 2000.
- EARMAN, J., SALMON, W., C.: The Confirmation of Scientific Hypotheses. In: *Introduction to The Philosophy of Science*. Indianapolis, Indiana: Hackett Pub. Co. Inc. 1999.
- EINSTEIN, A.: *Teorie relativity a jiné eseje*. Praha: Pragma 2000.
- FAJKUS, B.: *Filosofie a metodologie vědy. Vývoj, současnost a perspektivy*. Praha: Academia 2005.
- FERJENČÍK, J.: Úvod do metodologie psychologického výskumu: jak zkoumat lidskou duší. Praha: Portál, 2000.
- FINE, K.: *The Limits of Abstraction*. Oxford: Clarendon Press 2002.
- FODOR, J., A.: Special Sciences, or the Disunity of Science as a Working Hypothesis. In: *Synthese* 28, 1974, s. 97–115.
- FODOR, J., A.: Observation Reconsidered. In: GOLDMAN, A., I.: *Readings in Philosophy and Cognitive Science*. Cambridge: The MIT Press 1993.
- FORSTER, M.: Prediction. In: PSILLOS, S., CURD, M. (eds.): *The Routledge Companion to Philosophy of Science*. New York: Routledge 2008.
- FRANKLIN, A.: Experiment in Physics. In: *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Stanford University: 2012. <http://plato.stanford.edu/entries/physics-experiment/>
- GALAVOTTI, M., C.: Probability. In: PSILLOS, S., CURD, M. (eds.): *The Routledge Companion to Philosophy of Science*. New York: Routledge 2008.
- GALILEO GALILEI: *Two Dialogues Concerning the Two New Sciences*, 1638. *Encyclopaedia Britannica*, 1952.
- GARDNER, M.: *Philosophical Foundations of Physics*. New York: Basic Books 1966, s. 12 – 16.
- GARDNER, M. (ed.): *Philosophical Foundation of Physics*. New York: Basic Books 1966.
- GARFINKEL, A.: *Forms of Explanation*. New Haven: Yale University Press 1981.
- GIERE, R.: *Explaining Science: A Cognitive Approach*. Chicago: University of Chicago Press 1988.
- GIERE, R.: *Science without Laws*. Chicago: University of Chicago Press 1999.
- GILLIES, D.: *Philosophical Theories of Probability*. London: Routledge 2000.
- GODFREY-SMITH, P.: *Theory and Reality: An Introduction to the Philosophy of Science*. Chicago: University of Chicago Press 2003.

