////// klasický text / classical texts ////////////////////////////

Thomas Samuel Kuhn

DRUHÉ ZAMYŠLENÍ NAD PARADIGMATY

Od prvního vydání *Struktury vědeckých revolucí* uplynula již řada let. Za tu dobu byla moje kniha vystavena řadě různorodých, někdy ostrých reakcí, nicméně dodnes zůstává předmětem širokého zájmu a četných diskusí. Pozornost, kterou vzbudila, mne všeobecně velice těší, a to včetně mnoha kritických ohlasů, avšak v jednom ohledu mne také nezřídka naplňuje hrůzou. Při sledování konverzací zejména mezi jejími nejzanícenějšími přívrženci jsem často jen stěží mohl uvěřit, že všichni hovoří o jedné a téže knize. Její úspěch, zdá se mi, bohužel částečně plyne ze skutečnosti, že si její obsah může bezmála každý vyložit po svém.

Žádný aspekt *Struktury* nenese za její nadměrnou plastičnost takovou odpovědnost jako zavedení termínu „paradigma“[1] – slova, které se na jejích stránkách s výjimkou neplnovýznamových slov vyskytuje častěji než kterékoli jiné. Když po mně někdo požaduje vysvětlení, proč kniha neobsahuje rejstřík, pravidelně odpovídám, že jejím nejvyhledávanějším heslem by bylo „paradigma, 1–172, *passim*“. Moji kritikové, ať přátelští nebo nepřátelští, zcela jednomyslně upozorňují na velké množství různých významů,

Z anglického originálu Thomas S. KUHN, „Second Thoughts on Paradigms.“ In: SUPPE, F. (ed.), *The Structure of Scientific Theories*. Urbana: University of Illinois Press 1974, s. 459–482, přeložil Libor Benda.

[1] Ostatním problémům a zdrojům nedorozumění věnuji pozornost ve svém eseji „Logic of Discovery or Psychology of Research?“ publikovaném ve sborníku LAKATOS, I. – MUSGRAVE, A. (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press 1970, s. 1–23. Citovaný sborník rovněž obsahuje moji rozsáhlou odpověď na námitky, jež proti mně byly vzneseny („Reflections on my Critics.“ In: LAKATOS, I. – MUSGRAVE, A. (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press 1970, s. 231–278), a představuje čtvrtý sborník příspěvků z Mezinárodního kolokvia filosofie vědy, konaného na londýnské Bedford College v červenci roku 1965. Stručnější, avšak vyváženější pojednání věnované kritickým reakcím na *Strukturu vědeckých revolucí* jsem připravil pro její japonský překlad. Jeho anglická verze se stala součástí pozdějších amerických vydání *Struktury*. Všechny tyto texty místy dále rozvíjejí myšlenky, které jsou tématem těchto řádek, a objasňují tudíž jejich vztah k takovým pojmům, jako jsou nesouměřitelnost nebo revoluce.

v nichž je tento termín v knize používán.[2] Jedna komentátorka, která pokládala tuto záležitost za hodnou systematického prozkoumání, připravila částečný seznam a odhalila přinejmenším dvaadvacet odlišných způsobů použití tohoto slova, sahajících od „konkrétního vědeckého výsledku" (s. 24) po „charakteristický soubor přesvědčení a prekoncepcí" (s. 29) zahrnující instrumentální, teoretické a metafyzické závazky (s. 49–53).[3] Přestože autorka onoho seznamu ani já nepokládáme situaci za tak zoufalou, jak by se mohla zprvu jevit, určité objasnění je zcela nepochybně namístě. Pouhé objasnění by však nestačilo. Způsoby, jakými je slovo „paradigma" v knize používáno, lze bez ohledu na jejich počet rozdělit do dvou skupin, jež vyžadují odlišná pojmenování a oddělenou pozornost. První význam pojmu „paradigma" je globální, zahrnující všechny sdílené závazky vědeckého společenství; druhý význam se týká určitého zvláště důležitého druhu závazku, a je tudíž součástí toho prvního. V následujícím textu se nejprve pokusím tyto dva významy oddělit, a z nich pak podrobím bližšímu zkoumání ten, který podle mého přesvědčení nanejvýš nutně vyžaduje filosofickou pozornost. Jakkoli nedokonale jsem rozuměl paradigmatům, když jsem *Strukturu* psal, stále jsem toho názoru, že stojí za to se jimi zabývat.

Termín „paradigma" se v knize objevuje v těsné blízkosti, a to fyzické i logické, k výrazu „vědecké společenství" (s. 23–24). Paradigma je to, co příslušníci vědeckého společenství – a jenom oni – vzájemně sdílejí, zatímco vzájemné sdílení paradigmatu je naopak tím, co ze skupiny jinak nesourodých lidí právě vytváří vědecké společenství. Jako empirická zobecnění lze obhájit obě tato tvrzení, v knize ovšem přinejmenším částečně plní úlohu definicí, a jejich kruhovost tak může být zdrojem vážných potíží.[4] K úspěš-

[2] Nejpromyšlenějším a nejdůkladněji zpracovaným negativním pojednáním věnovaným tomuto problému je Dudley SHAPERE, „The Structure of Scientific Revolutions." *Philosophical Review*, roč. 73, 1964, č. 3, s. 383–394.

[3] Pozn. překl.: Čísla stránek v textu odkazují k českému vydání *Struktury vědeckých revolucí* (Thomas S. KUHN, *Struktura vědeckých revolucí*. Praha: OIKOYMENH 1997). Překlad citovaných pasáží byl částečně upraven.

[4] Nejškodlivější důsledek této kruhovosti vyrůstá z mého používání termínu „paradigma" k rozlišení rané a pozdější fáze vývoje vědeckého oboru. V průběhu období, které je ve *Struktuře vědeckých revolucí* pojmenováno jako „předparadigmatické", jsou vykonavatelé nějaké vědecké disciplíny rozděleni do několika soupeřících škol, z nichž si všechny nárokují kompetentnost v téže problematické oblasti, ale každá k ní přistupuje odlišným způsobem. Tato fáze vývoje je následována – zpravidla po dosažení nějakého významného vědeckého výsledku – relativně prudkým přechodem k tzv. postparadigmatickému období, jež se vyznačuje vymizením všech těchto škol anebo alespoň jejich většiny. Výsledkem je výrazné posílení vlivu, který má v rámci

nému objasnění termínu „paradigma“ je nejprve třeba uznat nezávislost existence vědeckých společenství.

Identifikace a studium vědeckých společenství se v nedávné době fakticky staly významným novým předmětem sociologického zkoumání. Předběžné výsledky, z nichž řada zatím nebyla zveřejněna, ukazují, že potřebné empirické techniky pro tyto účely sice nejsou triviální, avšak mnohé jsou již k dispozici a brzy budou vyvinuty další.[5] Většina praktikujících vědců odpovídá na otázky týkající se jejich příslušnosti ke společenství bez zaváhání a pokládá za samozřejmé, že odpovědnost za různé současné obory a výzkumné techniky je distribuována mezi skupiny s alespoň zhruba determinovaným složením. Budu tedy předpokládat, že systematičtější prostředky k identifikaci těchto skupin se objeví v nedaleké budoucnosti, a spokojím se zde se stručným vymezením intuitivně chápaného pojmu společenství, který je sdílen vědci, sociology a několika historiky vědy.

Vědecké společenství v tomto pojetí sestává z vykonavatelů nějakého vědeckého oboru. Ti jsou vzájemně spjati svým shodným teoretickým i praktickým vzděláním a pociťují individuální i kolektivní odpovědnost za naplňování společných cílů, včetně výcviku svých budoucích následovníků. Komunikace uvnitř těchto společenství je relativně bezproblémová a rozhodování v profesionálních záležitostech obvykle probíhá poměrně jednomyslně. Mezi jednotlivými členy daného společenství panuje pozoruhodná shoda v tom, jakou literaturu studovali a čemu se z ní naučili.[6]

daného oboru činnost členů zbývajícího společenství. Toto schéma stále považuji za typické a důležité, avšak je možné o něm diskutovat i bez jakékoli zmínky o tom, jak došlo k přijetí prvního paradigmatu. Ať už paradigmata představují cokoliv, jsou vlastnictvím každého vědeckého společenství, včetně jednotlivých škol předparadigmatického období. Moje neschopnost jasně nahlédnout tuto skutečnost napomohla k tomu, že se paradigma zdá být nějakou kvazimystickou entitou či vlastností, která podobně jako charisma transformuje ty, kteří jsou jí nakaženi. K určité transformaci dochází, ale nezpůsobuje ji přijetí paradigmatu.

[5] Warren O. HAGSTROM, *The Scientific Community*. New York: Basic Books 1965, kap. 4 a 5; Derek J. DE SOLLA PRICE – Donald BEAVER, „Collaboration in an Invisible College.“ *American Psychologist*, roč. 21, 1966, č. 11, s. 1011–1018; Diana CRANE, „Social Structure in a Group of Scientists: A Test of the ‘Invisible College’ Hypothesis.“ *American Sociological Review*, roč. 34, 1969, č. 3, s. 335–352; Nicholas C. MULLINS, *Social Networks among Biological Scientists*. Disertační práce. Cambridge, MA: Harvard University 1966; a Nicholas C. MULLINS, „The Development of a Scientific Specialty: The Phage Group and the Origins of Molecular Biology.“ *Minerva*, roč. 10, 1972, č. 1, s. 51–82.

