

NÁČRT KLASIFIKÁCIE VEDECKÝCH REVOLÚCIÍ

LADISLAV KVASZ, Katedra humanistiky MFF-UK, Bratislava

KVASZ, L.: Classification of Scientific Revolutions: An Outline
FILOZOFIA 50, 1995, No 11, p. 593

The paper is the last of a series of papers ([4], [5], [6], [7]) discussing the development of science. As D. Gillies shows, there is a diversity of scientific revolutions. But whereas after Kopernikan revolution the Aristotelian physics was fully removed from scientific training, after Einsteinian one the Newtonian physics still plays an important role. These differences had been unveiled even in the behaviour of scientific community. Consequently, even the opponents of the rational reconstruction of the development of science must acknowledge the legitimate task of determining basic types of scientific revolutions. The adherents of such a reconstruction, on the other hand, will have to reconstruct these differing attitudes of scientific community to the latter on a rational basis.

The paper offers a classification of scientific revolutions, as well as an explanation of different attitudes towards old paradigms after Kopernikan, resp. Einsteinian revolutions.

Predkladaná stať predstavuje záverečnú časť série článkov venovaných analýze vývinu vedy. V prvom z nich, *K pojmu epistemického rámca vedeckej teórie* [4], som načrtnol technický aparát, ktorý umožňuje presnejšie zachytiť zlomy, s ktorými sa stretáme v dejinách vedeckého myslenia. Tri ďalšie články ([5], [6], [7]) som venoval analýze jednotlivých typov zlomov či revolúcií, prevažne z dejín matematiky. Tento posledný článok zhŕňa a zjednocuje predošlé analýzy.

To, že vedecké revolúcie sú rôzneho druhu, je myšlienka, ktorá sa objavila v úvodnej stati zborníka *Revolutions in Mathematics* [1]. V nej Donald Gillies načrtáva priebeh diskusie medzi Michaelom Crowom a Josephom Daubenom o probléme, či je Kuhnova koncepcia vedeckých revolúcií použiteľná aj na opis vývinu matematiky. Crowe obhajoval tézu, že **revolúcie sa v matematike nikdy nevyskytujú**, kým Dauben zastával názor, že **vedecké dielo Georga Cantora vyvolalo kvalitatívnu zmenu v modernej matematike, ktorú možno nazvať revolúciou**.

V pozadí týchto protichodných postojov stoja rôzne chápania pojmu vedeckej revolúcie. Kým Crowe považuje za „nevyhnutnú charakteristiku revolúcie to, že určitá skôr existujúca entita (nech je to kráľ, ústava alebo teória) je zvrhnutá a neodvolateľne odstránená“, Dauben sa uspokojuje s tým, že táto entita je „odsunutá na zásadne menej významné miesto“. Gillies ukazuje, že obe chápania sú opodstatnené a navrhuje považovať ich za dva rôzne typy revolúcií.

Kopernikovská revolúcia bola revolúciou prvého druhu, pretože po Newtonovom triumfe bola aristotelovská mechanika naozaj z výuky fyziky neodvolateľne odstránená. Naproti tomu einsteinovská revolúcia bola revolúciou druhého druhu, pretože po jej víťazstve sa Newtonova

mechanika aj naďalej vyučuje a používa sa v širokej škále technických aplikácií. Po víťazstve relativistickej mechaniky bola Newtonova mechanika iba presunutá na menej významné miesto v našom obraze sveta – už nie je fundamentálnou teóriou prírody, ale iba aproximáciou hlbšej teórie.

Je dôležité si uvedomiť, že rozdielnu povahu kopernikovskej a einsteinovskej revolúcie sa podarilo vykázat' v rovine správania vedeckého spoločenstva. To znamená, že Kuhnova analýza nebola dostatočne presná, keď pod jeden pojem zahrnula dva kvalitatívne odlišné javy, a prirodzene sa vynára úloha pokúsiť sa Kuhnovu teóriu spresniť a nájsť základné typy vedeckých revolúcií. Legitimnosť tejto úlohy musia uznať aj odporcovia racionálnej rekonštrukcie vývinu vedy. Pre zástancov takejto rekonštrukcie sa okrem toho otvára ďalší problém – pokúsiť sa odlišnosť v postoji vedeckého spoločenstva voči starej paradigme v prípade kopernikovskej a einsteinovskej revolúcie racionálne rekonštruovať.

Predkladaná stať si kladie za cieľ odpovedať na tieto dve otázky. Chce jednak poskytnúť klasifikáciu vedeckých revolúcií a jednak vysvetliť, prečo pri kopernikovskej revolúcii bola stará paradigma zavrhnutá, kým pri einsteinovskej pretrvala a tvorí naďalej súčasť profesionálnej prípravy vedcov.