- GOLDMAN, A., I.: *Epistemology and Cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press 1986.
- GOMATAM, R., V.: Quantum Theory and the Observation Problem. In: *Journal of Consciousness Studies*, 6 (11-12), 1999, s. 173-90.
- GOODMAN, N.: *Fact, Fiction and Forecast*. Cambridge, MA: Harvard University Press, Cambridge University Press 1954.
- GRYGAR, J.: *Vesmír, jaký je*. Praha: Mladá Fronta 1997.
- HACKING, I.: *Representing and Intervening*. Cambridge: Cambridge University Press 1983.
- HANZEL, I.: Kvalitatívne, alebo kvantitatívne metódy v sociálnych vedách? In: *Filozofia* 64, No 7, 2009, s. 646.
- HARMAN, G.: *Change in View: Principles of Reasoning*. Cambridge, MA: MIT Press 1986.
- HEMPEL, C.: *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*. New York: Free Press 1965.
- HEMPEL C., G.: Two Basic Types of Scientific Explanation. In: Colondy, R., G. (ed.): *Frontiers of Science and Philosophy*. London and Pittsburgh: Allen and Unwin and University of Pittsburgh Press 1962.
- HEMPEL, C., G.: *Philosophy of Natural Science*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall 1966.
- HEMPEL, C., G.: *Aspects of Scientific Explanation*. New York: Free Press 1965.
- HESSE, M.: Models and Analogy in Science. In: EDWARDS, P. (ed.): *The Encyclopedia of Philosophy*. New York 1967.
- HOLYOAK, K., J.: Analogy. In: HOLYOAK, K., J., MORRISON, G., R. (ed.): *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning*. Cambridge: Cambridge University Press 2005.
- HOLYOAK, K., J., MORRISON, G. (eds.): *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning*. New York: Cambridge University Press 2005.
- HUME, D.: *An Enquiry Concerning Human Understanding*. Editor: L. A. Selby-bigge, 3. vydanie, revidované P.H. Nidditchom. Oxford: Oxford University Press 1975.
- JEVONS, S., W.: *The Principles of Science, Vol. I.*, London: Macmillan and Co. 1874.
- JOHNSON-LAIRD, N., P.: Mental models. In: WILSON, R., A., KEIL, C., F. (ed.): *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*. Cambridge: The MIT Press 1999.
- JONES, T.: Reduction and Anti-Reduction: Rights and Wrongs. In: *Metaphilosophy* 25: 2004, s. 614 – 647.
- JONES, T.: Unification. In: PSILLOS, S., CURD, M.(ed.): *The Routledge Companion to Philosophy of Science*. New York: Routledge 2008.
- JUSZCZYK, S.: *Metodológia empirických výskumov v spoločenských vedách*. Bratislava: Iris 2003.
- KNEALE, W.: *Probability and Induction*. Oxford: Clarendon Press 1949.
- KUHN, T., S.: Objectivity, Value Judgment, and Theory Choice. In: KUHN, T., S.: *The Essential Tension*. Chicago: University of Chicago Press, 1977.
- KUHN, T., S.: *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press 1962.
- KÜHNE, T.: *What is Model?*[online]: <http://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2005/23.h>
- LADYMAN, J.: *Understanding Philosophy of Science*. London: Routledge 2002.
- LEWIS, D.: Causation. In: *Journal of Philosophy* 70, 1973, s. 556–67.
- LEWIS, D.: *Counterfactuals*. Cambridge, MA: Harvard University Press 1973.
- LEWIS, D.: Causal Explanation. In: *Philosophical Papers, Vol. II*. Oxford: Oxford University Press 1986, s. 214–40.
- LOSEE, J.: *A Historical Introduction to the Philosophy of Science*. Oxford: Oxford University Press 2001.
- MACH, E.: *Popular Scientific Lectures*. Chicago: Open Court 1910.
- MACHAMER, P., SILBERSTEIN, M. (eds.): *The Blackwell Guide to the Philosophy of Science*. London: Blackwell Publishers Ltd 2002.
- MAXWELL, G.: The Ontological Status of Theoretical Entities. In: *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* 3, 1962, s. 3–27.
- McMULLIN, E.: Galilean Idealisation. In: *Studies in History and Philosophy of Science* 16, 1985, s. 247–73.
- McMULLIN, E.: The Virtues of a Good Theory. In: PSILLOS, S., CURD, M. (eds.): *The Routledge Companion to Philosophy of Science*. New York: Routledge 2008.
- MILL, J., S.: A system of logic (1856, Eight Edition 1881) In: NAGEL, E. (ed.): *J. S. Mills Philosophy of Scientific Method*. New York: Hafner Publishing Company 1950
- MILLIKAN, R., A.: The Isolation of an Ion. A Precision Measurement of Its Charge and Correction of Stoke`s Law. In: *Physical Review* 32, 1911, s. 349 – 397.
- NAGEL, E. (ed.): *J. S. Mill`s Philosophy of Scientific Method*. New York: Hafner Publishing Company 1950.
- NAGEL, E.: *The Structure of Science*. New York: Harcourt, Brace and World 1961.
- NAGEL, E., SUPPES, P., TARSKI, A. (eds.): *Logic, Methodology and Philosophy of Science*. Stanford: Stanford University Press 1962.
- OKASHA, S.: *Philosophy of Science: A Very Short Introduction*. Oxford: Oxford University Press 2001.
- OPPENHEIM, P., PUTNAM, H.: The unity of science as a working hypothesis. In: FEIGL, H. (ed.): *Minnesota Studies in the Philosophy of Science, vol. 2*. Minneapolis: Minnesota University Press 1958.
- PAPINEAU, D. (ed.): *The Philosophy of Science*. Oxford: Oxford University Press 1997.
- PEIRCE, C., S.: *Essays in the Philosophy of Science*. New York: The Liberal Arts Press 1957.
- PENROSE, R.: *Makrosvět, mikrosvět a lidská mysl*. Praha: Mladá fronta 1999.
- PFEIFER, J., SARKAR, S. (ed.): *The Philosophy of Science*. New York: Routledge 2006.