[6] Pro historika, který obvykle nemůže využívat rozhovorů a dotazníkových metod, jsou tyto sdílené výchozí materiály často nejvýznamnějším vodítkem ke struktuře daného společenství. To je jeden z důvodů, proč se o široce čtených pracích, jako jsou Newtonova *Principia*, ve *Struktuře vědeckých revolucí* často hovoří jako o paradigmatech. Nyní bych o nich měl

Jelikož různá vědecká společenství věnují pozornost odlišným otázkám, profesionální komunikace mezi nimi může být poněkud obtížná, často vede k nedorozumění a v krajním případě může i vyvolat vážnou rozepři.

Společenství v tomto smyslu samozřejmě existují na mnoha úrovních. Tak například všichni přírodní vědci utvářejí takové společenství. (Neměli bychom podle mého názoru umožnit bouři obklopující C. P. Snowa, aby zatemnila to, o čem se vyjádřil zcela jasně.) Na o něco nižší úrovni jsou tato společenství představována skupinami vědců náležejících k hlavním vědeckým oborům, tzn. fyziky, chemiky, astronomy, zoology a dalšími. S výjimkou hraničních případů je skupinová příslušnost k těmto společenstvím již pevně ustanovena – hlavní výzkumný záměr, členství v odborných společnostech a čtené odborné časopisy jsou zpravidla více než postačující. Stejným způsobem lze vydělit také hlavní podskupiny: organické chemiky a mezi nimi třeba také proteinové chemiky, fyziky pevných látek a fyziky vysokých energií, radioastronomy atd. Teprve až na další úrovni vyvstávají empirické potíže. Jak by mohl někdo například vydělit skupinu zabývající se bakteriofágy ještě předtím, než se stane veřejně známou? K tomuto účelu je nezbytná účast na letních školách a speciálních konferencích, přístup k nepublikovaným článkům, a především přístup k formálním i neformálním komunikačním sítím, včetně citačních vazeb.[7] Mám za to, že tato práce může být a také bude vykonána, přičemž jejími typickými výsledky budou společenství mající kolem stovky členů, někdy podstatně méně. Jednotliví vědci, konkrétně ti nejschopnější, budou současně anebo postupně náležet k několika takovým skupinám. Ačkoli není prozatím jasné, jak daleko nás může empirická analýza dovést, máme excelentní důvody předpokládat, že veškerá vědecká činnost je vykonávána právě společenstvími tohoto druhu.

Předpokládejme nyní, že se nám nějakým způsobem podařilo jedno takové společenství identifikovat. Jaké sdílené prvky vysvětlují relativní bezproblémovost odborné komunikace mezi členy tohoto společenství a relativní jednomyslnost v jejich odborných soudech? Odpověď, kterou na tuto otázku podává *Struktura vědeckých revolucí*, je „paradigma" nebo „soubor paradigmat". Jedná se o jeden ze dvou hlavních významů, v nichž se toto

mluvit spíše jako o zvláště důležitých zdrojích základních složek disciplinární matice daného společenství.

[7] Eugene GARFIELD, *The Use of Citation Data in Writing the History of Science*. Philadelphia: Institute for Scientific Information 1964; Maxwell M. KESSLER, „Comparison of the Results of Bibliographic Coupling and Analytic Subject Indexing." *American Documentation*, roč. 16, 1965, č. 3, s. 223–233; Derek J. DE SOLLA PRICE, „Networks of Scientific Papers." *Science*, sv. 149, 1965, č. 3683, s. 510–515.

slovo v knize vyskytuje. Mohl bych jej označit jako „paradigma$_1$“, ale z důvodu větší přehlednosti pro něj zvolím pojmenování „disciplinární matice“ – „disciplinární“, protože jej společně sdílejí vykonavatelé nějaké odborné disciplíny, a „matice“, protože se skládá z uspořádaných prvků různého druhu, z nichž každý vyžaduje další upřesnění. Mezi složky disciplinární matice patří všechny, anebo téměř všechny předměty skupinového závazku, které byly v knize popsány jako paradigmata, části paradigmat nebo jako paradigmatické.[8] Nebudu se zde pokoušet podat jejich vyčerpávající výčet, ale zaměřím svoji pozornost na tři z nich, které by měly zajímat zvláště filosofy vědy, jelikož jsou klíčové pro kognitivní činnost společenství. Budu je označovat jako symbolická zobecnění, modely a vzorové příklady.

První dvě uvedené složky disciplinární matice jsou v oblasti filosofie již dobře známy. Symbolická zobecnění jsou konkrétně takové výrazy, které členové společenství používají zcela neproblematicky a které lze snadno vyjádřit v logické formě jako například $(x)\,(y)\,(z)\,\phi\,(x, y, z)$. Jedná se o formální anebo velmi lehko formalizovatelné komponenty disciplinární matice. Modely, jimiž se zde nebudu dále podrobněji zabývat, poskytují společenství preferované analogie anebo, drží-li se jich jeho členové velmi pevně, celou ontologii. V jednom krajním případě jsou modely heuristické: elektrický obvod lze plodně nahlížet jako ustálený hydrodynamický systém a chování plynných látek může být zase přirovnáno k souboru náhodně se pohybujících mikroskopických kulečníkových koulí. V opačném krajním případě modely představují objekty metafyzické víry: teplota tělesa *je* kinetickou energií jeho částic anebo – a zde se ona metafyzičnost ukazuje ještě jasněji – veškeré vnímatelné jevy jsou způsobeny pohybem a vzájemnou interakcí kvalitativně neutrálních atomů v prázdném prostoru.[9] Konečně vzorové příklady představují konkrétní řešení problémů, jež jsou v rámci společenství akceptována jako paradigmatická v běžném smyslu tohoto slova. Mnozí z vás již určitě uhodli, že „vzorové příklady“ jsou označením pro druhý a fundamentálnější význam slova „paradigma“, který se v knize objevuje.

Chceme-li se dozvědět, jak vědecké společenství naplňuje roli producenta a validátora věrohodného poznání, musíme podle mého názoru nejprve porozumět fungování alespoň těchto tří složek disciplinární matice. Jakékoli změny v těchto složkách mohou mít za následek změny ve způsobu

[8] Viz KUHN, *Struktura vědeckých revolucí*, s. 49–53.

[9] Není zvykem, aby byly mezi modely zahrnovány atomy, pole nebo síly působící na dálku, ale v tuto chvíli si nejsem vědom žádných škod, které by toto rozšířené použití mohlo napáchat. Úroveň víry společenství se s postupným přechodem od heuristiky k metafyzickým modelům pochopitelně mění, kognitivní funkce modelů se nicméně zdají být stále stejné.

práce vědců, a ovlivnit tak jak oblast jejich kolektivního výzkumu, tak i jejich společné standardy verifikace. Nebudu se zde pokoušet obhájit takto obecnou tezi. Můj primární zájem se nyní bude týkat vzorových příkladů. Abych pro ně ovšem připravil prostor, budu muset nejprve něco říci o symbolických zobecněních.

Ve vědě a konkrétně ve fyzice se zobecnění často vyskytují v již hotové symbolické formě: $f = ma$, $I = V / R$ nebo $\nabla^2\psi + 8\pi^2 m/h^2(E - V)\psi = 0$. Jiná jsou obvykle vyjádřena slovy: „akce je rovna reakci", „prvky se vzájemně slučují v pevných poměrech svých hmotností" anebo „každá buňka se vyvinula z jiné buňky". Nikdo nepochybuje o tom, že členové nějakého vědeckého společenství ve své práci běžně uplatňují tyto a podobné formulace, že tak činí bez potřeby zvláštního ospravedlnění a že v této souvislosti jen zřídkakdy čelí námitkám ze strany svých kolegů. Takový přístup k vědecké práci je důležitý, protože bez sdílené víry v určitý soubor symbolických zobecnění by rutinní aplikace logiky a matematiky v rámci činnosti daného společenství nebyla možná. Na příkladu taxonomie se ukazuje, že věda může existovat i jen s nemnoha takovými zobecněními, anebo zcela bez nich, a později ukážu, za jakých okolností tomu tak může být. Nevidím však žádný důvod, proč bychom neměli věřit všeobecně rozšířenému přesvědčení, že věda je tím silnější, čím více symbolických zobecnění mají její vykonavatelé k dispozici.

Všimněme si ale, jak malou míru vzájemné shody jsme členům společenství prozatím přiznali. Když říkám, že členové společenství sdílejí víru kupříkladu v symbolické zobecnění $f = ma$, nemám tím na mysli nic jiného než to, že nebudou pokládat za problematické, napíše-li někdo v řadě za sebou symboly f, $=$, m, a, s výsledným výrazem bude pracovat prostřednictvím logiky a matematiky, a následně předloží výsledek rovněž v symbolické formě. Pro nás (nikoli však pro vědce, kteří s nimi pracují) jsou tyto symboly a výrazy, jež vznikají jejich skládáním, v tuto chvíli neinterpretované, zbavené jakéhokoli empirického významu a uplatnění. Sdílená víra v soubor zobecnění ospravedlňuje logickou a matematickou manipulaci s nimi a vede také k víře v příslušné výsledky. Nemusí nicméně vést ke shodě ohledně způsobu, jakým mají být symboly individuálně i kolektivně korelovány s výsledky experimentů a pozorování. V tomto rozsahu fungují sdílená symbolická zobecnění stále ještě jako výrazy v systému čisté matematiky.