1. Otázka legitimitnosti použitia formálnych metód pri rekonštrukcii vývinu vedy. Pri analýze vývinu vedy používam ako technickú pomôcku jeho formálnu rekonštrukciu. Moja základná stratégia pri klasifikácii vedeckých revolúcií je založená na klasifikácii formálnych zlomov, ktoré príslušné revolúcie sprevádzajú. Takýto postup môže vyvolať námietky zo strany zástancov tézy o nesúmerateľnosti paradigiem. Kuhn o tomto probléme píše: „Dá sa Newtonova dynamika skutočne odvodiť z relativistickej? Aký charakter by malo takéto odvodenie? Predstavme si množinu výrokov $E_1, E_2, \dots, E_n$, ktoré spolu predstavujú zákony teórie relativity. Aby sme dokázali správnosť Newtonovej dynamiky ako špeciálneho prípadu relativistickej dynamiky, musíme k výrokom E_i pridať doplnujúce výroky, ako napr. $(v/c)^2 \ll 1$, ktoré zužujú škálu parametrov a premenných. Túto rozšírenú množinu výrokov potom upravíme tak, aby sme dostali novú množinu $N_1, N_2, \dots, N_m$, ktorá je svojou formou totožná s Newtonovými zákonmi pohybu, zákonom gravitácie atď.

Naše odvodzovanie však – aspoň doteraz – nebolo poctivé. Hoci výroky N_i sú špeciálnym prípadom zákonov relativistickej mechaniky, nie sú Newtonovými zákonmi. To, čo z fyzikálneho hľadiska zodpovedá einsteinovským pojmom, vôbec nie je totožné s tým, čo znamenajú newtonovské pojmy označené rovnako. (Newtonovská hmotnosť sa zachováva, einsteinovská sa môže meniť na energiu...) Pokým nezmeníme definície premenných vo výrokoch N_i , odvodené výroky nebudú newtonovské. Ak ich zmeníme, potom sme už vlastne neodvodzovali Newtonove zákony – aspoň pokiaľ ide o bežne používaný význam slova „odvodzovať“ ([2], 155).

Zdá sa, že v tomto bode musíme dať Kuhnovi za pravdu. Pri limite $c \rightarrow \infty$ nedostávame newtonovskú mechaniku, ale len fragment relativistickej mechaniky, ktorý síce formálne pripomína newtonovskú mechaniku, ale konceptuálne sa od nej líši. Einstein má úplne inak definované základné pojmy. Napríklad dĺžku pohybujúceho sa telesa definuje pomocou systému synchronizovaných hodín. Newtona by ani vo sne nenapadlo definovať zvlášť dĺžku pohybujúceho sa telesa. V jeho konceptuálnom systéme je dĺžka telesa od pohybu **nezávislá**. To je princíp, ktorý implicitne považuje za samozrejmy. Preto aj keď v limite $c \rightarrow \infty$ dostaneme, že

kontrakcia dĺžky bude nulová, takže sme zdanlivo dokázali oprávnenosť Newtonovej koncepcie, dokázali sme to o einsteinovskom pojme dĺžky. Pre newtonovskú dĺžku niet čo dokazovať, na predpoklade jej konštantnosti je predsa celá newtonovská mechanika postavená. Preto Kuhn má pravdu. Formálne rekonštrukcie nám k porozumeniu **Newtonovej fyziky** neprispievajú. To, čo takto dostaneme, je tvrdenie einsteinovskej teórie, o ktorú sa Newton nemusí starať. Ako závisí Einsteinov pojem dĺžky od hodnoty rýchlosti svetla, a to, že pre nekonečne veľké hodnoty sa stáva konštantným – čo to má spoločné s Newtonom?

Úplne analogicky naša formálna rekonštrukcia aristotelovskej dynamiky ako pohybu vo viskóznom prostredí (pozri [4]) je zaujímavým poznatkom, ale opäť je to poznatok newtonovskej, a nie aristotelovskej fyziky. Aristoteles nikde o trení nehovorí, preto keď chceme porozumieť **jeho chápanie pohybu**, takéto rekonštrukcie nám nepomôžu. Aby sme mohli pochopiť Aristotela, musíme prijať jeho definíciu pohybu a podľa nej pohyb telesa na Zemi zastane nie v dôsledku akéhosi trenia, ale jednoducho preto, lebo je vlastnosťou všetkých pohybov, že raz zastanú. U prirodzených pohybov je to preto, lebo teleso raz dosiahne svoje prirodzené miesto, a u neprirodzených preto, že sa vyčerpá hybná príčina. K pochopeniu tejto skutočnosti nijako neprispievajú formálne rekonštrukcie aristotelovskej fyziky ako pohybu vo viskóznom prostredí. Takéto rekonštrukcie sa vždy robia v newtonovskom konceptuálnom rámci, ktorý aristotelovskému protirečí.

Tento súhlas s Kuhnovým odmietnutím formálnej rekonštrukcie revolúcií vo vede má však jeden háčik. Pri odmietaní formálnej rekonštrukcie má Kuhn pravdu, pokiaľ hovorí o **jednej izolovanej vedeckej revolúcii**. Pre pochopenie toho, čo sa udialo pri einsteinovskej alebo pri newtonovskej revolúcii, nám formálna rekonštrukcia veľa nepovie. Formálna rekonštrukcia nám však môže veľmi veľa povedať, keď chceme **navzájom porovnať rôzne revolúcie**. Naším zámerom je uvažovať nie o jednej či dvoch revolúciách, ale o desiatich či dvadsiatich.

