

CESTY K VEDECKÉMU OBJAVU (Prípadová štúdia z histórie vedy)

Miroslav Karaba

Abstract. Scientific development is not smooth and linear; instead it is episodic i. e. different kinds of science occur at different times. To illustrate some of the rich variety in the ways scientists have discovered new knowledge, I have chosen four cases to recount in this paper. In the first place, I wrote about Roentgen's discovery of x-rays as an example of marvelous combination of serendipity along with methodological work. The next example is from chemistry, namely Kekulé's discovery of the structure of benzene as an illustration of detailed background and dreamlike vision, followed by representation of observation and exploration approach in Humboldt's biogeography of ecosystems. At last but not least we have an example of the hypothetico-deductive method represented by Jenner's discovery of smallpox vaccine. Debates on the concept of progress are concerned with axiological questions about the aims and goals of science as well as methodological question how to recognize progressive developments in science. After have a definition of progress and an account of its best indicators, one may then study the factual question concerning the problem of conditions, extent and property of scientific progress.

Ako urobí vedec nový objav? Čo všetko sa musí stať a aké podmienky musia byť splnené na to, aby niekto prišiel s úplne novou vedeckou teóriou? Takéto a podobné otázky sa periodicky vynárajú v novovekej vede a filozofii. Od osvietenského hnutia v 18. storočí je európska civilizácia pevne naviazaná na presvedčenie o ľudskom pokroku, ktorý je chápaný ako kumulatívny proces, odhaľujúci postupne pravdu o fyzickom svete. Veda 20. storočia však priniesla prevapivé a v určitom zmysle neočakávané hypotézy a teórie, ktoré narušili idylickú predstavu pokojného a kontinuálneho vývoja vedeckého poznania. Nádej, že na vyššie uvedené otázky jestvuje jediná a jednoznačná odpoveď, sa však ukázala ako nereálna a jej kritici jasne ukázali, že veda je príliš širokospektrálna na to, aby bola takáto odpoveď dostatočná. Skúmanie v rámci filozofie vedy ukazuje, že s najväčšou pravdepodobnosťou nejestvuje jednoduchá a všeobecne aplikovateľná metodológia vedeckého objavu. Cieľom tohto príspevku je ilustrovať na štyroch konkrétnych príkladoch z histórie vedy rozmanitosť faktorov, ktoré sa uplatnili pri známych vedeckých objavoch. Historický prístup k problematike umožňuje postrehnúť celý kontext jednotlivých objavov bez skreslení a deformácií, spôsobených predovšetkým vytvorenou predstavou. Na druhej strane nám každý z vybraných príkladov poslúži na ilustráciu konkrétnych faktorov, zohrávajúcich dominantnú úlohu v tom-ktorom prípade, aj keď tým nepopierame prítomnosť ďalších, možno rovnako dôležitých faktorov.

Pripraveným praje šťastie: Röntgenov objav x-lúčov

V jeden neskorý večer roku 1895 urobil, pracujúc vo svojom laboratóriu, šikovný, aj keď nie veľmi známy vedec Wilhelm Conrad Röntgen (1845 - 1923) senzačný objav. Jeho experimenty odhalili existenciu nového druhu lúčov s exotickými a zaujímavými vlastnosťami. Röntgen sa okamžite po tom, ako zverejnil svoj objav, stal slávnou postavou a o niekoľko rokov nato prvým laureátom Nobelovej ceny za fyziku (1901). Dnes už vieme, že opísané x-lúče sú elektromagnetickým žiarením s vlnovou dĺžkou v rozsahu od 10 do 0,01 nanometra. Vzhľadom na svoju vlnovú dĺžku má toto žiarenie mnohonásobne vyššiu energiu ako viditeľná časť elektromagnetického spektra a v tom spočíva jeho užitočnosť, ale aj potenciálne nebezpečenstvo.