Analogie mezi vědeckou teorií a systémem čisté matematiky byla rozsáhle využívána ve filosofii vědy 20. století a vedla k několika mimořádně zajímavým výsledkům. Je to však pouhá analogie, a může být proto zavádějící. Domnívám se, že jsme se jí v mnoha ohledech nechali oklamat. Jeden z nich bezprostředně souvisí s mým argumentem.

Když se výraz jako třeba $f = ma$ objeví v systému čisté matematiky, stane se jeho součástí takříkajíc jednou provždy. To znamená, že pokud se stane součástí řešení nějakého matematického problému formulovaného v rámci takového systému, bude v něm vždycky vystupovat ve formě $f = ma$ anebo ve formě, která na ni bude převoditelná prostřednictvím nějakého syntaktického substitučního pravidla. V přírodních vědách se symbolická zobecnění obvykle chovají velmi odlišně. Nejsou to ani tak zobecnění jako spíše náčrty zobecnění, schematické formy, jejichž detailní symbolická vyjádření se různí v závislosti na jejich konkrétní aplikaci. V případě volného pádu se výraz $f = ma$ proměňuje na $mg = md^2s/dt^2$; pro jednoduché kyvadlo se mění na $mg \sin \Theta = -md^2s/dt^2$; a v případě dvojice vázaných harmonických oscilátorů se z něj stávají dvě rovnice, z nichž první lze zapsat ve tvaru $m_1d^2s_1/dt^2 + k_1s_1 = k_2(d + s_2 - s_1)$. Na zajímavějších mechanických problémech, jako je například pohyb setrvačníku, by byl k vidění ještě daleko větší rozdíl mezi $f = ma$ a příslušným symbolickým zobecněním, na které jsou aplikovány nástroje logiky a matematiky, avšak celá věc by nyní již měla být dostatečně jasná. Ačkoli jsou neinterpretované symbolické výrazy sdíleným vlastnictvím členů vědeckého společenství a představují vstupní bod pro nástroje logiky a matematiky, tyto nástroje nejsou aplikovány přímo na ony sdílené výrazy, nýbrž na jejich určitou speciální verzi. Každá z těchto verzí v jistém smyslu vyžaduje odlišné formální vyjádření.[10]

Z toho vyplývá zajímavý závěr, který může být významný z hlediska statusu teoretických termínů. Filosofové, kteří zobrazují vědecké teorie jako neinterpretované formální systémy, často poznamenávají, že empirická reference prostupuje těmito teoriemi zdola nahoru, tedy od základního empirického slovníku k teoretickým termínům. Navzdory všeobecně známým potížím, které obklopují pojem základního slovníku, nemohu nikterak zpochybnit důležitost tohoto procesu transformace nějakého neinterpretovaného symbolu ve znak konkrétního fyzikálního konceptu. Postup zdola nahoru ovšem není jediný. Symbolické výrazy ve vědě vytvářejí spojení s přírodou také shora, bez použití dedukce, která by eliminovala teoretické

[10] Tomuto problému se nelze vyhnout tak, že formulujeme zákony newtonovské mechaniky dejme tomu v lagrangeovské nebo hamiltonovské formě. Právě naopak, na rozdíl od Newtonovy formulace mechaniky představují tyto formulace nikoli zákony, ale výlučné náčrty zákonů. Pro každý určitý problém je vždy potřeba zapsat specifickou Hamiltonovu nebo Lagrangeovu rovnici. Povšimněme si ale klíčové výhody těchto formulací spočívající v tom, že výrazně usnadňují volbu vhodného formálního vyjádření pro řešení konkrétního problému. V kontrastu s Newtonovou formulací tak znázorňují typické směřování normálního vědeckého vývoje.

termíny. Předtím než může vědec začít s logickými a matematickými operacemi za účelem předpovědi výsledků měření, musí nejprve zapsat patřičnou formu $f = ma$, již lze aplikovat například na vibrující strunu, nebo patřičnou formu Schrödingerovy rovnice, kterou lze aplikovat kupříkladu na atom hélia v magnetickém poli. Ať už k tomuto účelu zvolí jakýkoli postup, nemůže se jednat o postup čistě syntaktický. Empirický obsah tedy musí vstupovat do formalizovaných teorií zdola i shora.

Tomuto závěru se podle mého názoru nelze vyhnout tak, že budeme Schrödingerovu rovnici nebo $f = ma$ nahlížet jako zkratky za obsáhlé soubory specifických symbolických forem, jichž tyto výrazy nabývají při aplikaci na konkrétní fyzikální problémy. Za prvé, vědci by stále ještě potřebovali mít k dispozici kritéria, která by jim řekla, jakou konkrétní symbolickou formu aplikovat na jaký problém, a tato kritéria, podobně jako korelační pravidla, jež slouží k převodu významů ze základního slovníku na teoretické termíny, by zprostředkovávala empirický obsah. Kromě toho žádný soubor konkrétních symbolických forem by zdaleka nepokryl vše, co členové nějakého vědeckého společenství ve skutečnosti vědí v souvislosti s aplikací symbolických zobecnění. Objeví-li se před nimi nějaký nový problém, často se bez větších obtíží shodnou na tom, jaký symbolický výraz je pro daný účel nejvhodnější, přestože se nikdo z nich s daným výrazem nikdy dříve nesetkal.

Od jakéhokoli popisu kognitivního aparátu vědeckého společenství lze celkem rozumně očekávat, že nám prozradí něco o tom, jakým způsobem členové daného společenství ještě předtím, než mají k dispozici *bezprostředně* relevantní empirickou evidenci, identifikují onu specifickou formu zobecnění pro konkrétní problém, zvláště pak jedná-li se o problém nový. To je zjevně jedna z funkcí, jež vykonává vědecké poznání, i když tak samozřejmě nečiní vždy bezchybně. Navrhovanou formu zobecnění je možné, ba dokonce potřebné podrobit empirickým testům; deduktivní kroky a porovnání jejich výsledného produktu s experimentem jsou nutnými podmínkami vědy. Navrhované speciální symbolické formy jsou však vědeckým společenstvím pravidelně přijímány anebo odmítány ještě před výkonem experimentu a tato rozhodnutí se navíc s pozoruhodnou četností posléze ukazují jako správná. Navrhování specifické formy zobecnění, nového způsobu formalizace, se tudíž musí podstatně lišit od konstruování nové teorie, mimo jiného v tom, že se jedná o činnost, které se lze naučit, což v případě vynalézání nových teorií nelze. Právě k tomuto účelu především slouží úlohy na konci jednotlivých kapitol ve vědeckých učebnicích. Čemu se studenti řešením těchto úloh učí?

Touto otázkou se budu zabývat po většinu zbývající části tohoto článku, přistoupím k ní však nepřímo a zeptám se nejprve daleko obyčejněji: Jak vědci zavádějí spojení mezi symbolickými výrazy a přírodou? Tato otázka vlastně představuje otázky dvě, neboť se může týkat buďto speciálního symbolického zobecnění navrženého pro konkrétní experimentální situaci, anebo jeho jednotlivého symbolického důsledku vyvozeného pro potřeby jeho porovnání s experimentem. Pro naše momentální účely můžeme nicméně k těmto dvěma otázkám přistupovat jako k otázce jediné. Ostatně ani ve vědecké praxi se k oběma otázkám zpravidla nepřistupuje odděleně.

Od doby, kdy byly opuštěny poslední naděje na nalezení jazyka pro smyslová data, se na tuto otázku obvykle odpovídá v termínech korespondenčních pravidel. Ta byla obyčejně pokládána buďto za operační definice vědeckých termínů, nebo za soubor nutných a postačujících podmínek použití těchto termínů.[11] Jsem si jist, že bližší prozkoumání nějakého vědeckého společenství by odkrylo řadu takových pravidel vzájemně sdílených jeho členy a že několik dalších by pravděpodobně mohlo být legitimně vyvozeno z důkladného pozorování jejich chování. Z důvodů, které jsem uvedl jinde a na něž stručně poukážu níže, však pochybuji o tom, že by takto odhalená korespondenční pravidla postačovala svým počtem nebo silou k vysvětlení faktických korelací mezi specifickou formou zobecnění a experimentem, jež

[11] Po přednesení tohoto eseje jsem si uvědomil, že opomíjení oněch dvou otázek z předchozího odstavce může být v této věci, jakož i ve věcech následujících, zdrojem určitého zmatení. Korespondenční pravidla za normálního filosofického použití zavádějí spojení pouze mezi samotnými slovy, nikoli mezi slovy a přírodou. Teoretické termíny tudíž nabývají významu prostřednictvím korespondenčních pravidel, jež je spojují se základním slovníkem, který může význam poskytnout. Pouze tento slovník je přímo spojen s přírodou. Část mého argumentu je věnována tomuto standardnímu pohledu a neměla by tedy být zdrojem žádných problémů. Rozlišení teoretického a základního slovníku ve stávající podobě nebude postačovat, protože u mnohých teoretických termínů lze ukázat, že jsou spojeny s přírodou stejným způsobem jako základní termíny, ať už je tento způsob jakýkoli. Mým záměrem je ale kromě toho ještě prozkoumat, na jakém principu funguje toto „přímé spojení" s přírodou, ať už teoretického anebo základního slovníku. Útočím při tom na frekventovanou implicitní domněnku, že každý, kdo ví jak správně používat nějaký základní termín, má vědomý či nevědomý přístup k souboru kritérií, která tento termín definují anebo poskytují nutné a postačující podmínky jeho použití. Pro tento způsob spojení prostřednictvím kritérií zde rovněž používám výraz „korespondenční pravidlo", což je v určitém rozporu s jeho standardním použitím. Mojí omluvou za toto rozšíření budiž moje přesvědčení, že explicitní spoléhání na korespondenční pravidla a implicitní spoléhání na kritéria představují stejnou proceduru a odvádějí pozornost stejným směrem. V obou případech se používání jazyka jeví jako záležitost konvence větší měrou, než jak je tomu ve skutečnosti, a v důsledku toho dochází k zastření toho, do jaké míry se člověk, který si osvojuje každodenní anebo vědecký jazyk, současně dozvídá o přírodě něco, co není samo o sobě zabudováno ve verbálních zobecněních.

jsou pravidelně a zcela neproblematicky prováděny členy daného společenství. Požaduje-li filosof adekvátní soubor korespondenčních pravidel, bude si většinu z nich muset obstarat sám.