A tu sa formálny prechod od jednej teórie k druhej ukazuje ako ideálny **indikátor veľkosti** príslušnej zmeny. Samozrejme, každá revolúcia predstavuje v prvom rade prestavbu pojmového aparátu, ktorú nemožno redukovať na čisto formálne zmeny. Ale s každou prestavbou pojmového aparátu je vnútorne spätá určitá formálna zmena, a preto možno rôzne pojmové posuny navzájom porovnať pomocou zodpovedajúcich formálnych prechodov. Takto pomocou veľkosti príslušného formálneho zlomu možno „merať“ veľkosť konceptuálnej prestavby a získať tak nástroj na klasifikáciu vedeckých revolúcií.

Je prekvapujúcim a netriviálnym faktom, že analogický limitný prechod, ako je medzi einsteinovskou a newtonovskou mechanikou, spočívajúci v tom, že určitá veličina rastie nad všetky medze, je aj medzi projektívnou a euklidovskou geometriou. Rozdiel je iba v tom, že miesto rýchlosti svetla je to vzdialenosť stredu premietania. Formálna podobnosť týchto dvoch revolúcií prirodzene navodzuje snahu nájsť ďalšie revolúcie založené na takomto limitnom prechode a ich porovnaním pochopiť hlbšiu konceptuálnu podobnosť, ktorej indikáciou je táto formálna analógia. Ďalším krokom je pokúsiť sa nájsť formálne indikácie pre ďalšie revolúcie. V procese takéhoto porovnávania sa zrodila predkladaná klasifikácia.

2. Štyri typy vedeckých revolúcií. Vzhľadom na to, že opis jednotlivých typov vedeckých revolúcií si vyžaduje rozsiahlejší priestor, venoval som trom zo štyroch typov vedeckých revolúcií samostatné state. Preto tu iba stručne zhrniem výsledky.

Revolúciou najväčšieho rádu je **IDEÁCIA** [5], ktorej príkladom je galileovská revolúcia v 17. storočí, v priebehu ktorej sa zrodila fyzika ako experimentálna veda, a pytagorejská revolúcia v 5. storočí pred n.l., kedy sa zrodila matematika ako deduktívna veda. Ideácia spočíva v zrode kognitívnej stratégie, pomocou ktorej veda pristupuje k svetu.

Revolúciu o jeden rád menšiu predstavuje **RE-PREZENTÁCIA** [6], ktorej príkladom v matematike sú Descartova revolúcia (zrod analytickej geometrie) alebo Leibnizova revolúcia (zrod diferenciálneho a integrálneho počtu). Tieto revolúcie menia jazyk, ktorým matematika konštruuje svoje objekty. Tieto zmeny sú také zásadné, že sa zdá, ako keby sa v priebehu týchto revolúcií odkrylo úplne nové univerzum kriviek a plôch (Descartes) či formúl (Leibniz). Príkladom re-rezentácie vo fyzike môže byť zrod elektrodynamiky či kvantovej teórie.

Ďalším typom revolúcií je **OBJEKTÁCIA** [7], ktorej príkladmi v syntetickej geometrii sú Desarguova revolúcia (zrod projektívnej geometrie) alebo Lobačevského revolúcia (zrod neeuklidovskej geometrie). Desargues či Lobačevskij nemenia spôsob konštruovania geometrických objektov. Oba používajú konštrukcie pomocou kružidla a pravítka. Zásadne však menia interpretáciu takto skonštruovaných útvarov.

Štvrtým typom vedeckých revolúcií je **RE-FORMULÁCIA**. Je to zmena, ktorú nazývam revolúciou len preto, prečo sa vo fyzike aj telesu nachádzajúcemu sa v kľude pripisuje rýchlosť (aj keď iba rovná nule). Chcem, aby boli všetky zlomy v jazyku vedy v predkladanej teórii uchopené. Ako príklad re-formulácie možno vziať prechod od rímskeho k arabskému spôsobu zápisu čísel. Ľubovoľný výpočet, ktorý možno urobiť v jednom z nich, možno uskutočniť aj v druhom, a samozrejme, výsledky budú rovnaké. Ale každý, kto sa pokúsil vydeliť dve dostatočne veľké čísla pomocou rímskeho zápisu, vie, že prechod k arabským číslam nesmierne uľahčí výpočet.

Podobné nenápadné posuny v symbolike, terminológii či v pojmoch sú však pre ďalší vývin vedy nesmierne dôležité. Keď zoberieme rozsiahlejšiu teóriu, napríklad matematickú analýzu, tak jej vybudovanie možno prirovnáť ku stavbe chrámu, ktorého **každú časť projektoval iný architekt**. Jeden pilier je z 15. storočia, druhý z 19., okno je z 12. storočia, kým portál je zo 14. storočia. Pri takejto stavbe prekvapuje, že vôbec stojí. Naozaj, keď si zoberieme štandardnú učebnicu analýzy a na okraj si pripíšeme roky, v ktorých boli sformulované tie ktoré definície a vety, nájdeme prekvapujúci zmätok. Jeden príklad za všetky. Newtonova-Leibnizova formula (17. stor.) dáva do súvisu pojem integrálu, ktorého definícia pochádza od Riemanna (19. stor.), s pojmom derivácie, ktorú prvýkrát korektne definoval Cauchy (19. stor.).

