

Cohenova koncepcia vedeckej revolúcie

Miroslav Karaba

KARABA, M.: The Concept of Scientific Revolution in the System of I. B. Cohen. *Studia Aloisiana*, 6, 2015, 2, s. 61 – 73.

I. B. Cohen has maintained that scientific revolutions can be identified despite the vagueness of the characterization of "scientific revolution". He suggested four tests of revolutionary status, namely the testimony of contemporary witnesses; references to the achievement in subsequent documents in the field; the judgements of competent historians of science; and the opinions of scientists working in that field today. On the other hand Cohen's procedure for identifying scientific revolutions is subject to severe limitations. The most obvious limitation is case of overt disagreement. A further problem is that observer may agree that a particular episode is revolutionary but disagree about why it is important. However, presented paper will show how Cohen's project to identify scientific revolutions by reference to the testimony of qualified observer is unsatisfactory.

Keywords: I. B. Cohen (1914 – 2003), history of science, scientific revolution

Novoveká aplikácia termínu „revolúcia“ v politickej a sociálnej sfére viedla k jeho kryštalizácii ako pojmu označujúceho úspešnú revoltu a prevrat uskutočnený v politickej a sociálnej praxi. Táto koncepcia zahŕňa tzv. „bod zlomu“, ktorý je radikálnou zmenou uskutočnenou človekom, vedúcou k ruptúram v rôznych oblastiach a na rôznych úrovniach spoločnosti. Až na základe tohto obsahu bol pojem „revolúcia“ postupne začlenený aj do oblasti vedy. Vedecký pokrok chápaný ako revolučný zlom je principiálnou alternatívou k inkorporačnému chápaniu progresu vo vede. Základnou charakteristikou takéhoto chápania je prítomnosť diskontinuity vo vývoji a istá stupňovitost za sebou nasledujúcich vedeckých teórií. „Revolučný prístup“ sa však musel vyrovnávať s evidentnou a dlhodobou spojitostou v histórii vedy, čo nakoniec viedlo začiatkom 60. rokov 20. storočia k postulovaniu väčších jednotiek, ako sú teórie, a k ich ďalšej analýze z hľadiska filozofie a histórie vedy. Kuhnove paradigmy, Lakatosove výskumné programy, Laudanove výskumné tradície a rozsiahla aplikácia pojmov, ako konceptuálna schéma či konceptuálny rámec, umožnili kombinovať kontinuitu a spojitost na jednej strane s hlbokými ruptúrami na druhej strane. V tejto štúdii sa preto budeme zaoberať identifikáciou vedeckých revolúcií, tak ako ju vo svojom diele predložil I. Bernard

Cohen (1914 – 2003), prvý Američan, ktorý získal doktorát v odbore história vedy. Cohen takmer celý svoj akademický život pôsobil ako profesor histórie vedy na Harvardovej univerzite, ale jeho profesionálny záber bol oveľa širší a niekoľko desaťročí pôsobil napr. aj ako špeciálny konzultant pre históriu výpočtovej techniky v IBM. Je autorom niekoľkých stoviek kníh a štúdií v rámci histórie vedy (Franklin, Newton, Lavoisier) a anglosaský svet dodnes často používa jeho preklad Newtonových *Principia*.¹

Definícia „vedeckej revolúcie“ a jej porovnanie s „politickou revolúciou“

Začnime otázkou: Odkedy sa začal termín „revolúcia“ používať na opis špecifického vývoja v oblasti vedy? Bernard Cohen v jednom zo svojich základných diel – *Revolution in Science*, ktoré je pokladané za jednu z najkomplexnejších analýz histórie konceptu vedeckej revolúcie, poznamenáva, že francúzske slovo *révolution* je tak trochu vágne na označenie významných vývojových trendov na počiatku 18. storočia. V polovici 18. storočia už Clairaut, D’Alembert a Diderot príležitostne používali tento termín aj v súvislosti s vedeckým rozvojom, poukazujúc napr. na výsledky Newtonovej fyziky, alebo na Descartovo odmietnutie aristotelovskej filozofie. Definícia pojmu revolúcia vo vtedajšej *Encyklopédii* bola však výsostne politická. No ku koncu storočia už Concordet hovorí o Lavoasierovej chemickej revolúcii.² Medzičasom Kant v úvode ku druhému vydaniu *Kritiky čistého rozumu* hovorí o potrebe revolúcie vo filozofii.³ Definitívne sa však idea vedeckej revolúcie presadila až v 20. storočí, najmä v súvislosti s Kuhnovým paradigmatickým prístupom, ktorý rozvíjali ďalší postkuhnovskí autori.

- 1 Podrobný a veľmi kvalitne spracovaný životopis I. B. Cohena pozri: DAUBEN, J., GLEASON, M. L., SMITH, G. E.: *Seven Decades of History of Science : I. Bernard Cohen (1914 – 2003)*, Second Editor of *Isis*. In: *Isis*, 100, 2009, č. 1, s. 4–35.
- 2 „After 1789, the new meaning came to predominate and, ever since, ‘revolution’ has commonly implied a radical change and a departure from traditional or accepted modes of thought, belief, action, social behaviour, or political or social organization. Thus in early modern times there occurred a double transformation of ‘revolution’ and the concept for which it is the name. First, a scientific term, taken from astronomy and geometry, came to be applied to a general range of social, political, economic, and intellectual and cultural activities; and, second, in this usage the term gained a new meaning that was radically different from – if not diametrically opposite to – the original and strict etymological sense of ‘revolution’ (révolution, rivoluzione), which is derived from the mediaeval Latin *revolutio*, a rolling back or a return, usually with an implied sense of revolving in time.“ COHEN, I. B.: *The Eighteenth-Century Origins of the Concept of Scientific Revolution*. In: *Journal of the History of Ideas*, 37, 1976, č. 2, s. 258.
- 3 „A tak dokonca i fyzika vděčí za onu tak prospěšnou revoluci ve způsobu svého myšlení pouze nápadu, že rozum má hledat v přírodě (nikoli ji přibásňovat) to, co se od ní musí učit a o čem by sám o sobě nic nevěděl, pouze v souladu s tím, co do ní sám vkládá. Teprve tím byla přírodověda uvedena na spolehlivou cestu vědy, když předtím po tolik staletí nebyla ničím víc než pouze pouhým tápáním. (...) Úkol této kritiky čistého spekulativního rozumu pak spočívá v onom pokusu změnit dosavadní metodu metafyziky, a to tím, že v ní po vzoru geometrií a přírodovědců provedeme úplnou revoluci.“ KANT, I.: *Kritika čistého rozumu*. Praha : Oikymen, 2001, s. 18, 22.