To je téměř určitě v jeho silách. Podrobí-li bližšímu zkoumání nashromážděné příklady vědecké praxe z minulosti, může celkem rozumně očekávat, že se mu podaří zkonstruovat soubor korespondenčních pravidel, jehož prostřednictvím bude možno v kombinaci se známými symbolickými zobecněními podat jejich adekvátní vysvětlení. Velice pravděpodobně bude moci zkonstruovat celou řadu alternativních souborů korespondenčních pravidel. Měl by si nicméně dávat mimořádný pozor na to, aby žádný z nich nepojímal jako rekonstrukci vlastních pravidel zkoumaného společenství. I kdyby totiž všechny tyto soubory pravidel byly ekvivalentní s ohledem na minulou činnost společenství, nemuselo by tomu tak již být při jejich aplikaci na budoucí problémy, kterým budou členové společenství teprve čelit. V tomto smyslu by pak tyto soubory představovaly rekonstrukce nepatrně odlišných teorií, z nichž by žádná nemusela odpovídat té, která je v rámci daného společenství zastávána.[12] Filosof by takto, počínaje si jako vědec, možná přispěl ke zdokonalení teorie zastávané daným společenstvím, avšak nesplnil by svoji vlastní úlohu, která spočívá v provedení analýzy této teorie.[13]

Dejme tomu, že předmětem zájmu nějakého filosofa je Ohmův zákon, $I = V/R$, přičemž tento filosof je obeznámen s tím, že členové skupiny, kte-

[12] Viz KUHN, *Struktura vědeckých revolucí*, kap. 5.

[13] Myslím, že je pozoruhodné, jak malou pozornost věnovali filosofové vědy vztahu mezi jazykem a přírodou. Epistemická síla formalistických snah je nepochybně závislá na tom, zda je možné učinit tento vztah neproblematickým. Mám podezření, že jedním z důvodů přehlížení tohoto vztahu je neschopnost nahlédnout, jak mnoho bylo z epistemologického hlediska ztraceno při přechodu od jazyka pro smyslová data k základnímu slovníku. Dokud se jazyk pro smyslová data zdál udržitelný, definicím a korespondenčním pravidlům nebylo potřeba věnovat žádnou zvláštní pozornost. Výrazy jako „zelená skvrna tam" sotva vyžadovaly další operační specifikaci; „benzen začíná vařit při 80 ° Celsia" je ovšem tvrzení docela jiného druhu. Navíc, jak naznačím níže, formalisté mnohdy ztotožňovali úsilí o *zdokonalení* jasnosti a struktury formálních prvků vědecké teorie s *analýzou* vědeckého poznání, což je docela odlišná činnost, a problémy, které nás v tuto chvíli zajímají, se týkají pouze jí. Hamilton přišel s lepší formulací newtonovské mechaniky než Newton a filosofové mohou doufat, že se jim prostřednictvím další formalizace podaří dosáhnout dalších vylepšení. Nemohou ale pokládat za samozřejmé, že výsledná teorie bude stejná jako teorie počáteční nebo že formální prvky kterékoli verze teorie budou koextenzivní s teorií samotnou. Pro typický příklad domněnky, že zdokonalené formální vyjádření *ipso facto* představuje vědění, které je společenstvím, jež ono formální vyjádření používá, rozvíjeno za účelem jeho vylepšení, viz Patrick SUPPES, „The Desirability of Formalization in Science." *Journal of Philosophy*, roč. 65, 1968, č. 20, s. 651–664.

rou podrobuje zkoumání, měří elektrické napětí elektrometrem a elektrický proud galvanometrem. Jeho záměrem je nalézt korespondenční pravidlo pro elektrický odpor. Z možných alternativ, které se mu nabízejí, může zvolit buďto podíl napětí a proudu, v případě čehož by se z Ohmova zákonu stala tautologie, anebo se může namísto toho rozhodnout korelovat hodnotu odporu s výsledky naměřenými na Wheatstoneově můstku, přičemž za takových okolností by Ohmův zákon poskytoval nové informace o přírodě. Obě dvě rekonstrukce mohou být ekvivalentní ve vztahu k minulé vědecké praxi, avšak nepředepisují stejný postup i pro praxi budoucí. Představme si uvnitř nějakého vědeckého společenství jistého obzvláště zkušeného experimentátora, který bude pracovat s mnohem vyšším napětím než kdokoli před ním a objeví, že poměr napětí k proudu se v oblasti vysokého napětí pozvolna mění. Na základě druhé uvedené rekonstrukce by dotyčný experimentátor objevil, že při vysokém napětí dochází k odchylkám od Ohmova zákonu. Z hlediska první rekonstrukce je však Ohmův zákon tautologií a jakékoli odchylky od něj jsou nepředstavitelné. Podle této rekonstrukce by tak experimentátor neobjevil odchylku od Ohmova zákona, nýbrž skutečnost, že odpor se mění spolu s napětím. Obě uvedené rekonstrukce vedou k odlišným lokalizacím problému a k odlišným schématům navazujícího výzkumu.[14]

Z předcházející diskuse nevyplývá nutně, že neexistuje žádný soubor korespondenčních pravidel, který by adekvátně vysvětloval chování zkoumaného společenství. Takové negativní prohlášení by jen stěží bylo možno prokázat. Tato diskuse nás ale může přimět k tomu, abychom brali o něco vážněji některé aspekty vědeckého výcviku a vědecké praxe, jež filosofové

[14] Méně vykonstruovaný příklad by vyžadoval souběžnou manipulaci několika symbolických zobecnění, a žádal by si tudíž více prostoru, než mám pro tuto chvíli k dispozici. Není ale těžké najít historické příklady, na nichž se ukazují rozdílné efekty zobecnění zastávaných jako zákony a jako definice (viz moje pojednání o Daltonovi a sporu mezi Proustem a Berthelletem ve *Struktuře vědeckých revolucí*, s. 131–136), a ani uvedený příklad zcela nepostrádá historické základy. Ohm měřil odpor jako podíl napětí a proudu. Jeho zákon tedy poskytl částečnou definici odporu. Jedním z důvodů, proč jej bylo tak obtížné přijmout (přehlížení Ohma je jedním z nejslavnějších příkladů rezistence vůči inovaci, který nám může historie vědy nabídnout), je jeho neslučitelnost s pojetím odporu zastávaným před Ohmem. Revoluci v elektrické teorii způsobil Ohmův zákon jen proto, že vyžadoval předefinování elektrických pojmů. (K tomuto tématu viz Theodore M. BROWN, „The Electric Current in Early Nineteenth-Century French Physics." *Historical Studies in the Physical Sciences*, roč. 1, 1969, č. 1, s. 61–103, a Morton L. SCHAGRIN, „Resistance to Ohm's Law." *American Journal of Physics*, roč. 31, 1963, č. 7, s. 536–547.) Domnívám se, že vědecké revoluce lze obecně odlišit od normálního vědeckého vývoje v tom, že na rozdíl od něj vyžadují provedení změn v zobecněních, která byla dříve pokládána za kvazianalytická. Objevil Einstein relativitu pojmu souběžnosti, anebo odstranil jeho dříve tautologické implikace?

často zcela přehlíželi. Ve vědeckých učebnicích a vědeckém výcviku se korespondenčních pravidel objevuje jen velmi málo. Jakým způsobem si pak mohou členové vědeckého společenství osvojit dostatečný soubor těchto pravidel? Za povšimnutí stojí také to, že jsou-li vědci požádáni filosofem, aby mu podali výčet osvojených pravidel, zpravidla popírají jejich relevanci, a komunikace se tak někdy stává neobyčejně obtížnou. Jednotliví členové daného vědeckého společenství, pokud s filosofem vůbec spolupracují, mu obvykle podávají odlišné výčty pravidel, z nichž žádný nemusí být zcela adekvátní. To vede k zamyšlení nad tím, zda činnost vědeckého společenství nezahrnuje více než jen uplatňování několika takových pravidel, tedy zda neexistuje nějaký alternativní způsob, jakým vědci uvádějí své symbolické výrazy do vztahu s přírodou.