Aby sa tieto rôzne pojmy dali zjednotiť, „aby jeden pilier dosadol na druhý a spolu vytvorili lomený oblúk“, je nevyhnutné úplne ich zbaviť pôvodnej sémantiky. Totiž každý tvorca, keď objavoval svoj pojem, vetu či metódu dôkazu, mal ich zabudované do určitého celkového sémantického obrazu. Avšak aby sa jednotlivé prvky pochádzajúce od rôznych autorov dali navzájom zladit', bolo treba ich desémantizovať, vyprázdniť, redukovať na čisto formálny skelet. Na matematike prekvapuje to, že po tomto vyprázdnení všetko do seba krásne zapadá, takto vyprázdnená teória perfektne funguje.

Pritom vo filozofii vedy sa tento aspekt často nechápe. Dokonca aj Husserl, ktorý mal pre vedu inak hlboké porozumenie, ju kritizuje za vyprázdňovanie zmyslu a vidí v ňom hlavnú príčinu krízy vied. Ja sa však domnievam, že keby veda svoje pojmy a koncepcie neustále nevyprázdňovala, nedala by sa vytvoriť žiadna rozsiahlejšia teória.

Preto sa zdá, že vyprázdnené, formálne a desémantizované poznanie nie je čímsi jednoznačne negatívnym. Oba póly poznania – ako vyprázdnené poznanie zbavené zmyslu, tak aj zmysluplné obsažné poznanie – predstavujú hranice, v ktorých sa odohráva vývin vedy. Preto rozšírenie tejto oblasti, či už smerom k obsažnému poznaniu odkrytému pomocou intuície a vhľadu, ale aj smerom k vyprázdnenému poznaniu objavenému pomocou formálneho triku, obohacuje duchovný priestor. Zlá nie je samotná existencia vyprázdneného poznania, ale len jeho izolovanosť, jeho odtrhnutosť od poznania obsažného. Preto úlohou filozofie nie je vyprázdnené poznanie odhaľovať a zamietnuť (ako si to predstavovali logickí pozitivisti), ale práve naopak, pochopiť jeho zdroj, nájsť jeho pôvod a integrovať ho, zabudovať ho do kultúry. Aby to bolo možné, treba aj reformulácie pojať do celkového obrazu vývinu vedy a vyčleniť im miesto, ktoré im náleží.

3. Racionálna rekonštrukcia rozdielu medzi kopernikovskou a galileovskou vedeckou revolúciou. Keď chceme jednotlivé revolúcie charakterizovať z čisto formálneho hľadiska, môžeme novú teóriu chápať ako určitú poruchu teórie starej. Je to možné práve vďaka konzervatívnemu charakteru vývinu formálneho rámca teórie (podrobnejšie pozri [4]), lebo takto nová teória obsahuje v sebe starú ako svoj fragment. Poruchová teória svojimi pojmi singularnej a regulárnej perturbácie nám dáva nástroj na racionálnu rekonštrukciu Gilliesovho problému.

V prípade einsteinovskej revolúcie máme vzťah dvoch teórií, z ktorých jedna je limitným prípadom druhej. Dôležité pritom je, že táto limita má charakter takzvanej **regulárnej perturbácie**. V tom sa zásadne líši od revolúcie spočívajúcej v prechode od aristotelovskej fyziky k fyzike newtonovskej. Keď sa lepšie pozrieme na náš príklad s nádobou medu (pozri [4]), vidíme, že tu ide o **singularnú perturbáciu**. Preto zlom v jazyku, ktorý v tomto prípade nastal, je zásadnejší, než k akému došlo v prípade revolúcie einsteinovskej.

Takto sa nám podarilo epistemologicky podložiť názor Donalda Gillies, že newtonovská a einsteinovská revolúcia sú revolúciami rôzneho druhu. Vidíme, že nie náhodou fyzici vylúčili po kopernikovskej revolúcii aristotelovskú fyziku z výuky, kým po einsteinovskej revolúcii newtonovskú mechaniku naďalej ponechali vo výuke. Ich konanie je plne racionálne. Newtonovská mechanika je totiž „singularnou perturbáciou“ aristotelovskej a v dôsledku singularného charakteru prechodu od Aristotela k Newtonovi výuka aristotelovskej fyziky v ničom nepomáha pochopiť newtonovskú. Naproti tomu einsteinovská fyzika je „regulárnou perturbáciou“ newtonovskej a v dôsledku regulárnosti prechodu štúdium Newtona pomáha pri pochopení einsteinovskej fyziky.

Vidíme, že pomocou formálnej rekonštrukcie vedeckých revolúcií môžeme revolúcie zadeliť do štyroch tried podľa toho, ako veľké formálne zmeny v jazyku v ich priebehu nastali. Tieto zmeny siahajú od „singularných perturbácií“ v prípade prvého typu cez „regulárne perturbácie nekonečného rádu“ u druhého typu a „regulárne perturbácie konečného rádu“ u tretieho typu až po „priame rozšírenia“, pri ktorých rekonštrukcia starej teórie v novej je daná bezprostredným (nie limitným) vnorením.