Problém definovania toho, čo treba chápať pod pojmom „revolúcia“, je imanentný takmer každej diskusii o politických a sociálnych revolúciách. Aj keď sa zdá, že istý konsenzus je dosiahnuteľný prinajmenšom v priradení základných znakov charakteristických pre revolúcie, dosiahnutie všeobecne akceptovanej definície je príliš vzdialené. Vo všeobecnosti však možno povedať, že pojem revolúcie dnes navodzuje predstavu prerušenia kontinuity, bodu zlomu, zavedenia nového poriadku, ktorý popretŕhal všetky väzby s minulosťou, či jednoducho rozdelenia všetkého na staré a dovedy platné na jednej strane a nové a odlišné na druhej strane. Takúto koncepciu revolúcie však predchádzalo dlhé obdobie chápania „revolúcie“ ako cyklického javu, kontinuálneho striedania sa prílivu a odlivu alebo ako istého druhu cirkulácie a návratu. Dnes bežné chápanie slova revolúcia je tak diametrálne odlišné od pôvodného a striktno etymologického zmyslu slova *revolutio* prebratého zo stredovekej latinčiny.⁴ V neskorom stredoveku však *revolutio* neodkazovalo iba na pohyb nebeských telies po uzavretej orbite resp. čas, za ktorý je dokončený opis kruhovej dráhy, ale aj na akékoľvek otáčanie sa a obíhanie, poukazujúce na obrazné chápanie cyklického uvažovania v mysli. Počas renesancie dostalo toto slovo ešte širší význam, s odkazom na akékoľvek periodické alebo kváziperiodické udalosti, akými sú napr. vznik a zánik civilizácií alebo kultúr.

Kvôli lepšiemu porozumeniu pojmu „vedecká revolúcia“ porovnáva Cohen tento termín s konceptom „politckej revolúcie“. Vychádza pritom z vplyvu politických teórií a udalostí zahŕňajúcich prudké zmeny v spoločenských štruktúrach na vznikajúcu koncepciu vedeckej revolúcie, ktorý je v európskej kultúre prítomný od 17. storočia. Cohen spomína napr. „Slávnú revolúciu“, ktorá v roku 1688 viedla ku zvrhnutiu kráľa Jakuba II. a k nástupu Viliama Oranžského na anglický trón. No až na počiatku 18. storočia, keď sa rozšíril termín „revolúcia“ v zmysle radikálnej alebo významnej zmeny, sa začínajú objavovať aplikácie tohto pojmu v rôznych oblastiach ľudskej aktivity. V súvislosti s možnými revolúciami vo vede tak Cohen v tomto období identifikuje správy o vedeckých revolúciách, ktoré sa udiali v minulosti (Kopernik, Bacon, Descartes, Galilei), ako aj o aktuálne sa realizujúcich revolúciách. Napríklad v dekáde pred Francúzskou revolúciou identifikuje dvoch vedcov, ktorí svoju vlastnú prácu vnímali ako revolučnú (Lavoisier, Marat).⁵

Jedným zo znakov, ktoré majú politické revolúcie spoločné, je prítomnosť novosti. Moderné koncepcie revolúcie zahŕňajú presvedčenie, že revolučný zlom prináša so sebou úplne nový príbeh, okamžitú a náhlu zmenu kurzu dejín. Oproti tomu vedecké revolúcie v sebe zahŕňajú aj akýsi parameter kontinuity a transformácie. V skutočnosti sa však dá ukázať, že podobné parametre nachádzame aj v politických revolúciách, kde sa prejavujú kontinuitou napr. v myslení ľudí, vo vzdelávacom systéme atď.

4 Porov. GILBERT, F.: Revolution. In: WIENER, P. (ed.): *Dictionary of the History of Ideas*. Vol. IV. New York, 1973, s. 152–67.

5 Porov. COHEN, I. B.: The Eighteenth-Century Origins of the Concept of Scientific Revolution. In: *Journal of the History of Ideas*, 37, 1976, č. 2 s. 257–288.

Podobne ako pri sociálnych, politických a ekonomických revolúciách, môžeme aj pri vedeckých revolúciách rozlišovať celú škálu ich magnitúd. Tak ako rozlišujeme celé spektrum, siahajúce od veľkých revolúcií (napr. francúzska alebo ruská revolúcia) až po malé palácové revolúcie (Macbethovo zabitie Duncana), tak môžeme aj vo vede hovoriť o maxi- prípadne minirevolúciách. Najväčšie revolúcie zasiahli veľkú oblasť vedy, príp. zmenili spôsob myslenia aj v ďalších vedných odboroch a disciplínach (evolučná teória, teória relativity, kvantová teória), zatiaľ čo menšie revolúcie mohli mať vážnejší dosah iba na veľmi úzku časť vedy (napr. rozvoj experimentálnej psychológie v prácach W. Wundta).

