

05 0019

UNIVERZITA KARLOVA v Praze
Fakulta humanitních studií
U Kříže 8, 158 00 Praha 5
Tel.: 251 080 212, fax: 251 620 611
IČO: 00216208, DIČ: CZ00216208
-6-

T. S. KUHN
*Struktura vědeckých
revolucí*

PRAHA
1997

OBSAH

Předmluva	7
I. ÚVOD: ROLE DĚJIN	15
II. CESTA K NORMÁLNÍ VĚDĚ	23
III. POVAHA NORMÁLNÍ VĚDY	35
IV. NORMÁLNÍ VĚDA JAKO ŘEŠENÍ HÁDANEK	46
V. PRIORITA PARADIGMAT	54
VI. ANOMÁLIE A VZNIK VĚDECKÝCH OBJEVŮ	62
VII. KRIZE A VZNIK VĚDECKÝCH TEORIÍ	75
VIII. ODPOVĚĎ NA KRIZI	85
IX. POVAHA A NEZBYTNOST VĚDECKÝCH REVOLUCÍ	98
X. REVOLUCE JAKO ZMĚNY POHLEDU NA SVĚT	115
XI. NEVIDITELNOST REVOLUCÍ	137
XII. VYÚSTĚNÍ REVOLUCÍ	144
XIII. REVOLUCE JAKO ZDROJ POKROKU	159
DODATEK Z ROKU 1969	173
1. Paradigmata a struktura společenství	175
2. Paradigmata jako konstelace víry skupin	180
3. Paradigmata jako sdílené vzorové příklady	185
4. Tiché poznání a intuice	189
5. Vzorové příklady, nesouměřitelnost a revoluce	195
6. Revoluce a relativismus	201
7. Povaha vědy	203

OIKOYMENH
Edice Oikúmené
Hennerova 223
150 00 PRAHA 5

*Vydání se uskutečňuje díky podpoře
Open Society Fund Praha*

Copyright © 1962, 1970, 1996 by The University of Chicago
Translation © Tomáš Jeníček, 1997
© OIKOYMENH, 1997
ISBN 80-86005-54-2

PŘEDMLUVA

Následující esej je prvním plně zveřejněným záznamem o projektu, o němž jsem původně uvažoval před téměř patnácti lety. V té době jsem byl absolventem teoretické fyziky a ukončení mé disertace bylo na dohled. Šťastnou náhodou jsem se zapojil do experimentální přednášky o fyzice pro nevědecké publikum a poprvé jsem se setkal s historií vědy. K mému velkému překvapení toto setkání se starými vědeckými teoriemi a vědeckou praxí radikálně podkopalo některé mé základní představy o povaze vědy a o důvodech její mimořádné úspěšnosti.

Tyto mé představy byly odvozeny částečně z vědeckého výcviku samotného a částečně z mého dlouhodobého zájmu o filosofii vědy. Avšak vzdor vší své užitečnosti pro pedagogiku a přes svou abstraktní oprávněnost neodpovídaly tyto názory skutečnosti, která studiem historie vyšla najevo. Až dosud byly a i nadále jsou tyto názory základem mnoha diskusí o vědě, a proto jejich chybnost či zdánlivá pravděpodobnost si zasluhují pozornosti. Výsledkem byl drastický posun v plánu mé kariéry, posun od fyziky k historii vědy a pak postupně od poměrně jednoduchých historických problémů zpět k filosofickým záležitostem, které mne původně dovedly k historii. Až na několik málo článků tento esej první z mých zveřejněných prací, ve které tyto problémy převládají. Částečně je to také pokus vysvětlit sobě i přátelům, jak došlo k tomu, že jsem byl přetažen od vědy samotné k historii vědy.