Po tomto formálnom rozdelení revolúcií do štyroch tried bolo treba pochopiť, čo majú revolúcie v tej ktorej triede navzájom spoločné. Ukázalo sa, že vedecká revolúcia nemení jazyk

ľubovoľne, ale existujú štyri pomerne presne lokalizovateľné miesta jazyka, v ktorých dochádza k zmenám.

Prvý typ revolúcií – IDEÁCIA – spočíva v zmene charakteru temporality jazyka. Temporalitou jazyka rozumiem spôsob, akým je v jazyku prítomný čas. Jazyk matematiky je atemporálny, lebo o svojich objektoch (napríklad trojuholníkoch) hovorí spôsobom, ako keby tieto existovali mimo času. Jeho vznik spočíva v deštrukcii temporálneho charakteru evidencie, v ktorej je nám trojuholník daný ako predmet podriadený vznikaníu a zanikaniu a konštrukcii atemporálneho geometrického názoru, v ktorom sa nám trojuholník ukazuje mimo času. Jazyk fyziky je založený na dynamických idealitách s lineárnym časom (napríklad voľne padajúce teleso) a jeho vznik spočíva v prechode od atemporálnych foriem k dynamickým procesom, v ktorých vystupuje čas ako parameter.

Druhý typ revolúcií – RE-PREZENTÁCIA – spočíva v zmene charakteru generality jazyka. Pod generalitou jazyka rozumiem všeobecnosť v logickom zmysle slova. Napríklad rozdiel medzi euklidovskou a analytickou geometriou možno charakterizovať tým, ako generujú svoje objekty. Euklidovská geometria v zásade skladá útvar z akýchsi vopred daných elementov (úsečiek a oblúkov kružníc, čo sú z logického hľadiska konštanty). Naproti tomu analytická geometria generuje krivku bod po bode podľa určitého vzorca (a teda zásadným spôsobom využíva pojem premennej).

Tretí typ revolúcií – OBJEKTÁCIA – spočíva v spredmetnení určitých štruktúr subjektu v jazyku a s tým spojenou zmenou charakteru synonymity jazyka. Napríklad významnou črtou renesančnej matematiky je to, že priestor sa stal predmetom štúdia. Otázka však znie, ako to bolo možné. Priestor totiž zjavne nie je nejaká substancia, nie je to nejaký predmet, ktorý možno vziať a začať skúmať. Pre Grékov, až na atomistov a epikurejcov, priestor neexistoval. To, že sa priestor zrazu stane predmetom skúmania, nie je náhoda. Súvisí to so zrodom novovekej subjektivity, ktorá sa najprv prejavila v renesančnom maliarstve. Maliari začali maľovať svet tak, ako sa im javí, ako ho vidia, a priestorovosť je konštitutívnou zložkou subjektívnej perspektívy. Priestor sa teda do maliarstva a odtiaľ do matematiky dostáva vďaka subjektu, z hľadiska ktorého je zachytený. V tomto novom perspektivistickom jazyku možno čisto analyticky prechádzať od jedného hľadiska k druhému. Rôzne pohľady na tú istú budovu sa tak stávajú „synonymnými“. Opierajúc sa iba o syntax jazyka, možno z jedného vyvodíť druhý.

Posledný, štvrtý typ revolúcií – RE-FORMULÁCIA – spočíva v technických zásahoch do výstavby jazyka a s tým spojenou zmenou univerzality jazyka. Typickým príkladom zmeny tohto typu je zmena súradnicovej sústavy, napríklad prechod od afinných k homogénnym či projektívnym súradniciam.

4. Vzťah jednotlivých typov vedeckých revolúcií k epistemickým rámcem. V predošlej kapitole sme odlíšili štyri základné typy vedeckých revolúcií: ideáciu, re-rezentáciu, objek-táciu a re-formuláciu. Po tomto odlíšení si môžeme položiť otázku o vzájomnom vzťahu jednotlivých typov vedeckých revolúcií a epistemických rámcov.

4.1 Re-formulácia a formálny rámec. Najjednoduchšia je súvislosť medzi vedeckou revolúciou označenou termínom re-formulácia a formálnym rámcem vedeckej teórie. Re-formu-

lácia predstavuje zmenu, ktorej pôvod leží vo formálnom rámci, pričom predstavuje vlastne len prestavbu tohto rámca.

4.2 Objektácie a konceptuálny rámec. Nie je ťažké odhaliť ani súvislosť objektácie s konceptuálnym rámcom. Každé konceptuálne uchopenie skutočnosti spočíva v odlíšení popredia (t.j. toho, čo zo skutočnosti *pojmem* pomocou *pojmovej* sústavy) a pozadia (tvoreného všetkým, čo z pojmového obrazu vypadne). Každý výklad skutočnosti robíme z určitého hľadiska a na určitom horizonte. Preto základné aspekty, ktoré sme na objektácii vykázali, menovite hľadisko, pozadie a horizont (pozri [7]), možno považovať za formálne aspekty charakterizujúce každé konceptuálne uchopenie skutočnosti. Objektáciu teda možno považovať za zmenu formálneho rámca teórie, ktorá kopíruje paralelne prebiehajúcu zmenu konceptuálneho rámca.