V roku 1894 začal Röntgen vo svojom würzburgskom laboratóriu systematicky skúmať katódové žiarenie, ktorého výskumom sa v tom čase zaoberala väčšina svetových fyzikálnych laboratórií a od ktorého sa čakal objav ďalších, dovtedy neznámych vlastností tohto žiarenia. Pokusy, ktoré chcel Röntgen zrealizovať, boli založené na prácach mnohých ďalších vedcov devätnásteho storočia, akými boli Thompson, Crookes, Helmholtz, Hertz, Lenard a ďalší. Išlo o pokusy so žiarením katódovej trubice, ktorá je v princípe sklenenou bankou s viac či menej vyčerpaným vzduchom a minimálne dvoma elektródami (katódou a anódou), medzi ktorými, po pripojení k dostatočne veľkému elektrickému napätiu, prechádza v prostredí trubice elektrický prúd. V roku 1895 nebola ešte existencia elektrónu známa, aj keď Thomson bol už blízko k jeho objaveniu (1897). Katódové žiarenie, ktoré by sme dnes skôr označili ako elektrónový lúč, bolo v tom čase stále pre vedcov tajomným žiarením. Jedna z jeho dobre známych vlastností bola, že nie je príliš prenikavé, teda nepreniká jednoducho skrze nejakú materiálnu bariéru. Tak napr. katódové žiarenie nebolo schopné preniknúť cez sklenené steny banky. Lenard objavil, že otvor v sklenenej banke prikrytý tenkou hliníkovou fóliou, umožní síce žiareniu uniknúť z trubice, ale aj vo vzduchu je toto žiarenie schopné prekonať iba niekoľko centimetrov.

Večer 8. novembra 1895 pracoval Röntgen ako zvyčajne vo svojom laboratóriu. Pri experimente obalil katódovú trubicu čiernym papierom, aby ho pri pozorovaní svetelných javov, vyvolaných katódovým žiarením, prenikajúcim hliníkovým okienkom v katódovej trubici nevyrušovalo svetlo z výboja. V rozpore so všetkými očakávaniami však Röntgen pozoroval fluorescenciu kryštálov platinokyanidu bária, ležiacich na experimentátorovom stole. V prvých dňoch po tomto objave sa Röntgen zdôveril iba svojmu blízkemu priateľovi T. Boverimu: „Objavil som niečo veľmi zaujímavé, ale nie som si istý, či sú moje pozorovania korektné.“ ([1], s. 3) Po viacerých opakovaní pokusu a snahe eliminovať možné chyby v experimentálnej aparatúre, Röntgen pochopil, že objavil úplne nový druh lúčov a začal horúčkovo študovať ich vlastnosti. Nasledujúcich šesť týždňov v laboratóriu jedával a dokonca aj spával. Zistil tak, že ich schopnosť prenikať materiálmi je oveľa väč-

šia, ako je tomu pri katódovom žiarení. Ani tisícstranová kniha či tenká drevená doska nedokázali odtieniť nový druh lúčov. Dokonca ani tenké kovové platničky napr. z hliníka alebo medi neboli schopné nové lúče úplne zastaviť. To bolo možné až s ťažkými kovmi, ako napr. s olovom. Okrem toho Röntgen objavil, že nové lúče nie sú na rozdiel od katódových lúčov ovplyvnené magnetickým alebo elektrickým poľom.

„Náhodne“ bola objavená aj najprekvapujúcejšia a z hľadiska ďalšieho využitia asi najzaujímavejšia vlastnosť nového žiarenia, ktorá urobila Röntgenovi meno v nasledujúcom vývoji fyziky, chémie i medicíny. Röntgen držiac v ruke malý olovený kotúč pozoroval na tienidle nielen miesto zatienej diskom ale aj kosti vlastnej ruky. ([2] s. 32) Pravdepodobne preto, aby aj neskôr mohol ukázať, že takýto hrôzu naháňajúci obraz naozaj videl, použil Röntgen fotografickú dosku na vytvorenie permanentného záznamu. Až po takomto systematickom a metodickým výskume nového žiarenia Röntgen publikoval výsledky svojich výskumov 28. decembra 1895 v článku „Über eine neue Art von Strahlen“. Experimenty boli rýchlo zopakované a plným právom oslavované. Príznačné je, že finančnú čiastku, ktorá k Nobelovej cene patrí, daroval svojej univerzite a rovnako z morálnych dôvodov odmietol dať si patentovať čokoľvek, čo sa vzťahovalo k jeho objavu. Objav x-lúčov otvoril vo fyzike nové možnosti pri výskume atómov a stal sa prvým, z po sebe rýchle nasledujúcich revolučných objavov rádioaktivity, elektrónu, atómového jadra atď. V medicíne sa zasa objav začal veľmi rýchlo využívať na diagnostiku.