Vodítko nám poskytne jev, který je známý jak studentům přírodních věd, tak i historikům vědy. Jelikož jsem byl obojím, budu hovořit z vlastní zkušenosti. Studenti fyziky často říkají, že ačkoli prostudovali kapitolu ve své učebnici a perfektně jí porozuměli, měli nicméně potíže s řešením úloh na jejím konci. Tyto potíže téměř vždy spočívají v sestavení patřičných rovnic, tedy v uvedení pojmů a vzorových příkladů v textu do vztahu s konkrétními problémy, které mají být vyřešeny. Téměř vždy se tyto potíže také vyřeší jedním a týmž způsobem. Student se naučí nahlížet na daný problém jako na problém, který už vyřešil někdy dříve. Jakmile se mu podaří takovou podobnost či analogii odhalit, stojí mu v cestě již jen manipulativní překážky.

Stejné schéma se názorně ukazuje v dějinách vědy. Vědci modelově přizpůsobují řešení dřívějších problémů na problémy nové, a to často s minimálním využitím symbolických zobecnění. Galileo zjistil, že kulička, která se valí z určité výšky po nakloněné rovině, získá právě takovou rychlost, aby se dostala do téže výšky na protilehlé nakloněné rovině se stejným sklonem, a naučil se vidět podobnost mezi touto experimentální situací a pohybem matematického kyvadla, tj. kyvadla majícího místo závaží pouze hmotný bod. Huygens poté vyřešil problém středu kmitů fyzikálního kyvadla pomocí představy, že fyzikální kyvadlo se skládá z galileovských matematických kyvadel, jejichž vzájemná spojení lze okamžitě uvolnit v kterémkoli bodě kmitu. Po uvolnění těchto spojení by jednotlivá matematická kyvadla kmitala volně, ale v okamžiku, kdy by se každé z nich nacházelo ve svém nejvyšším bodu, by jejich společné těžiště dosáhlo pouze takové výšky, z níž začalo těžiště fyzikálního kyvadla padat, podobně jako tomu bylo u Galileova kyvadla. Konečně Daniel Bernoulli, stále bez jakékoli pomoci Newtonových zákonů, objevil podobnost mezi Huygensovým kyvadlem a proudem vody vytékajícím z ústí nádoby. Nejprve je potřeba určit pokles

těžiště vody v nádobě a ve výtokové trubici za nekonečně krátký časový úsek. Následně je třeba si představit, že každá částice vody se pohybuje nezávisle až do maximální výše, jíž je schopna dosáhnout při rychlosti, kterou získá během daného časového intervalu. Vzestup těžiště jednotlivých částic pak musí být roven poklesu těžiště vody v nádrži a výtokové trysce. Z tohoto způsobu vidění daného problému pak rázem vyplynula dlouho hledaná rychlost výstupního proudu kapaliny.[15]

Ačkoli nemám čas, abych uvedl větší množství příkladů, domnívám se, že naučená schopnost vidět podobnost mezi zdánlivě nesourodými problémy splňuje ve vědě podstatnou část funkce, jež bývá běžně připisována korespondenčním pravidlům. Jakmile se podaří odhalit analogii mezi novým a nějakým již vyřešeným problémem, patřičná symbolická zobecnění i způsob jejich aplikace na přírodu již z příslušné analogie vyplynou samy. Na základě dané podobnosti se jednoduše zvolí ten postup, který se osvědčil dříve. Schopnost rozpoznávat analogie uznávané v rámci daného vědeckého společenství je podle mého názoru tím hlavním, čemu se studenti učí řešením úloh, ať už tužkou na papíře anebo v dobře vybavené laboratoři. V průběhu svého výcviku se setkávají s velkým počtem takových cvičení, přičemž studenti jednoho a téhož oboru zpravidla řeší úlohy téhož druhu, např. úlohy na nakloněnou rovinu, kuželové kyvadlo, Keplerovy elipsy atd. Tyto konkrétní problémy a jejich řešení jsou tím, co jsem výše pojmenoval jako vzorové příklady, tedy standardní příklady daného vědeckého společenství. Představují třetí hlavní kognitivní složku disciplinární matice a znázorňují druhou hlavní funkci termínu „paradigma" ve *Struktuře vědeckých revolucí*.[16] Právě tak, jako se student musí naučit symbolickým zobecněním, musí si rovněž osvojit dostatečné množství vzorových příkladů, neboť obojí je nedílnou součástí procesu, v jehož průběhu získává přístup ke kognitivním

[15] Pro tento příklad viz René DUGAS, *A History of Mechanics*. Neuchatel – New York: Éditions du Griffon – Central Book Company 1955, s. 135–136, 186–93, a Daniel BERNOULLI, *Hydrodynamica, sive de viribus et motibus fluidorum, commentarii opus academicum*. Strasbourg: J. R. Dulseckeri 1738, část 3. Pro informace o tom, jak velký vliv mělo na pokrok v mechanice během první poloviny 18. století využívání analogií mezi problémy k jejich řešení, viz Clifford TRUESDELL, „Reactions of Late Baroque Mechanics to Success, Conjecture, Error, and Failure in Newton's *Principia*." *Texas Quarterly*, roč. 10, 1967, č. 3, s. 238–258.

[16] Bylo to pochopitelně slovo „paradigma" ve smyslu standardního příkladu, které mne původně přivedlo k volbě tohoto termínu. Tato pro mne centrální funkce tohoto termínu naneštěstí většině čtenářů *Struktury vědeckých revolucí* unikla, a paradigma bylo namísto toho chápáno ve smyslu blízkém tomu, co nyní navrhuji označovat jako „disciplinární matici". Nepokládám za pravděpodobné, že by se mi podařilo navrátit termínu „paradigma" jeho původní význam, který je jako jediný správný z filologického hlediska.

výsledkům studovaného oboru.[17] Bez vzorových příkladů by se naučil jen část toho, co všechno příslušné vědecké společenství ví o takových fundamentálních konceptech, jakými jsou síla a pole, prvek a sloučenina anebo jádro a buňka.

Za malou chvíli se prostřednictvím jednoduchého příkladu pokusím vyložit svoje pojetí naučeného vztahu podobnosti, tedy získané schopnosti vidět analogii. Nejprve však ještě upřesním problém, kterého se tento výklad bude týkat. Každý bude nepochybně souhlasit s tvrzením, že všechny věci jsou si navzájem podobné a současně jsou vzájemně odlišné. Obvykle říkáme, že záleží na zvolených kritériích. Mluví-li proto někdo o podobnosti nebo o analogii, ptáme se jej: podobné z hlediska čeho? V našem případě se ale právě takto nesmíme tázat, protože odpovědí by nám byl určitý soubor korespondenčních pravidel. Osvojením vzorových příkladů by se tak student nenaučil nic, co by mu ve formě kritérií podobnosti stejně dobře nemohla poskytnout také tato pravidla, a řešení problémů by pak bylo pouhým cvičením v aplikaci takových pravidel. O podobnosti by vůbec nebylo potřeba hovořit.

Již jsem ale uvedl, že řešení problémů se neodehrává takovýmto způsobem. Daleko spíše se podobá činnosti dítěte, které má za úkol najít na obrázku ve změti čar a barev třeba skryté tváře anebo obrysy zvířat. Takové dítě hledá tvary odpovídající zvířatům a tvářím, jež samo zná. Jakmile je v obrázku jednou najde, už je vícekrát neztratí, protože způsob, jakým daný obrázek vidí, prošel v tomto procesu změnou. Stejně tak když má student vyřešit nějakou úlohu, snaží se v ní nalézt podobnost s některým ze vzorových příkladů, s nimiž se setkal dříve. Pokud existují pravidla, kterými by se mohl řídit, samozřejmě je použije. Jeho základním kritériem však bude vnímání podobnosti, které logicky i psychologicky předchází jakákoli další početná kritéria, jejichž prostřednictvím by mohla být identifikována táž podobnost. Poté co uvidí určitou podobnost, může požadovat další kritéria, což je často užitečné. Není to ovšem potřeba. Mentální či vizuální dispozice osvojené v průběhu procesu, kdy se učí vidět podobnost mezi různými problémy, mohou být aplikovány přímo. Jak budu tvrdit na následujících

[17] Povšimněme si, že vzorové příklady (a rovněž modely) určují substrukturu společenství daleko efektivněji než symbolická zobecnění. Mnohá vědecká společenství sdílejí například Schrödingerovu rovnici a jejich členové se s ní v průběhu vědeckého výcviku setkávají stejně brzy. Avšak jak jejich výcvik pokračuje dál, v jednom případě kupříkladu směrem k fyzice pevných látek a v druhém k teorii pole, vzorové příklady, se kterými se střetávají, se začínají rozcházet. Schrödingerovu rovnici tudíž sdílejí pouze v neinterpretované podobě, nikoli již v podobě interpretované.

řádcích, za náležitých podmínek jsou data zpracovávána do souborů podle podobnosti nezávisle na odpovědi na otázku „Podobné ve vztahu k čemu?".