První příležitost k tomu, abych hlouběji sledoval některé z idejí, které budou uvedeny dále, mi poskytlo tříleté stipendium Junior Fellow od Society of Fellows of Harvard University. Bez tohoto období svobody by přechod na nové pole studia byl daleko obtížnější a možná, že by se byl ani nezdařil. Část svého času jsem tehdy věnoval historii vědy jako takové. Zvláště jsem pak pokračoval ve studiu spisů Alexandra Koyré a poprvé jsem se také setkal se spisy Emile Meyersona, Helene Metzger a Annelise

Maier.¹ Tato skupina mi - mnohem jasněji než jiní učenci - ukázala, co vlastně znamenalo vědecky myslet v době, kdy se kánon vědeckého myšlení velmi odlišoval od dnes běžného vědeckého kánonu. I když jsem postupně v čím dál větší míře zkoumal i některé jejich speciální historické interpretace, přece byla jejich díla, spolu s knihou A. O. Lovejoye *Great Chain of Being*, ve srovnání s primárními prameny pouze druhořadým zdrojem při utváření představy o historii vědeckých idejí. Mnoho času jsem v té době strávil průzkumem oblastí, které nesouvisely zjevně s historií vědy, ale jejich výzkum odkrýval problémy podobné těm, na něž se při studiu historie obrátila má pozornost. Poznámka pod čarou, na kterou jsem náhodou narazil, mne dovedla k experimentům, jimiž Jean Piaget objasnil různost světů dítěte i proces přechodu mezi těmito světy.² Na popud jednoho z kolegů jsem si přečetl články o psychologii vnímání, zvláště články o *Gestaltpsychologie*, jiný kolega mne uvedl do úvah B. L. Whorfa o vlivu jazyka na vidění světa a W. V. O. Quine pro mne otevřel filosofický hlavolam analytických a syntetických vět.³ Právě tento druh náhodných výzkumů mi umožnila Society of Fellows a jenom díky nim jsem se mohl setkat s téměř neznámou monografií Ludwika Flecka *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache* (Basilej 1935), s esejem, který předjímal mnohé z mých vlastních myšlenek. Na základě Fleckovy práce a poznámek jiného člena Junior Fellow, Francise X. Suttona, jsem si uvědomil, že je třeba tyto myšlenky zřejmě zasadit do rámce sociologie vědeckého společenství. I když čtenář najde v dalším jen několik málo odkazů na

¹ Velký vliv na mne měly zejména tyto práce: A. Koyrè, *Etudes Galiléens*, 3 sv., Paris 1939; E. Meyerson, *Identity and Reality*, přel. K. Loewenberg, New York 1930; H. Metzger, *Les doctrines chimiques en France du debut du XVII^e à la fin du XVIII^e siècle*, Paris 1923 a *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique*, Paris 1930; A. Maier, *Die Vorläufer Galileis im 14. Jahrhundert. Studien zur Naturphilosophie der Spätscholastik*, Roma 1949.

² Mimořádně důležité pro mne byly dvě skupiny Piagetových výzkumů, které obsahovaly odkazy na pojmy a procesy, jež rovněž vyplývaly z dějin vědy: *The Child's Conception of Causality*, přel. M. Gabain, London 1930 a *Les notions de mouvement et de vitesse chez l'enfant*, Paris 1946.

³ Whorfovy články již uveřejnil J. B. Carroll pod názvem *Language, Thought, and Reality - Selected Writings of Benjamin Lee Whorf*, New York 1956. Quine své názory zveřejnil v práci *Two Dogmas of Empiricism* a později v textu *From a Logical Point of View*, Cambridge (Mass.) 1953, str. 20-46.

PŘEDMLUVA

tato díla nebo na osobní rozhovory, jsem jim zavázán mnohem více, než si mohu nyní zpětně připomenout nebo ocenit.

Pozvání k přednášce na Lowell Institute v Bostonu během posledního roku mého stipendia mi poskytlo první příležitost vyzkoušet mou dosud se vyvíjející představu o vědě. Výsledkem byla řada osmi veřejných přednášek, proslovených o „Výpravě za vědeckou teorií“ během března 1951. Příštího roku jsem již začal vyučovat samotnou historii vědy a po téměř jedno desetiletí mi problémy výuky v oblasti, kterou jsem nikdy systematicky nestudoval, nechaly jen velmi málo času pro výraznější členění myšlenek, jež mne na toto pole přivedly. Naštěstí však byly tyto myšlenky většinou zdrojem mé vnitřní orientace a struktur problémů pro některé mé další přednášky. Proto patří dík mým studentům také za neocenitelné lekce, pokud šlo o životaschopnost mých názorů i o techniku přiměřenou tomu, aby bylo možno o těchto názorech komunikovat. Stejně problémy a stejná orientace spojují vzájemně také převážně historické a na první pohled různorodé studie, které jsem zveřejnil po ukončení svého stipendia. Některé z nich se zabývají integrující rolí té či oné metafysiky ve tvořivém vědeckém výzkumu. Jiné studie zkoumají způsob, jímž lidé, kteří se angažují v nějaké starší teorii, akumulují a přizpůsobují experimentální základnu teorie nové. Zmíněné studie postupně popisují typ vývoje, který jsem dále nazval „zrod“ nové teorie nebo objevů. Některé z nich jsou však zavádějící.