4.3 Re-representácia a evidenciálny rámec. Analogický vzťah, ako je medzi zmenami konceptuálneho rámca a objektáciami, existuje aj medzi zmenami evidenciálneho rámca a re-representáciami. Re-representácie predstavujú formálny aspekt alebo, presnejšie, priemet zmien evidenciálneho rámca do rámca formálneho.

Naše metodologické rozhodnutie obmedziť sa na formálny rámec prináša svoje ovocie. Podarilo sa nám odhaliť netriviálnu regularitu v rámci takého pulzujúceho a premenlivého fenoménu, akým je odkrytosť sveta (pozri [6]). Pulzovanie odkrytosti, ktoré tvorí jadro poetického napätia a hry metafor a ktorému filozofi odkiaľživa pripisujú prívlastky jedinečnosti a neopakovateľnosti, predsa len skrýva regulárnejšie štruktúry. Tieto štruktúry sú dostatočne pevné na to, aby mohli konštituovať odkrytosť javov vo vede, ale na druhej strane vnášajú do samotného centra vedy pre odkrytosť charakteristické dramatické napätie. Toto napätie, ktoré má takto svoje miesto aj vo vede, jej dáva charakter tvorby porovnateľný s umením.

Teda aj svet vedy má charakter odkrytosti spojenej so spletitou hrou ilúzie a pravdy, ktorý k tomu patrí. Hoci iba málokomu je súdené odhaliť nové svety, ako to spravili Descartes či Bolzano, v menšom rozsahu tvorí proces odkrývania základ každej vedeckej tvorby a dáva jej tak estetické dimenzie, známe z reflexií mnohých vedcov. Je snád' zbytočné zdôrazňovať, že našich osem re-representácií má ďaleko aj čo len od náčrtu klasifikácie zmien evidenciálneho rámca. Skôr je prekvapujúce, že takéto čosi sa vôbec podarilo nájsť.

4.4 Ideácia a transcendentný rámec. Zatiaľ sa nám podarilo ku každému z troch epistemických rámcov priradiť typ vedeckej revolúcie, ktorý je s príslušným rámcom vnútorne spätý. Problém je však v tom, že existujú štyri typy revolúcií, kým rámce máme iba tri. Ako už napovedá samotný nadpis, pokúsím sa túto nekonzistentnosť štruktúry epistemických rámcov a typológie vedeckých revolúcií odstrániť tým, že zavediem štvrtý epistemický rámec.

To, čím sa ideácia odlišuje od ostatných vedeckých revolúcií, spočíva v jej zvláštnom intencionálnom charaktere. Nie náhodou som sa pri jej výklade opieral práve o Husserla (pozri [5]). Jeho pochopenie novovekej vedy ako programu matematizácie prírody umožňuje odhaliť základné napätie, ktoré poháňa tento typ revolúcie. Toto napätie možno označiť termínom *transcendencia*. Tento termín má mnohé konotácie z oblasti náboženstva. Tie zatiaľ ponecháme

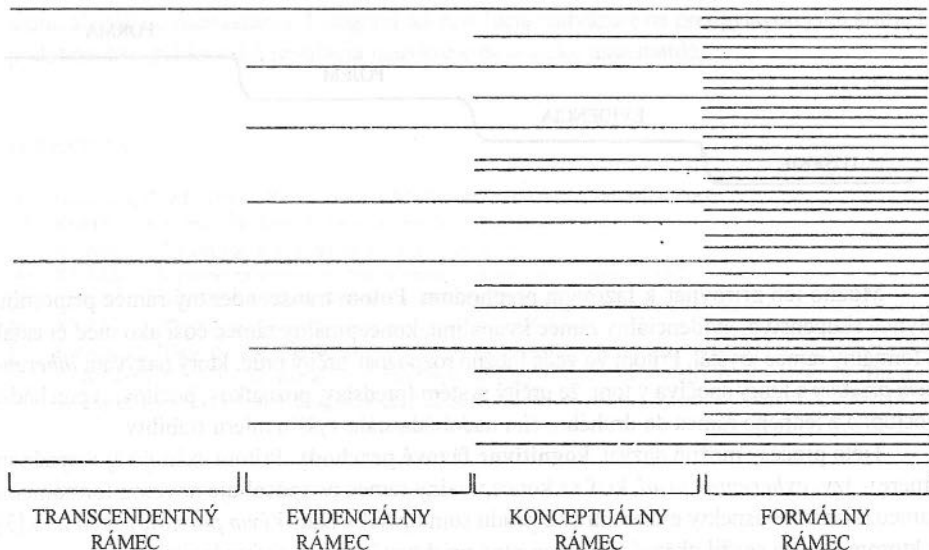
bokom. Predbežne sa obmedzíme na zdôraznenie tej skutočnosti, že veda nie je iba súborom zdôvodneného poznania a nevyčerpáva sa úlohou systematizovať a vysvetliť našu skúsenosť. Podstatným aspektom vedy je jej neustále úsilie transcendovať stav poznania, aktívne rozširovať hranice skúsenosti.