Svůj argument začnu nejprve krátkou odbočkou k termínu „data". Z filologického hlediska se jedná o slovo odvozené ze slova „dané". Z hlediska filosofického a z důvodů hluboce zakořeněných v dějinách epistemologie tento termín vymezuje minimální stabilní složky smyslového vnímání. Ačkoli již nedoufáme v nalezení jazyka pro smyslová data, výrazy jako „zelená tam", „trojúhelník zde" nebo „horko tamhle" jsou nadále paradigmatickými příklady toho, co míníme pojmem data, tedy co je ve zkušenosti dané. V mnoha ohledech by měly plnit tuto úlohu. K menším složkám naší zkušenosti, než jsou tyto, nemáme přístup. Kdykoli vědomě zpracováváme data, ať už za účelem identifikace objektu, objevení nového zákona či vynalezení nové teorie, nevyhnutelně pracujeme se vjemy tohoto druhu nebo s jejich kombinacemi. Nicméně z jiného úhlu pohledu vjemy a jejich složky nejsou „dané". Je-li toto označení nahlíženo teoreticky a nikoli empiricky, pak náleží spíše stimulům. Přestože k nim máme pouze nepřímý přístup, a to prostřednictvím vědecké teorie, jsou to právě stimuly, nikoli smyslové vjemy, jež na nás jakožto na organismy působí. Mezi obdržením stimulu a výslednými daty, která nám v reakci na stimul zprostředkovávají naše smysly, probíhá rozsáhlý proces neurálního zpracování.

Nic z toho by nestálo za řeč, kdyby měl Descartes pravdu v tom, že mezi stimuly a smyslovými vjemy existuje jednoznačná vzájemná korespondence. Víme ale, že nic takového neexistuje. Vjem určité barvy může být vyvolán nekonečným množstvím kombinací různých vlnových délek a naopak jeden určitý stimul může vyvolat různé vjemy, obraz kachny u jednoho příjemce, obraz králíka u jiného. Reakce tohoto druhu rovněž nejsou zcela vrozené. Člověk se může naučit rozlišovat mezi barvami nebo vzory, které pro něj byly dříve nerozlišitelné. V dosud neznámé míře je produkce dat ze stimulů naučenou procedurou. Po skončení procesu učení vede tentýž stimul k odlišným datům. Z toho vyvozuji závěr, že ačkoli jsou data minimálními složkami naší individuální zkušenosti, jedná se nutně o kolektivně sdílené reakce na dané stimuly, a to pouze v rámci relativně homogenních společenství, ať už jazykových, vědeckých nebo z hlediska vzdělání.[18]

[18] Ve *Struktuře vědeckých revolucí*, konkrétně v desáté kapitole, opakovaně zdůrazňuji, že členové odlišných vědeckých společenství žijí v odlišných světech a že vědecké revoluce proměňují svět, v němž vědec pracuje. Nyní bych raději řekl, že členové odlišných vědeckých společenství získávají z týchž stimulů odlišná data. Všimněme si ale, že tato změna nikterak nesnižuje náležitost výrazů jako „odlišný svět". Svět, který je daný, ať už se jedná o svět každodenní nebo vědecký, není světem stimulů.

Vraťme se nyní k mému hlavnímu argumentu, nikoli však k vědeckým příkladům – ty se totiž nevyhnutelně ukazují být nadměrně složitými. Představme si namísto toho malé dítě, které je se svým otcem na procházce v zoologické zahradě. Již se naučilo rozpoznávat ptáky a rozeznávat mezi nimi červenky obecné. Během tohoto odpoledne se bude poprvé učit rozeznávat labutě, husy a kachny. Kdokoli učil dítě něčemu takovému za podobných podmínek, ví, že primárním pedagogickým nástrojem je ostenze. Výrazy jako „všechny labutě jsou bílé" mohou hrát určitou roli, ale nemusí tomu tak být. Nebudu je pro tuto chvíli brát v úvahu, jelikož mým záměrem je vymezit odlišný způsob učení v jeho co možná nejčistší podobě. Učení malého Honzíka pak bude probíhat následovně. Jeho otec ukáže prstem na určitého ptáka a řekne „Podívej, Honzíku, tamhle je labuť". Krátce nato Honzík sám ukáže na jiného ptáka a řekne „Tatínku, tamhle je další labuť". Zatím se však ještě nenaučil labutě správně rozpoznávat a otec jej proto musí opravit: „Ne, Honzíku, to je husa." Následně již Honzík správně rozpozná labuť, ale jeho příští „husa" je ve skutečnosti kachna, a jeho otec jej proto musí opět opravit. Po několika dalších takových setkáních doprovázených opravami a pochvalami ze strany jeho otce bude Honzík umět rozpoznávat tyto vodní ptáky stejně dobře jako on. Proces učení bude dokončen velice rychle.

Táži se nyní, co se s Honzíkem stalo, a jako plausibilní předkládám následující odpověď. V průběhu daného odpoledne došlo k přeprogramování té části jeho neurálního ústrojí, jejímž prostřednictvím jsou zpracovávány vizuální stimuly, a data vyvolávaná stimuly, jimiž by byl dříve vyvolán „pták", se změnila. Na začátku Honzíkovy procházky kladl jeho neurální program stejný důraz na odlišnosti mezi jednotlivými labutěmi jako na odlišnosti mezi labutěmi a husami. Na jejím konci již upřednostňoval vlastnosti jako délku a zakřivení labutího krku, zatímco jiné vlastnosti potlačoval tak, aby si labutí data vzájemně odpovídala, ale oproti dřívějšku se odlišovala od husích a kachních dat. Ptáci, kteří dříve vypadali všichni stejně podobně (a zároveň stejně odlišně) jsou nyní v percepčním prostoru rozděleni do diskrétních skupin.

Proces tohoto druhu je možno snadno napodobit na počítači; sám jsem nyní v rané fázi takového pokusu. Stimul ve formě řetězce *n* uspořádaných číslic je nejprve vložen do počítače. Tam je přetvořen v data aplikováním předvolených transformačních funkcí na každou z *n* číslic, přičemž na každou číslici v řetězci je aplikována jiná funkce. Každé z takto získaných dat představuje řetězec *n* čísel, který zaujímá určitou pozici v rámci čehosi, co budu označovat jako *n*-dimenzionální kvalitativní prostor. Vzdálenost mezi dvěma daty v tomto prostoru, měřená euklidovskými nebo jinými vhod-

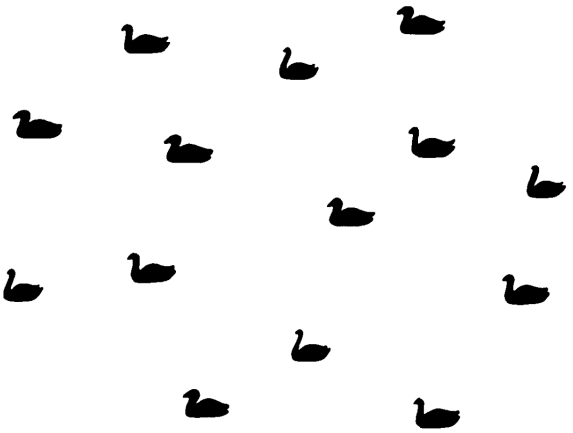
nými metrickými prostředky, vyjadřuje jejich vzájemnou podobnost. Které stimuly jsou přetvářeny ve stejná nebo podobná data samozřejmě záleží na volbě transformačních funkcí. Různé soubory těchto funkcí produkují různá data, tedy různé způsoby vnímání podobností a odlišností v percepčním prostoru. Transformační funkce ale nemusejí být nezbytně vytvořeny člověkem. Jestliže počítač obdrží stimuly, které lze rozdělit do samostatných skupin, a zároveň dostane informace ohledně toho, které ze stimulů patří k sobě a které nikoli, pak může sám pro sebe navrhnout odpovídající soubor transformačních funkcí. Je důležité brát na vědomí, že obě uvedené podmínky jsou pro tento účel klíčové. Ne všechny stimuly mohou být přetvořeny v soubory dat a i v případě stimulů, které přetvořeny být mohou, je třeba počítači – stejně jako dítěti – nejprve sdělit, které patří dohromady a které zvlášť. Malý Honzík neuskutečnil nezávislý objev, že existují labutě, husy a kachny. Někdo jej tomu naučil.

Zobrazíme-li nyní Honzíkův percepční prostor na dvourozměrném diagramu, pak lze proces, který pod vedením svého otce podstoupil, znázornit jako přechod od obrázku 1 k obrázku 2.[19] Na prvním obrázku jsou kachny, husy a labutě smíchány dohromady. Na druhém obrázku jsou rozděleny do diskrétních skupin, mezi nimiž je zřetelná vzdálenost.[20] Jelikož mu jeho otec v podstatě řekl, že kachny, husy a labutě příslušejí k odlišným přírodním druhům, Honzík může zcela po právu předpokládat, že také každá budoucí kachna, husa i labuť bude přirozeně spadat dovnitř anebo na okraj některé z těchto skupin, a že tedy nenarazí na žádná data, která by náležela do prázdného prostoru mezi nimi. Taková očekávání mohou být narušena, například během návštěvy Austrálie. Budou mu nicméně spolehlivě sloužit, dokud se bude pohybovat v rámci společenství, jehož členové na základě vlastních zkušeností odhalili užitečnost a životaschopnost těchto percepčních rozlišení a předávají je z generace na generaci.

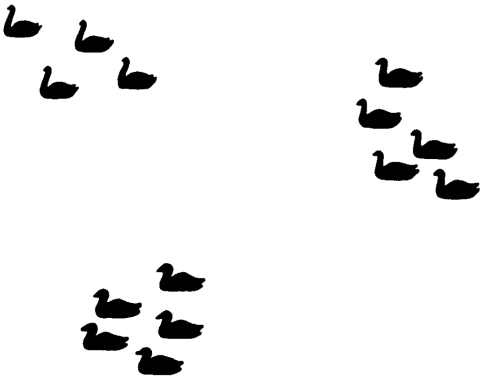
Díky přeprogramování jeho neurálního ústrojí takovým způsobem, aby byl schopen rozpoznat to, co je v rámci společenství, jehož se má stát členem, již všeobecně známo, si Honzík osvojil následující znalost. Naučil se, že husy, kachny a labutě představují odlišné přírodní druhy a že v přírodě se nevyskytují žádné „husolabutě“ nebo „kachnohusy“. Zatímco některé konstelace

[19] Za kresby vděčím peru a trpělivosti Sáry Kuhnové.