Z určitého uhla pohľadu sa Röntgenov objav x-lúčov môže javiť ako náhodný a v skutku v jeho historickom zázname nachádzame istú neplánovanosť. Nazvať ho ale náhodným by bolo príliš opovážlivé a hlavne nepravdivé. Aj keď bol pozorovaný jav (fluorescencia kryštálov platinyokyanidu bária) naozaj neočakávaný a v kontexte vtedajších fyzikálnych teórií zakázaný, Röntgen bol dokonale pripravený na to, aby túto jeho „zakázanosť“ poznal a hľadal tak iné vysvetlenie pozorovaného javu. Inak povedané, Röntgen okamžite spoznal dôležitosť pozorovaného javu, aj keď bol tento jav neočakávaný a v istom zmysle neprípustný. Dobrý výklad tohto objavu z hľadiska filozofie vedy podáva Thomas Kuhn vo svojej esenciálnej publikácii. ([3], s. 66 – 69) Podľa niektorých prameňov boli lúče x pozorované už v roku 1893 na Pensylvánskej univerzite a dokonca boli zachytené aj na fotografickom filme. Tamajší výskumníci však nespoznali dôležitosť tohto objavu a film údajne založili na neskoršie posúdenie. Röntgenov objav x-lúčov je tak úžasnou zmesou šťastia, zručnosti a vhodnej teoretickej prípravy experimentátora.

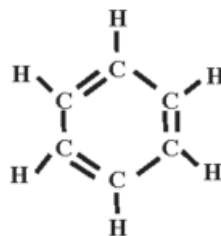
Všetko sa odkrylo vo sne: Kekulého objav štruktúry benzénu

Chemické vlastnosti atómu uhlíka sú tak špecifické, že trošku nadnesene možno všetky chemické prvky rozdeliť na uhlík a ostatné prvky. Uhlík je schopný vytvárať najrozmanitejšie typy väzieb s ostatnými prv-

kami, zvlášť s vodíkom, kyslíkom, dusíkom a s ďalšími uhlíkovými atómami. Tendencia vytvárať rozmanité druhy C-C väzieb vedie ku vzniku komplikovaných reťazovitých štruktúr molekúl, založených práve na spomínanej uhlíkovej báze. Tisíce takýchto zlúčenín skúma samostatná oblasť chémie – organická chémia. Názov organická chémia vznikol ako dôsledok pôvodného presvedčenia, že takéto zlúčeniny môžu vzniknúť iba procesmi prebiehajúcimi v živých sústavách, čo súviselo so všeobecne prijímaným konceptom „životnej sily“, prítomnej iba v živých tvoroch. V 19. storočí sa však podarilo umelo vyrobiť niektoré organické zlúčeniny počnúc masťnými kyselinami až po asi najznámejší prípad niekedy uvádzaný ako prvá syntéza v organickej chémii – príprava močoviny Friedrichom Wöhlerom v roku 1828.

V prvej polovici devätnásteho storočia však organickí chemici nemali žiadnu základnú teóriu a postupovali poväčšine metódou pokus – omyl. Aj keď sa im podarilo niektoré zlúčeniny izolovať alebo syntetizovať, nepoznali ich štruktúru. Preto sa v tomto období mnoho chemikov snažilo svojimi prácami odhaliť pozadie organických reakcií. Významné miesto medzi nimi zaujíma nemecký chemik August Kekulé (1829 – 1896), ktorého hlavným prínosom do organickej chémie bola idea, že trojdimenzionálna štruktúra molekúl je kľúčovou zložkou, určujúcou vlastnosti danej molekuly. Počet atómov každého prvku, vytvárajúcich molekulu, je očividne dôležitý, ale prinajmenšom rovnako dôležité je aj ich spojenie a umiestnenie v priestore.