Preto Kuhnov obraz vedca ako riešiteľa hlavolamov je zúžený. Zaiste, keď treba, vedec robí aj to. Ale veda je schopná naplniť život človeka, dať zmysel jeho bytiu. Ak bytie človeka pochopíme existenciálne, ako neustále sabaprekračovanie, ako schopnosť transcendencie, potom schopnosť človeka identifikovať samého seba ako vedca, t.j. to, že výpoveď „*som fyzik*“ či „*som matematik*“ nechápe ako výpoveď o zamestnaní, ale ako výrok, ktorý hovorí, kým je, znamená, že veda je niečo, čo je schopné vyplniť bytie. A vyplniť bytie človeka, t.j. spôsobiť, že byť vedcom neznamená ploché a zúžené vegetovanie technokrata, ktorý sa míňa so životom, ale že toto bytie má formu plnosti ako každý iný druh ozajstného bytia, možno len vďaka tomu, že transcendencia náleží k základným určeniam vedy.

Istým problémom existencializmu bolo, že sa zrodil na rozmedzí náboženstva (Kierkegaard), umenia (Camus) a filozofie (Heidegger). Preto mal od samého začiatku určitý dešpekt voči vede. Vedu existencialisti chápú práve ako miesto odcudzenia a vyprázdnenia života. Veda, práve preto, že je schopná naplniť život vedca zmyslom, nemôže byť ničím vyprázdneným. Práve naopak, musí umožňovať transcendenciu. A transcendenciu umožňuje len preto, že sama má charakter transcendencie. Transcendencia nemusí mať iba charakter „mystického osvietenia“, „estetického zážitku“ či „nazerania zmyslu bytia“. Transcendencia je konštitutívnou zložkou každej činnosti, ktorá dokáže človeka bytostne osloviť. A o tom, že to veda dokáže, nemôže byť pochyb.

5. Inherentný a exherentný prúd vo vývine vedy. Vedecká činnosť je čosi celostné a nedeliteľné. Pomocou interpretačnej techniky založenej na pojme epistemického rámca v nej však možno vyčleniť štyri zložky. Tento rozklad by som najradšej prirovnal k rozkladu farebnej fotografie na základné farby. V skutočnosti existuje komplexná, pestrofarebná vedecká činnosť s mnohými odtieňmi a prechodmi. Je však účelné snímať ju oddelene cez štyri monochromatické filtre – formálneho, konceptuálneho, evidenciálneho a transcendentného rámca.

Jednotlivé rámce majú rôznu citlivosť na zlomy. Práve cez formálny rámec majú zlomy najmäjšie kontúry. Preto sme sa obmedzili na analýzu vedy pomocou tohto rámca. Na „snímok vedy“ robených pomocou tohto rámca sa nám podarilo odlíšiť štyri typy zmien vo vede. Keď sme tieto štyri typy zmien, identifikovaných na základe formálneho rámca, porovnali so „snímkami“ z ostatných rámcov, podarilo sa nám ku každému typu zmien nájsť rámec, s ktorým je príslušná zmena zviazaná. Celkový obraz je takýto:

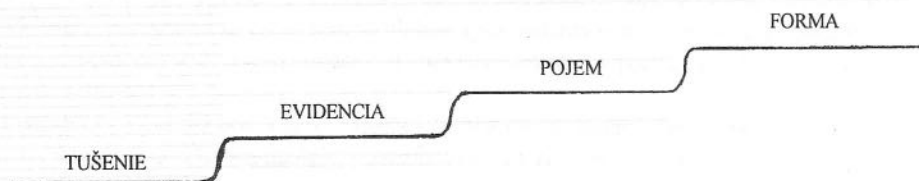


Vodorovné čiary predstavujú zlomy či diskontinuity v jazyku vedy. Doteraz sme podrobne preskúmali iba formálny rámec. Jednotlivé zlomy, ktoré sme v ňom našli, sa líšia tým, v ktorom z príslušných rámcov majú svoj pôvod.

Z uvedeného obrázku by mohol vzniknúť mylný dojem, že formálny rámec je najbohatší na zlomy – veď je v ňom zakreslených najviac čiar. Nie je to tak. V transcendentnom rámci je pravdepodobne podstatne viac zlomov ako v rámci formálnom. Transcendentný rámec nám pripadá najchudobnejší na zlomy (iba dve revolúcie – totiž pytagorejská a galileovská) len preto, že sa naň „pozeráme“ cez formálny filter. Na „snímku“ pomocou formálneho rámca „uvidíme“ iba tie transcencie, ktoré viedli k úspešnému odkrytiu, pričom to, čo sa odkrylo, sa nám podarilo konceptuálne uchopiť a tento konceptuálny výklad sa podarilo adekvátne formálne opísať.

Toto ukazuje výhody nášho „spektrálneho rozkladu“ vedy. Náš obraz je síce chudobnejší ako skutočnosť, filtre neprepustia odkrytia, ktoré sa nepodarilo konceptualizovať – vylúčia ich ako číre zdanie a podobne nepripustia ani výklady, ktoré sa nepodarilo formalizovať, vylúčia ich ako nejasné, avšak v tomto chudobnejšom obraze možno ľahšie rozpoznať štruktúru.