Napočudovanie analógiu nájdeme aj v prípade ďalšej vlastnosti politických revolúcií, ktorou je prítomnosť istej formy násilia, zameraného na uchopenie moci v konkrétnom čase a na konkrétnom mieste. Podľa niektorých autorov (Johnson), ak nie sú radikálne zmeny systému iniciované násilím, nemožno v takýchto prípadoch hovoriť o revolúciách, ale ide iba o nejaký iný druh sociálnej zmeny.⁶ Samozrejme, netvrdíme, že vedecká revolúcia zahŕňa fyzické násilie, ale dejiny vedy ukazujú, že mnohé vedecké revolúcie naznačujú modely činnosti podobné politickému zvrhnutiu vlády. Vo vedeckej revolúcii sa totiž objavujú tendencie získavať prostredníctvom súboru úkonov kontrolu napr. nad vedeckou tlačou, vzdelávacím systémom či z vedeckého hľadiska vplyvnými miestami vo vedeckých akadémiách, radách alebo laboratóriách. Ako dva extrémne prípady takejto aktivity uvádza Cohen „lysenkizmus“ v Sovietskom zväze a hnutie tzv. „nemeckej fyziky“ v nacistickom Nemecku. Lysenkovi sa podarilo v období stalinizmu mocenskými metódami úplne ovládnuť sovietsku biológiu. Lysenko odmietol ortodoxnú mendelovskú genetiku a namiesto nej nekriticky aplikoval Mičurinovu teóriu hybridizácie a Lamarckove teórie o dedičnosti získaných vlastností. Spolu so svojimi stúpenkami prepísal učebnice biológie tak, aby zodpovedali jeho teóriám, a odstránil aj všetkých členov akadémie vied, ktorí neboli ochotní prispôsobiť im svoje názory.⁷ Lysenko sa takto postaral aj o Nikolaja Vavilova, v tom čase najlepšieho genetika v Sovietskom zväze, zástancu mendelejizmu, ktorý bol na základe obvinenia zo zavinenia hladomoru odsúdený na nútené práce do gulagu, kde v roku 1943 zomrel. K podobnej situácii došlo v nacistickom Nemecku, kde dvaja držiteľia Nobelovej ceny Philipp Lenard a Johannes Stark viedli hnutie za očistenie nemeckej vedy od neárijskej náuky a príliš teoretického myslenia.⁸ No zmeny v smerovaní vedy napojené nejakým spôsobom na politickú moc sa nedajú redukovať iba na (iste extrémne) totalitné systémy 20. storočia a – ako ukázala analýza histórie vedy – viacero takýchto prípadov možno nájsť aj v novovekej vede (karteziánska prírodná filozofia, Newtonova prírodoveda).⁹

6 Porov. JOHNSON, Ch.: *Revolution and the Social System*. Stanford : Stanford University, 1966, s. 6.

7 Porov. KREMENTSOV, N.: *Stalinist Science*. Princeton : Princeton University Press, 1997, s. 54–83.

8 Porov. HENTSCHEL, K. (ed.): *Physics and National Socialism*. Basel : Birkhäuser Verlag, 1996, s. lxx–xcii.

9 Porov. COHEN, I. B.: *Revolution in Science*. Cambridge; Massachusetts; London : The Belknap Press of Harvard University Press, 1985, s. 11–12.

Pravdepodobne najväčší rozdiel medzi politickými, resp. sociálnymi a vedeckými revolúciami spočíva v ich cieľoch. Analógia v tomto prípade siaha iba po tvrdenie, že oba typy revolúcií majú svoje konkrétne a úzko definované ciele. Napríklad cieľom newtonovskej revolúcie bolo vytvoriť nový systém racionálnej mechaniky, ktorý bude schopný retrodikovať a predikovať javy pozorovateľné na zemi aj na nebi. „Newtonove *Principia* tak predstavujú tri základné ciele – vyložiť základy a metódy novej mechaniky, odhaliť novú prírodnú filozofiu a vypracovať nový systém sveta založený na gravitačnej nebeskej dynamike.“¹⁰ Celý tento systém bol postulovaný na základných pojmoch – hmota, priestor, čas, sila, zotrvačnosť a zahŕňal koncept všeobecného pôsobenia gravitácie. Základný rozdiel spočíva v tom, že predstavitelia politických revolúcií pokladajú svoj cieľ za definitívny a nepredpokladajú, že v budúcnosti budú potrebné ďalšie revolúcie. Naopak vývoj vo vede je neustále sprevádzaný (niekedy latentným) očakávaním, že projekt vedy je konfrontovaný so sériou revolúcií, ktorá je v princípe bez konca. V tomto zmysle neexistuje vo vede partikulárny cieľ, ktorého dosiahnutie by znamenalo koniec vedeckého bádania.