Kekulé pracoval do roku 1865 na štruktúre mnohých zlúčenín, ale štruktúra benzénu odolávala. Benzén je číra, bezfarebná kvapalina s charakteristickým sladkastým zápachom a dnes známymi karcinogénnymi vlastnosťami. Ako prvý ho izoloval a identifikoval v roku 1825 Michael Faraday a dnes je táto látka jednou z najvýznamnejších surovín chemického priemyslu. Už Faraday vedel, že sa skladá zo šiestich atómov uhlíka a šiestich atómov vodíka (C_6H_6), ale jeho priestorová štruktúra odolávala pokusom objasniť ju. Prvým veľkým problémom pri snahe navrhnúť



Kekulého
vzorec benzénu

primeranú benzénovú štruktúru bol pomer atómov uhlíka a vodíka 1:1. Kekulé už predtým vedel, že atómy uhlíka vytvárajú štyri väzby s ďalšími atómami a že atóm vodíka je jednoväzbový. Tieto princípy sa veľmi dobre uplatňovali napr. pri určovaní štruktúry metánu a ďalších lineárnych uhľovodíkov. Zdalo sa ale nemožným použiť ich v zlúčenine, v ktorej je pomer uhlíka a vodíka 1:1. Druhým veľkým problémom boli chemické vlastnosti benzénu, najmä v porovnaní so zlúčeninami, v ktorých vodíkové atómy nevyčerпали všetky uhlíkové väzby. Napr. acetylén (C_2H_2), na rozdiel od benzénu, chemicky reaguje s vodíkom a je schopný vytvárať nové zlúčeniny s vyšším počtom vodíkových atómov. Kekulé sa problémom štruktúry benzénu zaoberal dlhý čas a snažil sa pritom

kombinovať dovtedy známe vedomosti všeobecnej organickej chémie s poznatkami o reakciách benzénu s inými látkami. Horúčkovitá námaha a úsilie však nevedli k úspechu. Ten sa dostavil až v situácii, kedy by sme to my aj Kekulé asi najmenej čakali. Po namáhavom dni si Kekulé pritiahol kreslo ku kozubu a zadriemal v ňom. Vo sne sa mu zjavili štruktúry s rôznym usporiadaním, navzájom približujúce a vzdalujúce sa dlhé reťaze, pohybujúce sa ako hady. A v tom jeden z hadov chytil svoj vlastný chvost, vytvoril kruh a začal sa točiť dokola. ([4], s. 15) Po tomto sne sa Kekulé prebudil a zvyšok noci strávil prácou na dôsledkoch hypotézy cyklickej štruktúry benzénu. Cyklické usporiadanie atómov uhlíka so striedajúcimi sa jednoduchými a dvojitými väzbami umožnilo splniť požiadavky počtu väzieb uhlíka a vodíka.

Ďalší vývoj riešenia tohto problému bol takpovediac empirický. Okrem Kekulého usporiadania boli totiž navrhnuté aj iné modely a diskusia pokračovala niekoľko nasledujúcich rokov. Nakoniec sa Kekulého prstencová štruktúra ukázala ako najúspešnejšia pri vysvetľovaní zistených faktov a bola prijatá ako korektný model.¹ Nastúpila triumfálnu cestu aj v praktickej oblasti na základe jej úspechov pri navrhovaní komerčne využiteľných chemických reakcií. Nemecký chemický priemysel sa v krátkom čase stal lídrom na svetových trhoch a produkoval farbivá, liečivá, parfumy, pohonné látky atď. Treba povedať, že sám Kekulé nemal takmer žiaden vzťah k takýmto ekonomickým aktivitám a dokonca života ostal verný vedeckej výskumnej činnosti. Nie je teda náhodou, že z prvých piatich chemikov ocenených Nobelovou cenou boli traja Kekulého žiaci.