Pritom usporiadanie rámcov nie je náhodné. Zoradené sú v smere narastajúcej **stability** štruktúry, ktorú zachytávajú. Procesy prebiehajúce v evidenciálnom rámci (nápady, vízie, heuristiky – ale aj ilúzie a omyly) sú menej stabilné než to, čo tvorí obsah konceptuálneho rámca. Preto štyri rámce oddeľujú štyri vrstvy jazyka. Keď prekonáme zábrany, ktoré sa spájajú s používaním termínov vyšší resp. nižší, a nebudeme ich chápať hodnotovo, môžeme nakresliť takýto diagram znázorňujúci vývinové procesy vo vede:



Možno ich prirovnať k fázovým prechodom. Potom transcendentný rámec pripomína plynné skupenstvo, evidenciálny rámec kvapalinu, konceptuálny rámec čosi ako med či asfalt a formálny rámec kryštál. Pritom vo vede možno rozpoznať určitý prúd, ktorý nazývam *inherentným prúdom* a ktorý spočíva v tom, že určitý systém (predstáv, poznatkov, pocitov...) prechádza postupne z jedného rámca do druhého, čím nadobúda stále vyššiu mieru stability.

Tieto procesy možno nazvať **kognitívne fázové prechody**. Pritom existujú aj v opačnom smere – tzv. *exherentný prúd*, keď sa konceptuálny rámec prispôsobuje novému formálnemu rámcu. Niektoré aspekty exherentného prúdu som opísal v stati *Vývin pojmov, prečo áno* [3], v ktorom som sa snažil ukázať, že exherentný prúd tvorí základ vývinu logiky.

6. Porovnanie s koncepciou I. Lakatosa. Najbližšie k výsledkom predkladanej klasifikácie má Lakatosova koncepcia vývinu vedy ako striedania vedecko-výskumných programov [8]. Lakatos rozlišuje tzv. jadro programu, okolo ktorého sa vytvára ochranný pás. Náš model umožňuje túto ideu zjemniť a spresniť povahu jadra a plášťa.

V samom strede jadra vedecko-výskumného programu je fixovaný typ idealít (napríklad vo fyzike programovým vyhlásením: Prírodným javom sa snaží porozumieť ako procesom zákonitým v čase!). Okolo neho je vrstva tvorená prezentáciou (napríklad v prípade klasickej fyziky fixovaná programovou smernicou: Tieto procesy spočívajú v mechanickom pohybe hmoty v priestore!). Ďalej je objektačná vrstva (napríklad pre klasickú mechaniku fixovaná programovou tézou: Priestor je trojrozmerný a absolútny, pôsobia v ňom sily na diaľku!). Posledná je vrstva tvorená formuláciou (napríklad pre lagrangovskú mechaniku tvorená programovou inštrukciou: Nájdi súbor parametrov, ktoré jednoznačne zadávajú konfiguráciu systému. Pomocou týchto parametrov vyjadrí kinetickú a potenciálnu energiu; ich rozdiel tvorí Lagrangovu funkciu. Tú dosad' do Lagrangových rovníc a rieš.).

Keď sa objavia anomálie, vedecko-výskumný program sa bráni vytvorením ochranného pásu. Ako prvé sa skúšajú re-formulácie teórie. Pri niektorých problémoch to stačí. Vytvorí sa nová, napríklad hamiltonovská formulácia, a program je zachránený. Pri vážnejších anomáliách, akou bola otázka povahy éteru, treba rozšíriť pás aj o objektačiu. Vznik novej objektačie pohybu – teórie relativity – uvedenú anomáliu neutralizuje, čím jadro programu pred ňou uchráni, a tak sa zachováva kontinuita klasickej fyziky. Ďalšia vrstva predstavuje formu prezentácie, kedy sa jadro ešte viac zúži a bude ho tvoriť už len fixácia typu idealít.

Revolúcie, v ktorých sa mení aj typ idealít, akými boli galileovská alebo pytagorejská revolúcia, znamenajú opustenie starého programu a zrod nového. Naša analýza však ukazuje, že určitá miera kontinuity sa napriek tomu zachováva. Nejde o kontinuitu v zmysle zachovania

jadra, ale skôr o nadviazanie. Pytagorejská revolúcia nadväzuje na predpytagorejskú aritmetiku podobne, ako galileovská revolúcia nadväzuje na antickú matematiku.

LITERATÚRA

- [1] GILLIES, D. ed. (1992): *Revolutions in Mathematics*. Oxford, Clarendon Press.
- [2] KUHN, T. S. (1962): *Štruktúra vedeckých revolúcií*. Bratislava, Pravda 1982.
- [3] KVASZ, L.: Vývin pojmov, prečo áno! In: *Filozofia* 1993/2.
- [4] KVASZ, L.: K pojmu epistemickeho rámca vedeckej teórie. In: *Filozofia* 1993/7.
- [5] KVASZ, L.: O pôvode ideálnych objektov vo vede. In: *Filozofia* 1995/1.
- [6] KVASZ, L.: O povahe sveta matematiky. In: *Filozofia* 1995/3.
- [7] KVASZ, L.: How do Theories Represent Reality. In: *Mesotes* 1993/2.
- [8] LAKATOS, I. (1970): Falsification and the methodology of scientific research programmes. In: *The methodology of scientific research programmes*. Philosophical Papers of Imre Lakatos. Volume 1, Cambridge 1978.

RNDr. Ladislav Kvasz
Katedra humanistiky MFF UK
Mlynská dolina
842 15 Bratislava
SR