Identifikácia „vedeckých revolúcií“

Vo svojej publikácii *Revolution in Science* Cohen analyzuje koncept vedeckej revolúcie počnúc Kopernikom až po kvantovú teóriu, teóriu relativity a teóriu kontinentálneho driftu. Zastáva pritom názor, že vedecké revolúcie môžu byť pomerne spoľahlivo identifikované aj napriek nejasnosti a vágnosti sprevádzajúcej všeobecnú definíciu vedeckej revolúcie. Hneď v úvode preto predkladá štyri základné testy¹¹, na základe ktorých možno identifikovať revolučný stav:

1. Svedectvo súdobých svedkov – ide o názor vedcov a laikov danej doby. Medzi takýchto svedkov zaraďuje Cohen filozofov, politických vedcov, ľudí aktívnych v politickom živote, sociálnych vedcov, žurnalistov, ale aj právnikov. Ako príklad uvádza Newtona a Leibniza, ktorých ešte počas ich života za práce na zdokonalení infinitezimálneho počtu označil Fontenelle za strojcov revolúcie v matematike.¹² Podobne aj Newtonovu gravitačnú teóriu, Lavoisierovu radikálnu reformu chémie či Darwinovu evolučnú biológiu pokladali mnohí ich súčasníci za revolúcie v týchto vedeckých oblastiach. Cohen však pripúšťa, že takéto súdobé svedectvo nenachádzame vo všetkých prípadoch vedeckých revolúcií, príkladom toho je mendelovská

10 COHEN, I. B.: Newton's Third Law and Universal Gravity. In: *Journal of the History of Ideas*, 48, 1987, č. 4, s. 571.

11 „And this leads at once to a series of four tests that may be universally applied to all major scientific events that have occurred during the past four centuries. The basis of these tests is purely historical and factual.“ COHEN, I. B.: *Revolution in Science*, s. 41.

12 FONTENELLE, B.: Préface sur l'utilité des mathématiques et de la physique, et sur les travaux de l'Académie des Sciences. In: *Histoire de l'Académie Royale des Sciences : Année M.DC.XCIX. Avec les registres de cette Académie*. Amsterdam : Chez Pierre Mortier, 1734.

revolúcia v biológii 19. storočia, či myšlienky Charlesa Babbage¹³. Na druhej strane môže byť vedec alebo partikulárna vedecká komunita presvedčená, že vytvárajú alebo vytvorili nejakú revolúciu, nasledujúci vývoj však ukáže, že k nijakej revolúcii nedošlo (napr. Symmerova teória elektriny¹⁴ alebo Maratova teória optiky). Okrem svedectva súdobých svedkov je preto potrebné pripojiť ďalšie typy testov.

2. Odkaz na záznamy v dokumentoch v danej vedeckej oblasti v období po revolúcii. Ako príklad uvádza Cohen fakt, že väčšina matematických spisov 18. storočia je napísaná v súvislosti s novou výpočtovou metódou, či už v leibnizovskej alebo newtonovskej forme, čo poukazuje na príslušnú revolúciu v matematike. Naproti tomu príručky a učebnice astronómie napísané medzi rokmi 1543 až 1609 neprejavujú prijatie Kopernikových myšlienok alebo metód, čo podľa Cohena znamená, že v tomto období nemožno hovoriť o kopernikovskej revolúcii. Cohen trval na tom, že Kopernik zohral iba menej dôležitú úlohu v rámci vedeckej revolúcie v astronómii: „...ak existuje niečo také ako kopernikovská revolúcia, potom k nej došlo v 17. storočí, a nie v 16. storočí, a bola spojená s menami Kepler, Galilei, Descartes a Newton.“¹⁵
3. Tretím testom sú posudky kompetentných historikov, najmä historikov vedy a filozofie. V tejto súvislosti Cohen uvádza ako príklad Jean-Sylvaina Baillya, historika astronómie z 18. storočia, ktorý písal o udalostiach spojených s kopernikovskou revolúciou v 16. storočí. Podobná potreba retrospektívne zdôrazňovať prítomnosť revolúcie zo strany historikov alebo historicky orientovaných filozofov či sociológov sa však nevyskytuje v súvislosti s Newtonovou revolúciou, revolúciou v chémii, či Darwinovou revolúciou. Kopernikovská revolúcia v 16. storočí je podľa Cohena iba fikciou, ktorú uviedol do života v 18. storočí Jean-Etien Montucla¹⁶ a J. S. Bailly¹⁷. Práve nesúlad medzi svedectvom súdobých a neskorších autorov by mal viesť ku skepticizmu a spochybneniu daného prípadu „údajnej“ prítomnosti vedeckej revolúcie.
4. Aplikácia predchádzajúcich typov testov však môže byť problematická, pretože k niektorým, podľa Cohena revolučným, epizodám v histórii vedy nemáme napr. dostatočné svedectvá súdobých dokumentov a príslušných historikov. Príkladom je revolúcia v oblasti štatistiky a štatistického myslenia v 19. storočí, ku ktorej okrem niekoľkých kratších zmienok (Quetelet, Maxwell, Boltzmann, Herschel) nenájdeme jasné vyjadrenia súčasníkov,

13 Charles Babbage (1791 – 1871) bol anglický matematik, vynálezca a filozof, ktorý ako prvý prišiel s nápadom zostrojiť programovateľný počítač (diferenčný stroj). Avšak pre problémy s financovaním a pre osobné záležitosti nebola väčšina jeho návrhov počas jeho života realizovaná.

14 SYMMER, R.: New Experiments and Observations concerning Electricity. In: *Philosophical Transactions* (1683 – 1760), 51, s. 340–393.

15 Porov. COHEN, I. B.: *Revolution in Science*, s. 123–124.

16 MONTUCLA, J. E.: *Histoire des mathématiques*. Paris : Chez Ch. Ant. Jombert, 1758.

17 BAILLY, J. S.: *Histoire de l'astronomie moderne depuis la fondation de l'école d'Alexandrie, jusqu'à l'époque de M.D.CC.XXX*. 3 zv. Paris : Chez de Bure, 1779 – 1782.

ako to bolo napr. v prípade chemickej alebo Darwinovej revolúcie. Cohen tento stav pokladá skôr za následok našej nevedomosti a slabej rozvinutosti vedy na danom stupni vývoja. Preto ako posledný typ testu navrhuje prítomnosť všeobecného konsenzu súdobých vedcov aktívne pracujúcich v danej vedeckej oblasti. Z tohto pohľadu je dôležité, že vedci v 20. storočí potvrdili význam štatistického myslenia pre ďalší rozvoj ich vedeckých odborov, napr. vo fyzike (kvantová fyzika, teória rádioaktivity), v biológii (genetika) a v sociálnych vedách, a to do takej miery, že bez tejto štatistickej revolúcie by rozvoj ich vedného odboru nebol vôbec možný.