[20] O něco níže uvidíme, že vše, v čem je tato metoda zpracování stimulů mimořádná, závisí na možnosti seskupovat data do souborů oddělených prázdným prostorem. Bez tohoto prázdného prostoru se nenabízí žádná jiná alternativa než metoda spočívající na definicích a pravidlech, která je určena pro svět veškerých možných dat.



Obrázek 1



Obrázek 2

vlastností jdou k sobě, jiné jsou zcela přehlíženy. Pokud by mezi vlastnostmi, kterým u jednotlivých ptáků věnoval pozornost, byla také agresivita, jeho odpoledne strávené v zoologické zahradě mohlo mít kromě každodenní zoologické funkce také funkci behaviorální, jelikož husy na rozdíl od labutí a kachen syčí a koušou. To, co se Honzík naučil, je tedy dobré vědět. Můžeme ale říci, že ví, co slova „husa", „kachna" a „labuť" znamenají? Rozhodně ano, neboť je schopen tato pojmenování používat jednoznačně a bez jakýchkoli obtíží a dokáže z jejich použití vyvozovat behaviorální závěry, buď přímo, nebo prostřednictvím obecných tvrzení. Na druhou stranu, tomuto všemu se naučil, aniž by si osvojil – anebo aniž by si potřeboval osvojit – byť jen jediné kritérium pro rozpoznání labutí, hus a kachen. Dovede ukázat na labuť a říct, že někde poblíž musí být voda, ale nemusí již být zcela schopen říci, co to labuť je.

Malý Honzík se, krátce řečeno, naučil aplikovat symbolická pojmenování na přírodu, a to bez pomoci jakýchkoli definicí nebo korespondenčních pravidel. Jejich absenci nahrazuje naučenou, nicméně primitivní schopností vnímat vzájemné podobnosti a odlišnosti. V průběhu získávání této percepční dovednosti se zároveň dozvěděl něco nového o přírodě. Toto vědění je od daného okamžiku zakotveno nikoli v zobecněních nebo pravidlech, nýbrž v samotných vztazích podobnosti. V žádném případě, a to bych rád zdůraznil, nepokládám Honzíkovu metodu učení za jediný možný způsob získávání a uchovávání vědění. Rovněž nepokládám za pravděpodobné, že by velká část lidského vědění byla získávána a uchovávána s tak malým využitím verbálních zobecnění. Zastávám ale názor, že význam kognitivního procesu, který jsem právě nastínil, je třeba uznat jako nezpochybnitelný. V kombinaci se známějšími procesy, jako je symbolické zobecňování a modelování, je tento proces podle mého názoru zcela zásadní pro účely adekvátní rekonstrukce vědeckého poznání.

Musím nyní vůbec zmiňovat, že labutě, husy a kachny, s nimiž se malý Honzík setkal během procházky se svým otcem, jsou tím, co jsem pojmenoval jako vzorové příklady? Když byly Honzíkovi předloženy jednotlivé exempláře ptáků spolu s příslušnými pojmenováními, představovaly pro něj řešení určitého problému, které je v rámci společenství, jehož se má stát členem, již známo. Vstřebání těchto příkladů je součástí procesu socializace do tohoto společenství, během kterého se Honzík zároveň dovídá něco o světě, který jeho členové obývají. Malý Honzík samozřejmě není žádný vědec a to, co se naučil, je od vědy rovněž poněkud vzdáleno. Možná se ale vědcem jednou stane, a v takovém případě bude techniku, kterou uplatnil na své procházce, opět používat. To se nejzřetelněji ukáže tehdy, stane-

-li se z něj taxonom. Herbáře, bez nichž nemůže pracovat žádný botanik, jsou zásobárnami profesionálních vzorových příkladů a jejich historie je koextenzivní s historií oboru, jehož potřebám slouží. Táž technika, byť v ne tak čisté podobě, hraje ovšem zásadní roli také v abstraktnějších vědeckých oborech. Již jsem uvedl, že k ovládnutí newtonovské fyziky je nezbytně potřeba osvojit si řešení takových problémů, jako je nakloněná rovina nebo kuželové kyvadlo. Pouze po vstřebání určitého počtu takových problémů a jejich řešení je student či profesionál schopen sám rozpoznávat další newtonovské problémy. Toto vstřebávání příkladů je nadto jednou z věcí, které mu umožňují izolovat síly, hmotnosti a omezení v rámci nového problému a zvolit vhodnou formu symbolického zobecnění pro jeho řešení. Příklad s malým Honzíkem by měl navzdory své krajní jednoduchosti naznačovat, proč trvám na tom, že sdílené příklady plní zcela zásadní kognitivní funkci, která předchází stanovení kritérií, vzhledem k nimž jsou tyto příklady vzorové.

Svůj argument nyní uzavřu návratem ke klíčové otázce, o níž byla řeč výše v souvislosti se symbolickými zobecněními. Pakliže připustíme, že vědci skutečně získávají a uchovávají vědění v podobě sdílených příkladů, potřebuje se filosof vůbec zajímat o tento proces? Nemohl by tyto příklady namísto toho podrobit zkoumání a odvodit z nich korespondenční pravidla, která by dohromady s formálními složkami teorie učinila ony příklady nadbytečnými? Na tuto otázku jsem již nabídl následující odpověď. Filosofovi nic nebrání v tom, aby příklady nahradil pravidly, a v zásadě může očekávat, že se mu to podaří. Tímto úkonem ovšem pozmění povahu vědění sdíleného v rámci společenství, od kterého své příklady načerpal. Ve skutečnosti totiž neprovede nic jiného, než že jeden způsob zpracování dat nahradí způsobem jiným. Pokud nebude mimořádně opatrný, bude to mít za následek oslabení poznávací schopnosti daného společenství. I v případě zvýšené opatrnosti takto ale v každém případě pozmění povahu budoucích reakcí příslušného společenství na některé experimentální stimuly.

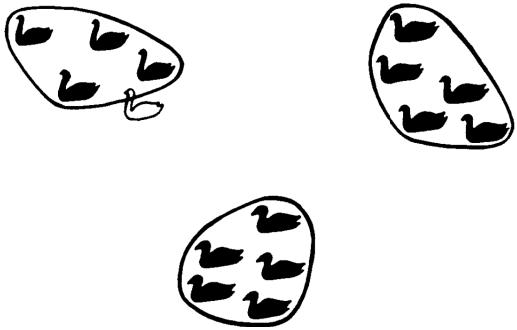
Honzíkův výcvik, byť se nejedná o výcvik vědecký, poskytuje nové důkazy ve prospěch těchto tvrzení. Rozpoznávat labutě, husy a kachny prostřednictvím korespondenčních pravidel namísto vnímaných podobností je jako ohraničit jednotlivé skupiny z obrázku 2 uzavřenými a vzájemně se neprotínajícími křivkami. Výsledkem je jednoduchý Vennův diagram zobrazující tři vzájemně se nepřekrývající množiny. Všechny labutě se nacházejí v jedné, všechny husy v druhé atd. Kudy přesně ale mají být jednotlivé křivky vedeny? Možností je nekonečně mnoho. Jedna z nich je znázorněna na obrázku 3, kde jsou hranice každé skupiny vedeny v její těsné blízkosti.

S takto stanovenými hranicemi je nyní Honzík schopen říci, jaká jsou kritéria pro příslušnost ke skupině labutí, hus nebo kachen. Na druhou stranu ale pro něj může představovat problém hned další vodní pták, se kterým se setká. Nevyplněný obrys v diagramu zjevně představuje labuť podle kritéria vnímané vzdálenosti, ale není ani labutí, husou, ani kachnou podle nově zavedených korespondenčních pravidel skupinové příslušnosti.

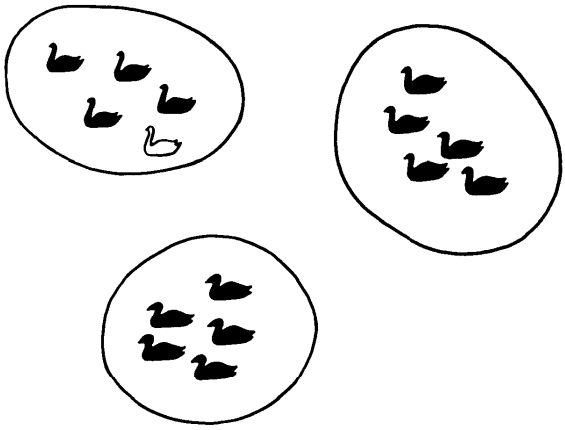
Hranice by tedy neměly být vedeny příliš blízko k okrajům jednotlivých skupin vzorových příkladů. Přejděme proto k opačnému extrému, obrázku 4, kde jsou hranice nakresleny tak, aby obsáhly co největší relevantní část Honzíkova percepčního prostoru. Zvolíme-li tuto možnost, pak žádný pták, který se bude vyskytovat v blízkosti některé z existujících skupin, nebude představovat problém. Odstraněním jedné potíže jsme však vytvořili potíž jinou. Honzík býval obeznámen s tím, že neexistují žádné „husolabutě". Nový způsob rekonstrukce jeho vědění jej však zbavuje této znalosti. Namísto ní mu poskytuje něco, co s krajní pravděpodobností nebude potřebovat, totiž pojmenování pro ptačí data, která se nacházejí hluboko v prázdném prostoru mezi labutěmi a husami. Znalost, o kterou byl Honzík připraven, můžeme pomyslně nahradit tak, že rozšíříme jeho kognitivní aparát o funkce, které budou vyjadřovat pravděpodobnost výskytu labutí, hus a kachen na různých místech v příslušných ohraničených prostorech. Tyto funkce již ale byly zajišťovány původním kritériem podobnosti. V praxi bychom se tak pouze navrátili zpět k mechanismu zpracování dat, který jsme chtěli nahradit.