- PLACE, U., T.: Is The Consciousness a Process of Brain? In: *British Journal Of Psychology*, No. 47, 1956, s. 70.
- POINCARÉ, H.: *Science and Hypothesis*. New York: Dover Publications 1905.
- POPPER, K.: *Conjectures and Refutations*, 3rd edn rev. London: Routledge & Kegan Paul 1969.
- POPPER, K.: *The Logic of Scientific Discovery*. London: Hutchinson 1959.
- PORTIDES, D.: Models. In: PSILLOS, S., CURD, M.(ed.): *The Routledge Companion to Philosophy of Science*. New York: Routledge 2008.
- PSILLOS, S.: *Causation and Explanation*, Chesham: Acumen 2002.
- PSILLOS, S.: *Philosophy of Science A–Z*. Edinburgh: Edinburgh University Press 2007.
- PSILLOS, S., CURD, M. (eds.): *The Routledge Companion to Philosophy of Science*. New York: Routledge 2008.
- PUTNAM, H., OPPENHEIM, P.: Unity of Science as a Working Hypothesis. In: *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* 2, 1958, s. 3–36.
- QUINE, W., O.: Two Dogmas of Empiricism. In: *The Philosophical Review* 60, 1951, s. 20–43.
- QUINE, W., O.: *On What There Is, From a Logical Point of View*. Cambridge, MA: Harvard University Press 1953.
- RAILTON, P.: A Deductive-Nomological Model of Probabilistic Explanation, In: *Philosophy of Science* 45, 1978, s. 206–26.
- ROSENBERG, A.: *Philosophy of Science: A Contemporary Introduction*. London: Routledge 2000.
- RUSSELL, B.: Our Knowledge of The External World As A Field for Scientific Method. In: *Philosophy*. Chicago and London: The Open Court Publishing Company 1915.
- RUSSELL, B.: *The Problems of Philosophy*. Oxford: Oxford University Press 1912.
- SALMON, W.: *Four Decades of Scientific Explanation*. Minneapolis: University of Minnesota Press 1989.
- SALMON, W., C.: Scientific Explanation: Three Basic Conceptions. In: PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, Vol. 1984, Volume Two: Symposia and Invited Papers. Chicago: The University of Chicago Press 1984, s. 293-305.
- SALMON, W.: *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*. Princeton: Princeton University Press 1984.
- SALMON, W.: Statistical Explanation and Statistical Relevance. In: SALMON, W., JEFFREY, R., C., GREENO, J., G.: (eds.): *Statistical Explanation and Statistical Relevance*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press 1971, s. 29–87.
- SARKAR, S.: *Genetics and Reductionism*. New York: Cambridge University Press 1998.
- SCHLICK, M.: O základoch poznania. In: HRUŠOVSKÝ, I. (ed.): *Antológia z diel filozofov IX, zv. Logický empirizmus a filozofia prírodných vied*. Bratislava: VPL 1968, s. 242.
- SEARLE, J.: *Mysel, jazyk a spoločnosť*. Bratislava: Kalligram 2007.
- SEARLE, J.: Why I Am Not a Property Dualist. In: *Journal of Consciousness Studies*, 9, No. 12, 2002.
- SOBER, E.: Likelihood, Model Selection, And The Duhem-Quine Problem. In: *The Journal of Philosophy*. Volume CI, No. 5, May 2004.
- SPRENGER, J.: *Hempel and the Paradoxes of Confirmation*. In: www.laeuferpaar.de/Papers/HHL.pdf 12.07.2012, 9:06 SEČ.
- TARSKI, A.: Truth and Proof. In: *Scientific American* 220, 1969, s. 63-77.
- van FRAASSEN, B., C.: Empiricism in Philosophy of Science. In: CHURCHLAND, P., M., HOOKER, C., A. (eds.): *Images of Science* Chicago: University of Chicago Press 1985, s. 245–308.
- von WRIGHT, G., H.: *Explanation and Understanding*, London: Routledge & Kegan Paul 1971.



Mgr. Mária Bednáríková, PhD.

Úvod do metodológie vied

Vysokoškolská učebnica
Vydanie prvé

Recenzenti

Doc. Mgr. et Mgr. Andrej Démuth, PhD.

Mgr. Ing. Michal Kutáš, PhD.

Jazyková korektúra Doc. PhDr. Juraj Hladký, PhD.

Grafická úprava a sadzba © Ladislav Tkáčik

fftu

Vydavateľ

Filozofická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave

Hornopotočná 23, 918 43 Trnava

filozofia@truni.sk, fff.truni.sk

© Mária Bednáríková, 2013

© Filozofická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave, 2013

ISBN 978-80-8082-620-8