Základné etapy „vedeckých revolúcií“

Cohen sa pri svojej analýze vedeckých revolúcií zmieňuje o historikoch a filozofoch vedy (Feyerabend, Lakatos, Laudan, Popper, Shapere, Toulmin), ktorí podľa neho základným spôsobom ovplyvnili tento smer skúmania vedy. Na prvom mieste však vychádza z myšlienok Thomasa Kuhna (1922 – 1996), podľa ktorého rozvoj vedy nie je rovnomerný proces, ktorý prebieha nepretržite a viac či menej spojitou. Práve naopak, rozlišuje v dejinách vývoja vedy obdobia tzv. „normálnej vedy“ a „vedeckej revolúcie“, pričom tieto obdobia nie sú iba kvantitatívne odlišnými fázami vedeckého vývoja, ale predstavujú rozličné kvality. Obdobie normálnej vedy však nemôže vysvetliť dynamiku vedeckého poznania. Pre Kuhna je toto obdobie iba epizódou vedy, a to navyše epizódou, ktorá nie je najpodstatnejšia. Narastajúce množstvo a závažnosť anomálií ohlasuje krízu normálnej vedy a potrebu znovuuvedenia paradigmy do súladu s pozorovaním. „Vznik nových teórií, ktorý si vyžaduje rozsiahlu deštrukciu paradigmy a veľký posun v problémoch a v technikách normálnej vedy, spravidla predchádza medzi odborníkmi obdobie neistoty. Môžeme povedať, že túto neistotu vytvára neustále zlyhávanie úsilia o nájdenie príslušných riešení hádaniek normálnej vedy. Zlyhávanie existujúcich pravidiel je predohrou hľadania nových pravidiel.“¹⁸ Riešenie anomálií sa nenachádza v rámci normálnej vedy, ale vyžaduje si zásah z oblasti mimo nej. Týmto vonkajším zásahom je „vedecká revolúcia“, teda zmena videnia sveta, či zmena paradigmy. Striedanie vedeckých revolúcií a období „normálnej vedy“ je podľa Kuhna cyklické. Výsledkom revolúcie je výber, ktorý na základe sporu vo vnútri vedeckého spoločenstva určí najvhodnejší spôsob, ako v budúcnosti praktizovať vedu. Jednotlivé, za sebou nasledujúce vývojové štádiá tohto procesu sa vyznačujú rastúcou artikulovanosťou a špecializáciou. „Celý tento proces sa mohol odohrávať rovnakým spôsobom, aký dnes predpokladáme pri biologickom vývoji – bez pomoci nejakého súboru cieľov,

bez stálej a nemennej vedeckej pravdy, ktorej čoraz dokonalejším príkladom by bolo každé štádium vývoja vedeckého poznania."¹⁹

Cohenov prístup ku problematike vedeckých revolúcií je však mierne odlišný. Za pozitívum svojho prístupu pokladá Cohen primárne historicko-vedecké štúdie, v ktorých vysvetlil spôsob, akým boli vedecké revolúcie vnímané počas štyroch storočí existencie modernej vedy. Takýto prístup vníma koncepciu revolúcie ako komplexnú, historicky sa meniacu entitu, ktorá je výsledkom striedavého pôsobenia revolučných teórií a udalostí v politickej sfére. Všade, kde to je možné, porovnáva a kladie vedľa seba názory súdobých vedcov a interpretácie historikov resp. vedcov neskorších období (vrátane súčasnosti) a identifikuje revolúcie ani nie tak na základe toho, že by zodpovedali nejakej ustálenej taxonomickej schéme, ale na základe kritéria historických faktov. Základným krokom je pritom skúmanie spôsobov vzniku a rozvoja myšlienok podporujúcich revolúcie vo vede. Cohen tento postup aplikoval napr. pri analýze Newtonových revolučných inovácií vo vede.²⁰ Ďalší postup spočíva v skúmaní presnej štruktúry revolúcií vo vede, v zaoberaní sa vznikom nových ideí alebo teórií, ich rozvojom, sledovaním ich verejnej prezentácie a rozšírenia sa, ako aj poznaním stupňa prijatia týchto revolúcií vedeckou komunitou.

Ako teda podľa Cohena poznáme, že došlo k vedeckej revolúcii? V princípe existujú dva typy kritérií: prvé pramenia z logickej analýzy v zmysle striktnnej definície, druhé z historickej analýzy. Už sme ukázali, že pre Cohena je primárny druhý typ kritérií a všetky hlavné revolúcie vo vede (newtonovská, darvinovská, einsteinovská, chemická, revolúcia v molekulárnej biológii atď.) spĺňajú jeho stanovené podmienky pre identifikáciu vedeckých revolúcií. Pri štúdiu jednotlivých vedeckých revolúcií objavil Cohen štyri ich hlavné, jasne rozlíšiteľné a za sebou nasledujúce stupne.