Ani jeden z obou způsobů vedení hranic jednotlivých tříd tedy zjevně není zcela vyhovující. Kompromis naznačený na obrázku 5 oproti nim představuje znatelné vylepšení. Na jeho základě bude jakýkoli pták vyskytující se v blízkosti některé z existujících skupin náležet právě mezi členy oné skupiny. Ptáci, kteří se budou nacházet ve stejné vzdálenosti od všech skupin, budou beze jména, ale potenciální výskyt takových dat je značně nepravděpodobný. Takto vedené hranice jednotlivých tříd by měly malému Honzíkovi po určitou dobu spolehlivě sloužit. Nahrazení původních kritérií podobnosti těmito hranicemi s sebou ovšem nenese žádné výhody, ale naopak skýtá určitou nevýhodu. K tomu, aby si tyto hranice trvale uchovaly svoji použitelnost, bude pravděpodobně potřeba pozměnit jejich polohu při každém Honzíkově setkání s nějakou další labutí.

Obrázek 6 znázorňuje, co mám na mysli. Malý Honzík narazil na další labuť. Ta se v jeho percepčním prostoru nachází tam, kde by měla, tedy zcela uvnitř starých hranic skupiny labutí. Její rozpoznání pro něj nepředstavovalo žádný problém. Ten ale může nastat příště, pokud nebudou nakresleny nové hranice (na obrázku jsou znázorněny přerušovanou čarou)



Obrázek 3



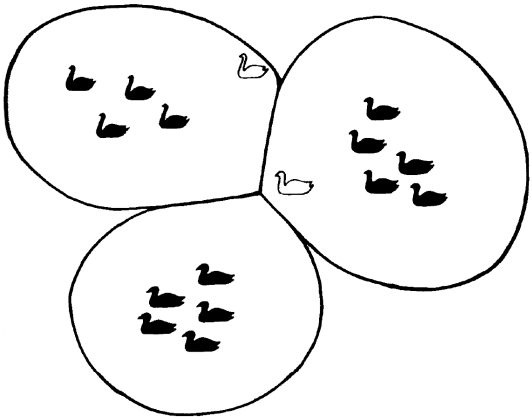
Obrázek 4

odpovídající změnám, které se udály v labutí skupině. Bez patřičného rozšíření hranic této skupiny se může stát, že hned další pták, přestože by byl snadno identifikován jako labuť podle kritérií podobnosti, se ocitne vně starých hranic anebo někde na nich. Bez současného zúžení hranic kachní skupiny by se potom prázdný prostor mezi jednotlivými ohraničenými skupinami, ohledně jehož zachovatelnosti byl malý Honzík ubezpečen svými zkušenějšími kolegy, stal příliš malým. Je-li tomu tak, tj. vyžaduje-li každá nová zkušenost určité úpravy hranic příslušných skupin, pak se lze ptát, zda se Honzík zachoval moudře, když dovolil filosofům, aby pro něj tyto hranice nakreslili. Primitivní kritéria podobnosti, jež si osvojil dříve, by bez problémů vyřešila všechny tyto případy a nebylo by potřeba žádných průběžných úprav. Ačkoli jsem si docela jist, že ke změnám ve významu nebo v rozsahu užití slov dochází, pouze myšlenka, že význam nebo použitelnost závisí na předurčených hranicích, by nás mohla přimět k tomu, abychom zde začali používat takové výrazové prostředky.[21]

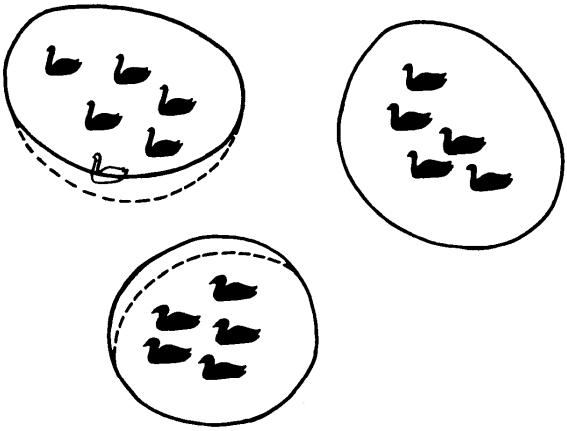
Netvrdím, a to bych rád zdůraznil, že nikdy neexistují dobré důvody pro kreslení hranic nebo pro přijetí korespondenčních pravidel. Kdyby byl malý Honzík postaven před souvislou řadu ptáků, která by v jeho percepčním prostoru vyplňovala celé prázdné pole mezi skupinami labutí a hus, byl by nucen vyřešit výsledný zmatek vytyčením hranice, jež by rozdělovala toto kontinuum „husolabutí" na labutě a husy podle příslušných definicí. Anebo pokud by existovaly nezávislé důvody pro domněnku, že spolehlivým kritériem pro rozpoznávání vodních ptáků je jejich zbarvení, Honzík by se mohl moudře přiklonit k zobecnění „všechny labutě jsou bílé".[22] Taková strategie by mohla ušetřit mnoho cenného času potřebného ke zpracování dat. V každém případě by uvedené zobecnění poskytovalo vstupní bod pro aplikaci logiky. Nezřídka se tedy vyskytují vhodné příležitosti pro příklon

[21] Z téhož důvodu bychom se zde správně měli zdržet frází jako „vágnost významu" nebo „otevřená textura pojmů". Obě implikují určitou nedokonalost, nedostatek něčeho, co může být obstaráno později. Toto vědomí nedokonalosti je ovšem toliko důsledkem standardu vyžadujícího naší obeznámenost s nutnými a postačujícími podmínkami aplikovatelnosti slov nebo frází ve světě veškerých možných dat. Ve světě, v němž se některá data nikdy neobjevují, je takové kritérium nadbytečné.

[22] Všimněme si, že Honzíkův příklon k zobecnění „všechny labutě jsou bílé" může být příklonem buďto k určitému zákonu o labutích, nebo k (částečné) definici labutí. Toto zobecnění pro něj tedy může být jak analytické, tak syntetické. Jak bylo naznačeno výše v poznámce č. 14, tento rozdíl se může ukázat jako důležitý, zejména pokud se Honzík příště setká s vodním ptákem černé barvy, který se však ve všech ostatních ohledech bude podobat labuti. Zákony přímo odvozené z pozorování lze průběžně opravovat, zatímco v případě definicí to obyčejně není možné.



Obrázek 5



Obrázek 6

k dobře známé strategii spočívající na hranicích a pravidlech. Nejedná se ale o jedinou možnou strategii pro zpracování stimulů nebo dat. Existuje alternativní strategie založená na tom, co jsem označil jako naučené vnímání podobnosti, a pozorování – ať už jazykového učení, vědeckého výcviku nebo vědecké praxe – nasvědčuje tomu, že je tato strategie vskutku rozsáhle používána. Její opomíjení v epistemologickém diskursu by tak mohlo velice uškodit našim vědomostem ohledně povahy vědění.

Vraťme se v posledku zpět k termínu „paradigma". Do *Struktury vědeckých revolucí* se tento pojem dostal proto, že když jsem – jakožto historik a autor knihy – prováděl průzkum mezi členy vědeckého společenství, nedařilo se mi nalézt dostatek sdílených pravidel, která by vysvětlovala bezproblémovost, s níž ono společenství vykonávalo svůj výzkum. Dospěl jsem k přesvědčení, že tyto nedostatky v pravidlech by mohly být nahrazeny vzájemně sdílenými příklady úspěšné praxe. Tyto příklady byly paradigmaty daného společenství, a jako takové měly zásadní význam pro trvalé pokračování jeho výzkumné činnosti. Naneštěstí jsem zašel až příliš daleko a zahrnul jsem pod tento pojem i veškeré sdílené závazky, veškeré složky toho, čemu chci nyní říkat disciplinární matice. Nevyhnutelným výsledkem byl zmatek, který zatemnil původní důvody, jež mne k zavedení speciálního termínu „paradigma" vedly. Tyto důvody ovšem stále platí. Sdílené příklady mohou plnit kognitivní funkci, jež je běžně připisována sdíleným pravidlům. Když je tato funkce sdíleným příkladům přiznána, vývoj vědění probíhá odlišným způsobem, než když je řízen pravidly. V tomto článku jsem se především snažil izolovat, objasnit a vysvětlit tyto klíčové body. Jestliže se mi to podařilo, budeme se moci docela dobře obejít bez termínu „paradigma", avšak nikoli bez konceptu, který mne přiměl k jeho zavedení.