V Kekulého objave štruktúry benzénu sa opäť spája prvok systematickosti a tvrdej vedeckej práce s prvkom istej „náhodnosti“. Viacerí vedci však mali vo svojom živote zážitok podobný Kekulého snu, keď po dlhotrvajúcom období zdanlivo neplodnej koncentrácie na problém, sa k výsledku dopracovali až v čase oddychu a uvoľnenia fyzických aj mentálnych síl. Kľúčovým v týchto prípadoch je prvotné, absolútne ponorenie sa do problému predtým, ako príde náhla a blesková inšpirácia. V Kekulého prípade je nezvyčajným aj značne vizuálny charakter jeho vzhľadu. Podľa niektorých bola táto vizualizácia a tendencia chápať molekuly v priestorovej „architektúre“ všeobecnou črtou jeho myslenia, čo bolo pravdepodobne zapríčinené jeho pôvodným vzdelaním v oblasti architektúry.

¹ Striktne vzaté isté nezrovnalosti medzi vypočítanou a nameranou energiou molekúl benzénu zostali prítomné aj v Kekulého modeli. (Okrem toho aj umiestnenie dvojitých väzieb bolo viac menej náhodné.) Tieto problémy nakoniec odstránila až kvantová teória aplikovaná na teóriu chemických väzieb, ktorá ukázala, že všetkých šesť väzieb C-C je skutočne identických.

Pozorovanie a výskum: Humboldtova biogeografia ekosystémov

Aj keď dnes nie je Alexander von Humboldt (1769 – 1859) veľmi známou postavou, vo svojom čase patril k vedúcim postavám prírodovedeckého skúmania. Bol priateľom alebo dopisovateľom prakticky s každým známym vedcom v Európe, stýkal sa s elitou z Napoleonovho dvora, obdivoval ho Goethe a pruský kráľ sa ho snažil získať do svojich služieb. Jeho povest sa odráža v názvoch a menách dvadsiatich štyroch miest (hôr, riek, prúdov, ľadovcov, rastlín, zátok atď.) pomenovaných podľa neho. Humboldtova vedecká práca má takmer neuveriteľný rozsah a zasahuje do viac-menej všetkých oblastí vtedajšej prírodovedy. Prispel k rozvoju astronómie (štúdiom meteoritických rojov), botaniky (objavením viac ako 300 nových druhov), geológie (štúdiom sopiek a geologických vrstiev), geofyziky (štúdiom magnetického poľa Zeme), meteorológie (štúdiom tropických búrok) a oceánografie (štúdiom oceánskych prúdov). Humboldtova vedecká činnosť bola založená na vyhľadávaní prírodných zvláštností, ich precíznom pozorovaní a následnom ostrom a jasnom rozlišovaní.

V rokoch 1799 až 1804 uskutočnil Humboldt výskumnú cestu do Mexika a Južnej Ameriky, počas ktorej podnikol dobrodružnú plavbu po rieke Orinoco, pochod cez amazonský prales a prechod cez Andy. Okrem toho sa zúčastnil aj ďalších nespočetných výprav, napr. na Kubu, do Ázie, Ruska atď. Počas svojich ciest neustále vykonával precízne merania zemepisnej šírky, atmosferického tlaku a zemského magnetického poľa (jeho smeru a intenzity). Opísal geologickú štruktúru i klimatické podmienky všetkých regiónov, ktoré na svojich cestách navštívil. Venoval sa tiež výskumu miestnej flóry a fauny. V Andách urobil na základe svojich pozorovaní jeden zo svojich významných objavov, keď si všimol dramatické zmeny v zložení vegetácie a živočíšstva v závislosti od nadmorskej výšky. Od úpätia Ánd, kde videl tropické pralesy s banánovníkmi a cukrovou trstinou, cez pásmo kávovníkov a bavlny, ešte vyššie pásmo pšenice, kukurice a jačmeňa, až po najvyššie pásmo alpských pastvín, starostlivo zdokumentoval vertikálne rozloženie flóry a fauny. Na základe týchto pozorovaní prišiel s ideou, že toto rozloženie do istej miery kopíruje rozloženie flóry a fauny podľa zemepisnej šírky od rovníka smerom k pólom. Humboldt tak prišiel s teóriou, že jedným z hlavných faktorov určujúcich miestne klimatické pomery je geografická oblasť daného územia. Rozvinul tak teóriu biogeografie, t. j. náuky o rozdelení biodiverzity v priestore a v čase. Podrobne skúmal, ako fyzikálne podmienky (teplota, pôda, zrážky, slnečné žiarenie, topografické faktory atď.) vplyvajú na vlastnosti daného ekosystému, teda aké druhy rastlín a zvierat a v akých množstvách môžu obývať skúmaný ekosystém. ([5], s. 355 – 360)