Prvý stupeň, ktorý Cohen nazýva „intelektuálna revolúcia“, nastáva vtedy, keď príde vedec resp. skupina vedcov s novým, radikálnym riešením niektorého zo základných problémov, použijúc pritom nový pohľad na relevantné informácie, ukážuc nový systém, do ktorého môže byť existujúca informácia vložená. Zavádza sa pritom súbor konceptov, ktoré menia charakter existujúceho poznania, a pripravuje sa tak revolučná teória. Táto fáza zahŕňa kreatívnu prácu jednotlivca príp. pomerne úzkej skupiny vedcov, bez interakcie s inými vedeckými komunitami. Samozrejme, takéto inovácie vychádzajú z matrice existujúcej vedy a ide o základnú transformáciu súdobých vedeckých ideí. Kreatívny akt vyjadrený v revolučnom potenciáli nových myšlienok má však charakter súkromnej alebo individuálnej skúsenosti. Takmer vždy sú nové pravidlá alebo objavy nejakým spôsobom zaznamenané, a to najčastejšie do poznámkových zošitov, diárov, listov, správ a výkazov. Toto je podľa Cohena druhá fáza revolúcie – prisľub nových metód, konceptov alebo teórií. Veľmi

19 KUHN, T. S.: *Struktura vedeckých revolúcií*, s. 170.

20 Porov. COHEN, I. B.: *The Newtonian Revolution : With Illustrations of the Transformation of Scientific Ideas*. Cambridge; London : Cambridge University Press, 1980.

často spočíva táto etapa v rozpísaní výskumného programu, stále však zostáva privátnou záležitosťou.

Podľa Cohena teda každá revolúcia vo vede sa začína ako čisto intelektuálne cvičenie vedca alebo úzkej skupiny vedcov. Úspešná revolúcia, teda revolúcia, ktorá ovplyvní ďalších vedcov a budúci vývoj vedy, musí byť však komunikovaná širšiemu okruhu vedeckej komunity. A aby naozaj prišlo k vedeckej revolúcii, musia dve práve uvedené počiatkové (privátne) fázy viesť k verejnej fáze, t. j. k rozšíreniu myšlienok medzi kolegov, priateľov, spolupracovníkov a ďalej medzi širšiu vedeckú obec. Táto tretia etapa môže dnes prebiehať prostredníctvom korešpondencie, telefonickej komunikácie, rozhovorov s kolegami alebo skupinových diskusií v rámci katedier, laboratórií a ústavov. Ak sú reakcie na predložené idey pozitívne a nenájdu sa v nich nejaké zásadné defekty, ich predbežná komunikácia prechádza do vedeckých článkov a kníh. Túto fázu revolúcie možno zhrnúť v spojení „revolúcia na papieri“ a predstavuje čas, keď vstúpila myšlienka resp. súbor myšlienok do obehu v rámci vedeckej komunity.²¹ Avšak vedecká revolúcia môže zlyhať na ktoromkoľvek z uvedených troch stupňov a naozaj sa bude realizovať až potom, keď bude o jej správnosti presvedčený dostatočný počet vedcov a začnú ju aplikovať vo vedeckej praxi. Toto je štvrtý a v princípe najdôležitejší stupeň rozvoja vedeckej revolúcie. Príkladom zlyhania vedeckej revolúcie na štvrtom stupni je údajný objav N-lúčov R. P. Blondlota v roku 1903, pri ktorom zohral dôležitú úlohu patriotizmus a rivalita medzi francúzskymi a nemeckými vedcami.²²

Záver

Problémom Cohenovej taxonómie a vlastného procesu priradovania „revolučného statusu“ je primárne nedostatok tak očakávaného a požadovaného súhlasu. Príkladom je Cohenovo jednoznačné odmietnutie kopernikovskej revolúcie, na druhej strane je tu však Kuhnova pozitívna identifikácia tohto prípadu. Iným príkladom je súhlasný postoj k Darwinovej revolúcii reprezen-

21 „A notable example is Newton’s radical construction of celestial dynamics. In 1679, in correspondence with Robert Hooke, Newton learned of a new way of analyzing planetary motion, which he then used to solve the outstanding problem of the cause of planetary motions in ellipses according to the law of areas. He next put his preliminary findings on paper, but he did not (so far as we know) fully write up his ideas and their consequences. (...) But only after preparing the paper for Halley and the Royal Society, that is, after transforming his private intellectual revolution into a public revolution on paper in the first months of 1685, did Newton go beyond even this extraordinary level of achievement to find that the sun and each planet must act on each other gravitationally and that consequently each planet also acts on and is acted on by every other planet – the essential step that would open the way to the invention of the concept of universal gravity, the basis of the Newtonian revolution in science.“ COHEN, I. B.: *Revolution in Science*, s. 29–30.

22 Príkladov takýchto zlyhaní by sme však našli oveľa viac, napr. mitogenetické žiarenie (A. Gurvič), mesmerizmus (F. A. Mesmer), polyvoda (B. Derjaguin) atď.

tovaný Augustom Weismannom²³ a Ernstom Mayrom²⁴ a súčasne prítomné negatívne svedectvo Adama Sedgwicka²⁵ a Richarda Owena.²⁶ Samozrejme, v takýchto prípadoch je možné sa prikloniť na stranu väčšiny, ale treba mať na pamäti, že čím väčšia je „nesúhlasiaca skupina“, tým neistejší je záver, že revolúcia sa skutočne udiala.