Okrem toho Humboldt pri svojich výskumoch zistil pokles intenzity magnetického poľa smerom k rovníku, opísal studený oceánsky prúd

(neskôr nazvaný po ňom), príčiny pasátov, zmeny teploty s narastajúcou výškou, povahu zemetrasení a položil základy náuky o vulkanizme. (Ukázal napríklad, že vulkány sú prirodzene umiestnené v lineárnych formáciách, korešpondujúcich s ohromnými zemskými trhlinami.) Bol jedným z prvých, kto vyjadril názor, že kontinenty obmývané Atlantickým oceánom (Južná Amerika a Afrika) tvorili kedysi jeden celok, ktorý sa až v následnom geologickom vývoji rozdelil. Aj keď sa nám môžu zdať predstavené myšlienky samozrejme, na začiatku 19. storočia boli niečím úplne novým a prevratným. Humboldt ako jeden z prvých dokázal z nesmierného množstva pozorovaní jednotlivých javov vytvoriť celkový obraz. Veril totiž v základnú jednotu prírody a v odraz tejto jednoty aj v oblasti biogeografie. Jeho hypotézy a teórie sa akoby vynárali z veľkého množstva starostlivo nazbieraných materiálov, vzoriek a dát.

Hypoteticko-deduktívna metóda: Jennerov objav vakcín proti kiahňam

Keď Edward Jenner (1749 - 1823) opúšťal aj napriek nevôli svojho učiteľa Johna Huntera (jedného z najvýznamnejších chirurgov svojej doby) Londýn a odchádzal na vidiek do grófstva Gloucestershire, netušil ani on sám, akú cenu bude mať tento odchod pre ľudstvo. Ako praktický lekár prichádzal do kontaktu s miestnym obyvateľstvom a ním bol aj oboznámený so všeobecne rozšíreným presvedčením, že ten, kto sa nakazil kravskými kiahňami, má takmer istotu, že nedostane pravé kiahne. Pravé kiahne (variola) boli v tom čase vysoko nákazlivou, často fatálne končiacou infekciou. Táto metla ľudstva bola príčinou takmer úplného vyhladenia pôvodného amerického obyvateľstva v 16. a 17. storočí. V 18. storočí zomieralo v Európe každoročne na kiahne asi 400 000 ľudí. Červená smrť, ako boli kiahne nazývané, bola v tom období vo Veľkej Británii príčinou smrti takmer každého tretieho dieťaťa mladšieho ako tri roky. Tí, ktorí nákazu prežili, ostávali často krátkozrakí, slepí a pomätení. Na rozdiel od pravých kiahní boli kravské kiahne chorobou, ktorá postihovala dobytok a z neho sa prenášala na človeka napr. pri dojení mlieka. Táto choroba však nebola ani zďaleka tak vážna, spôsobovala horúčku, bolesti a dočasne aj pľuzgiere na rukách. Choroba zvyčajne netrvala príliš dlho a odznela bez následkov. Jedinou v tom čase známou ochranou pred kiahňami bolo očkovanie, ktoré spočívalo v zámernom nakazení pacienta sušeným hnisom z pľuzgierov pravých kiahní, v ktorom je už pôvodca choroby oslabený. Problémom však bola vysoká virulencia varioly, a tak aj ľahší priebeh choroby viedol často k znetvoreniu človeka či dokonca k jeho smrti. Nemalejším problémom bola aj infekčnosť človeka, ktorý mohol chorobu počas tohto drastického očkovania šíriť ďalej.