Ďalším problémom je, že aj keď sa pozorovatelia zhodnú v tom, že partikulárna vedecká epizóda má revolučný status, nemusia sa zhodnúť v tom, v čom táto jej revolučnosť spočíva. Jestvuje napr. veľká skupina historikov vedy presvedčených o existencii kopernikovskej revolúcie, ale ich hodnotenie prínosu teórie a podstaty jej revolučnosti bude rozdielne. Zatiaľ čo jedna skupina bude zdôrazňovať, že revolučnosť Kopernikovej teórie primárne spočíva v odmietnutí ptolemaiovsko-tomistického chápania vesmíru (Grant²⁷, Rosen²⁸), druhá zdôrazní Kopernikovu interpretáciu Zeme ako jednej z planét slnečnej sústavy, a tým jej vytlačenie z centrálnej pozície vo vesmíre (Kuhn), ďalšia zasa Kopernikovo formulovanie teórie slnečnej sústavy ako celku v protiklade ku Ptolemaiovým individuálnym matematickým modelom pohybu jednotlivých planét (Price²⁹), alebo skupina zdôrazňujúca Kopernikovu transformáciu „jednoduchých faktov“ na fakty vyplývajúce z heliocentrického modelu (Lakatos, Zahar).³⁰

Na ďalšiu slabinu Cohenovho prístupu môžeme upozorniť napr. odkazom na články publikované v renomovanom časopise *Osiris*, zameranom na históriu vedy. Jedno z čísel vydaných v roku 1988 obsahuje dve úplne odlišné posúdenia „chemickej revolúcie“. J. B. Gough vidí Lavoisierovu prácu ako vyvrcholenie „stahlovskej revolúcie“, ktorá vymanila chémiu z nadvlády fyziky.³¹ V tom istom čísle však nájdeme aj článok od R. Siegfrieda, ktorý Lavoisierovu prácu interpretuje ako prípravné štádium revolúcie, ktorú definitívne dosiahol Dalton.³² S Cohenovým presvedčením o tom, že „Lavoisierova chemická re-

23 WEISMANN, A.: *The Evolution of Life*. London : Edward Arnold, 1904.

24 MAYR, E.: *The Growth of Biological Thought*. Cambridge : Harvard University Press, 1982.

25 SEDGWICK, A.: *Objections to Mr. Darwin's Theory of the Origin of Species*. In: HULL, D. (ed.): *Darwin and His Critics*. Chicago : University of Chicago Press, 1973.

26 OWEN, R.: *Darwin on the Origin of Species*. In: HULL, D. (ed.): *Darwin and His Critics*. Chicago : University of Chicago Press, 1973.

27 GRANT, E.: *Physical Science in the Middle Ages*. New York : Wiley, 1971.

28 ROSEN, E.: *Three Copernican Treatises*. New York : Dover, 1959.

29 PRICE de SOLLA, D. J.: *Contra-Copernicus : A Critical Re-Estimation of the Mathematical Planetary Theory of Ptolemy, Copernicus and Kepler*. In: CLAGETT, M. (ed.): *Critical Problems in the History of Science*. Madison : University of Wisconsin Press, 1969, s. 197–218.

30 Porov. LOSEE, J.: *Theories of Scientific Progress*. New York; London : Routledge, 2004, s. 65–66.

31 „It is my contention, then, that the Chemical Revolution of the eighteenth century was a revolution concerning the composition of the chemical molecule and that Lavoisier did not initiate and effect this revolution; rather, he fulfilled and completed it. In accounting for the eighteenth-century revolution in chemistry, therefore, we can no longer treat Lavoisier's career in isolation from his French Stahlian predecessors; we must also include their very substantial contributions to the success of Lavoisier's new chemical system.“ GOUGH, J. B.: *Lavoisier and the Fulfillment of the Stahlian Revolution*. In: *Osiris : The Chemical Revolution : Essays in Reinterpretation*, 4, 1988, s. 33.

32 „About twenty years ago I suggested (...) that defining the Chemical Revolution in terms of composition would make Lavoisier's work the beginning of the revolution and Dalton's its culmination.“ SIEGFRIED,

volúcia obstála vo všetkých testoch, ktorým sa musí podrobiť každá vedecká revolúcia, a že bola uznaná za revolúciu všetkými historikmi a vedcami, a to až do takej miery, že sa stala paradigmatickým príkladom vedeckej revolúcie³³, by Gough a Siegfried pravdepodobne súhlasili. Problémom však ostáva fakt, že obaja do chemickej revolúcie zahŕňajú rozličné súbory udalostí. Takáto situácia nie je nijako výnimočná, pretože historici vedy sa často nezhodnú v tom, ktoré udalosti konštituujú konkrétnu vedeckú revolúciu. Sekvenciu dosiahnutých vedeckých úspechov $S_1 - S_2 - S_3$ označuje jeden pozorovateľ za vedeckú revolúciu ako celok, zatiaľ čo iný pozorovateľ bude túto sekvenciu interpretovať ako súbor troch individuálnych revolúcií.³⁴ Príkladom je Kuhnov pohľad na vedeckú revolúciu ako zjednotenie dvoch tradícií – matematickej tradície uplatnenej napr. v astronómii, optike či statike a baconovskej experimentálnej tradície uplatnenej napr. v náuke o magnetizme a elektrostatike. Kuhn poznamenáva, že Newton mal účasť na oboch týchto tradíciách, ale jeho úspechy dali vznik dvom oddeleným tradíciám, odvodzovaným z *Principia* a z *Optiky*. K trvalému zjednoteniu týchto tradícií prišlo až v prvej polovici 19. storočia.³⁵ Naopak v diele *Štruktúra vedeckých revolúcií* Kuhn hovorí o niekoľkých individuálnych revolúciách, zdôrazňujúc pritom kopernikovskú, newtonovskú, chemickú a einsteinovskú revolúciu.