Jennerovou snahou bolo nájsť bezpečný spôsob vakcinácie, čo sa neskôr ukázalo ako neľahká úloha. Vo všeobecnosti sa síce verilo, že človek, ktorý prekonal kravské kiahne, sa nemôže infikovať pravými

kiahňami, existovali ale prípady ľudí, ktorí napriek prekonaným kravským kiahňam dostali pravé kiahne. Aj preto mnohí vtedajší lekári tento predpoklad úplne zavrhlí a označili ho za neopodstatnený. Jenner ako vynikajúci vedec, začal radšej uskutočňovať systematické pozorovanie, zahŕňajúce vyhotovenie podrobných poznámok a záznamov. Jenner teda začal študovať kravské kiahne, ich symptómy a priebeh choroby tak u kráv, ako aj u človeka. Jeho ideou bolo totiž použiť ich v boji s variolou aj napriek spomínanému faktu dvojitej nákazy u niektorých ľudí. Mnohí Jennerovi kolegovia považovali v tom čase túto ideu za legendu a jeho prácu za stratu času. Niekoľkoročným štúdiom kravských kiahní dospel Jenner k poznaniu, že to, čo sa takto zvykne označovať, zahŕňa viacero odlišných chorôb, ktoré sa do určitej miery líšia aj svojimi symptómami. Jenner tak vyriešil problém dvojitej nákazy, pretože zistil, že iba jedna z tejto skupiny chorôb zaručuje človeku imunitu voči pravým kiahňam. Následne sa mu podarilo odlišiť aj tieto choroby navzájom.

Na základe vypracovaných záznamov bol Jenner schopný presne opísať a diagnostikovať pravé kravské kiahne a po piatich rokoch intenzívnej práce s pacientmi stanovil na základe svojich pozorovaní hypotézu. Následné testy predloženej hypotézy však odhalili ďalšie problémy, keď na jednej z mliekarenských fariem vypukla epidémia varioly a väčšina jej zamestnancov na ňu aj zomrela. Zdalo sa, že Jennerova hypotéza je definitívne pochovaná, on sa však nevzdal a pokračoval v snahe vyriešiť aj novú, zdanlivo neriešiteľnú hádanku: Prečo aj pravé kravské kiahne niekedy zlyhajú v ochrane pred variolou? Neskôr pozorujúc dve kravy v rôznych štádiách choroby Jenner zistil, že virulencia hmoty v pľuzgierikoch, ktoré sú zodpovedné za jej prenos, nie je konštantná a prechádza obdobím zosilňovania, nadobúda svoje maximum a následne odznieva. Nová hypotéza teda bola, že iba ľudia nakazení kravskými kiahňami v najsilnejšom štádiu tejto choroby sú dokonale chránení pred variolou. Následný empirický výskum túto hypotézu potvrdil a ukázal napr., že pracovníci na mliekarenskej farme usmrtení variolou sa predtým nakazili kravskými kiahňami v ich skoršom, a teda slabšom štádiu. ([6], s. 1 – 8)

Jenner sa rozhodol svoju hypotézu otestovať, a tak 14. mája roku 1796 zámerne naočkoval osemročnému Jamesovi Phippsovi materiál z pľuzgierika spôsobeného kravskými kiahňami. Chlapec ochorel, ale po šiestich týždňoch sa uzdravil. Následne ho Jenner infikoval dávkou z pravých kiahní a chlapec presne podľa jeho očakávaní neochorel. Jennerov sen o bezpečnej vakcíne proti variole sa uskutočnil. Metódu jeho postupu sme označili ako hypoteticko-deduktívnu, pretože začala dôkladným pozorovaním, pokračovala stanovením hypotézy a jej overovaním. V prípade, ak hypotéza zlyhala, bola modifikovaná a predložená na ďalšie testovanie. Navrhnutá hypotéza zároveň predkladala potenciálne situácie, v ktorých môže byť testovaná. Objavenie vakcíny proti variole je dobrým príkladom sily tejto metódy.