Vyššie uvedené príklady ukazujú, že Cohenovo vysvetlenie vedeckých revolúcií pripisuje príliš veľký význam zámerom a cieľom ich pôvodcov. Ako sme ukázali, niektoré z revolúcií sú skôr retrospektívnymi súdmi (súdmi možných dôsledkov), a nie udalosťami priamo pozorovateľnými v počiatkovej fáze svojej existencie. Okrem toho sú revolúcie natoľko vysoko nelineárne procesy, že je veľmi ťažké im jednoznačne prisúdiť jeden partikulárny dôvod alebo príčinu. Malé príčiny môžu totiž vyvolať obrovské následky. Je pravda, že stav relevantného vedeckého systému musí zodpovedať faktorom a udalostiam pôsobiacim ako spúšťače, ale nemôžeme očakávať, že bude jednoduché identifikovať jeden z týchto faktorov ako rozhodujúci. Vedecký pokrok možno charakterizovať skôr ako vysoko nelineárny vývoj systému, pokladaný viac za štatistické fluktuácie pozadia tvoreného bežnou vedeckou prácou. Z tohto aspektu sa javí ako chybné Cohenovo presvedčenie, že vysvetlenie vedeckých revolúcií si vyžaduje lokalizáciu presne identifikovaných zlomov.

Použitá literatúra

BAILLY, J. S.: *Histoire de l'astronomie moderne depuis la fondation de l'école d'Alexandrie, jusqu'à l'époque de M.D.CC.XXX.* 3 zv. Paris : Chez de Bure, 1779 – 1782.

R.: The Chemical Revolution in the History of Chemistry. In: *Osiris : The Chemical Revolution : Essays in Reinterpretation*, 4, 1988, s. 34.

33 COHEN, I. B.: *Revolution in Science*, s. 236.

34 Porov. LOSEE, J.: *Theories of Scientific Progress*, s. 66–67.

35 Porov. KUHN, T. S.: *The Essential Tension*. Chicago : University of Chicago Press, 1977, s. 31–65.

- COHEN, I. B.: Newton's Third Law and Universal Gravity. In: *Journal of the History of Ideas*, 48, 1987, č. 4, s. 571–593.
- COHEN, I. B.: *Revolution in Science*. Cambridge; Massachusetts; London : The Belknap Press of Harvard University Press, 1985.
- COHEN, I. B.: The Eighteenth-Century Origins of the Concept of Scientific Revolution. In: *Journal of the History of Ideas*, 37, 1976, č. 2, s. 257–288.
- COHEN, I. B.: *The Newtonian Revolution : With Illustrations of the Transformation of Scientific Ideas*. Cambridge; London : Cambridge University Press, 1980.
- DAUBEN, J., GLEASON, M. L., SMITH, G. E.: Seven Decades of History of Science: I. Bernard Cohen (1914 – 2003), Second Editor of *Isis*. In: *Isis*, 100, 2009, č. 1, s. 4–35.
- FONTENELLE, B.: Préface sur l'utilité des mathématiques et de la physique, et sur les travaux de l'Académie des Sciences. In: *Histoire de l'Académie Royale des Sciences : Année M.DC.XCIX. Avec les registres de cette Académie*. Amsterdam : Chez Pierre Mortier, 1734.
- GILBERT, F.: Revolution. In: WIENER, P. (ed.): *Dictionary of the History of Ideas*. Vol. IV. New York, 1973, s. 152–67.
- GOUGH, J. B.: Lavoisier and the Fulfillment of the Stahlian Revolution. In: *Osiris : The Chemical Revolution : Essays in Reinterpretation*, roč. 4, 1988, s. 15–33.
- GRANT, E.: *Physical Science in the Middle Ages*. New York : Wiley, 1971.
- HENTSCHEL, K. (ed.): *Physics and National Socialism*. Basel : Birkhäuser Verlag, 1996.
- JOHNSON, Ch.: *Revolution and the Social System*. Stanford : Stanford University, 1966.
- KANT, I.: *Kritika čistého rozumu*. Praha : Oikoymenh, 2001.
- KREMENTSOV, N.: *Stalinist Science*. Princeton : Princeton University Press, 1997.
- KUHN, T. S.: *Struktura vědeckých revolucí*. Praha : Oikoymenh, 1997.
- KUHN, T. S.: *The Essential Tension*. Chicago : University of Chicago Press, 1977.
- LOSEE, J.: *Theories of Scientific Progress*. New York; London : Routledge, 2004.
- MAYR, E.: *The Growth of Biological Thought*. Cambridge : Harvard University Press, 1982.
- MONTUCLA, J. E.: *Histoire des mathématiques*. Paris : Chez Ch. Ant. Jombert, 1758.
- OWEN, R.: Darwin on the Origin of Species. In: HULL, D. (ed.): *Darwin and His Critics*. Chicago : University of Chicago Press, 1973.
- PRICE de SOLLA, D. J.: Contra-Copernicus : A Critical Re-Estimation of the Mathematical Planetary Theory of Ptolemy, Copernicus and Kepler. In: CLAGETT, M. (ed.): *Critical Problems in the History of Science*. Madison : University of Wisconsin Press, 1969, s. 197–218
- ROSEN, E.: *Three Copernican Treatises*. New York : Dover, 1959.

- SEDGWICK, A.: Objections to Mr. Darwin's Theory of the Origin of Species. In: HULL, D. (ed.): *Darwin and His Critics*. Chicago : University of Chicago Press, 1973.
- SIEGFRIED, R.: The Chemical Revolution in the History of Chemistry. In: *Osiris : The Chemical Revolution : Essays in Reinterpretation*, roč. 4, 1988, s. 34–50.
- SYMMER, R.: New Experiments and Observations concerning Electricity. In: *Philosophical Transactions (1683 – 1760)*, 51, s. 340–393.
- WEISMANN, A.: *The Evolution of Life*. London : Edward Arnold, 1904.

doc. PhDr. Miroslav Karaba, PhD.
Teologická fakulta Trnavskej univerzity
Kostolná 1, P. O. Box 173
814 99 Bratislava
e-mail: miroslav.karaba@truni.sk