Záver

Veda býva niekedy chápaná ako súbor všetkých doteraz poznaných faktov, definícií, zákonov, teórií, metód a ich vzájomných vzťahov vo všetkých jednotlivých vedeckých disciplínach. Inými slovami, veda je to, čo možno nájsť vo vedeckých knihách a učebniciach. A vskutku, s týmto názorom by sa stotožnilo nemálo študentov prírodovedných odborov. Existuje však aj opačná pozícia, ktorá podstatu vedy nevidí v konkrétnych faktoch a výsledkoch, ale v metóde vedeckého výskumu a v jej typickom spôsobe myslenia. Obe tieto idey majú svoju hodnotu a ani jedna z nich si nemôže nárokovať na úplnosť. Metodológia bez obsahu je prinajlepšom iba nejasným obrazom vedy a samotný obsah odtrhnutý od myšlienkových postupov sa vzdáva svojej podstaty. Vedecké výsledky sú tak neoddeliteľne poprepletané s vedeckou metodológiou a oba tieto aspekty sú nevyhnutné pre pochopenie podstaty vedy. ([4], s. 3 - 4)

Štyri vybrané príklady z histórie vedy, konkrétne fyziky, chémie, biogeografie a medicíny môžu vytvoriť iba veľmi neúplný obraz metód, postupov a techník, ktorými sa vedci v histórii dopracovali k významným objavom. Aj z tejto malej vzorky je však zreteľné, že do vedeckých objavov vstupujú faktory, ktoré by sme v nich očakávali (napr. dôkladná teoretická príprava, znalosť predchádzajúcich teórií, systematické zhromažďovanie relevantných materiálov, dôsledné pridrižovanie sa vedeckých metód) ale aj na prvý pohľad náhodní činitelia, akými sú neočakávané javy, videnia, sny či tvrdošijná viera v správnosť predloženej hypotézy. Kombinácia týchto faktorov viedla v histórii k mnohým významným objavom a vynálezom.

Racionalizácia zdroja dynamiky a mechanizmov pokroku vedeckého poznania však stále ostáva otvorenou otázkou. Ukázalo sa, že samotné vnútorné metodologické pravidlá nie sú schopné adekvátne vysvetliť niekedy veľmi prudké zmeny vo vede všeobecne aj v jednotlivých vedných odboroch. Pre komplexnú analýzu vedy je preto nevyhnutné rátať aj s faktormi, ktoré boli z hľadiska samotného vedeckého systému považované za vonkajšie a v tomto zmysle sekundárne. Vlna záujmu o problém vedeckého pokroku v druhej polovici 20. storočia bola prameňom úzkej spolupráce medzi filozofmi a historikmi vedy. Prípadové štúdie z histórie vedy (napr. nástup kvantovej teórie a teórie relativity na miesto Newtonovej klasickej mechaniky) inšpirovali mnohé filozofické prístupy, zaoberajúce sa vedeckými revolúciami. V ostatných rokoch začali sociológovia vedy študovať dynamické interakcie medzi vedeckou komunitou a ostatnými sociálnymi inštitúciami, napr. v súvislosti s objavovaním sa nových vedeckých špecializácií. Snaha sociológov sa postupne začala orientovať aj na praktické problémy pokroku v snahe zistiť, ako najlepšie organizovať vedecko-výskumné aktivity, aby bol dosiahnutý čo možno najväčší pokrok.

Literatúra

1. GLASSER, O. Wilhelm C. Röntgen and the Early History of the Roentgen Rays. San Francisco: Norman Publishing. 1993.
2. ASHAL, F. Remarkable Discoveries. Cambridge: Cambridge University Press. 1994.
3. KUHN, T. S. Struktura vědeckých revolucí. Praha: OIKOYMENH. 1997.
4. DERRY, G. What Science is and How it Works. Princeton and Oxford: Princeton University Press, 2002.
5. HUMBOLDT, A. Cosmos: Sketch of a Physical Description of a Universe. (Part One) 1858.
6. JENNER. E. The Origin of the Vaccine Inoculation. London. 1801.

PhDr. Miroslav Karaba, PhD. prednáša systematickú filozofiu a dejiny filozofie na teologickej a pedagogickej fakulte Trnavskej univerzity, pričom profesijne sa orientuje na filozofiu vedy a filozofiu prírody. Angažuje sa aj v rozvoji interdisciplinárneho dialógu medzi prírodnými vedami, filozofiou a teológiou. Je jedným zo zakladajúcich členov LSI skupiny pôsobiacej pri Teologickej fakulte TU.