Poslední stadium vývoje této monografie nastalo, když jsem byl pozván, abych strávil roky 1958-1959 v Centre for Advanced Studies in the Behavioral Science. Znovu jsem se mohl nerušené soustředit na problémy, o nichž budu pojednávat níže. Navíc jsem strávil rok ve společenství složeném převážně z vědců společenských oborů, kteří mne postavili před problém, jenž jsem dosud nepředjímal, totiž problém rozdílu mezi společenstvím tohoto typu a společenstvím přírodovědců, v němž se mi dostalo vědeckého výcviku. Především mne zarazila míra vzájemného nesouhlasu mezi badateli ve společenských vědách, pokud šlo o legitimitu vědeckých problémů a metod. Okruh mých známých i historie ve mně vzbudily pochybnost, zda lidé, kteří provozují přírodovědu, mají na takové otázky spolehlivější nebo stálejší odpovědi než jejich kolegové ze společenských věd. Astronomická, fyzikální, chemická nebo biologická praxe zpravidla nevyvolávají spory o základní předpoklady,

teré se dnes připisují psychologům nebo sociologům. Snaha o odhalení zdroje tohoto rozdílu mne přivedla k poznání role, kterou ve vědeckém výzkumu hraje něco, co od té doby nazývám „paradigmatem“. Za paradigma považují obecně uznávané vědecké výsledky, které v dané chvíli představují pro společenství odborníků model problémů a model jejich řešení. Jakmile jednou tento kousek hlavolamu zapadl na své místo, velmi rychle se vynořil i hrubý náčrt tohoto eseje.

Není zde třeba líčit další historii tohoto eseje, ale je nutno říci několik slov o formě, kterou si esej přes různá přepracování zachoval. Před tím než byla dokončena a rozsáhle revidována první verze, předsevzal jsem si, že musí vyjít výlučně jako jeden ze svazků *Encyclopaedia of Unified Science*. Vydavatelé tohoto průkopnického díla si můj esej nejprve vyžádali a po mém příslibu s mimořádným taktem a trpělivostí čekali na výsledek. Jsem jim velmi zavázán, zvláště pak Charlesi Morrisovi, který mne podstatným způsobem povzbuzoval a který mi se vznikajícím rukopisem radil. Omezený prostor *Encyklopedie* však způsobuje, že mé názory jsou nutně podány v mimořádně zhuštěné a schematické formě. I když další události poněkud zmírnily tato omezení a umožnily souběžné nezávislé zveřejnění, zůstává tato práce spíše esejem než plnohodnotnou knihou, jakou by si mé téma koneckonců žádalo.

Protože mým základním cílem je zasadit se o změnu ve vnímání a hodnocení všeobecně známých fakt, nemusí být schematická povaha tohoto prvního předvedení díla nutně nedostatkem. Naopak, čtenáři, jež jejich vlastní bádání připravilo na ten druh změny orientace, který zde zastávám, mohou považovat formu tohoto eseje za podnětější a snáze stravitelnou. Tato forma má však i své nevýhody, což dokládá též faktum, že na samém počátku eseje uvádím způsoby, jimiž by jej bylo možno rozvést do šíře i hloubky. K dispozici je mnohem více historických důkazů, než kolik jich užívám. Navíc tyto důkazy pocházejí z historie biologie a fyziky. Mé rozhodnutí věnovat se zde výlučně fyzice bylo učiněno částečně se záměrem zvýšit souvislost tohoto eseje, částečně na základě mé minulé kvalifikace. Pohled na vědu, který zde rozvíjím, také naznačuje možný přínos mnoha nových druhů historického i společenskovedního výzkumu. Například způsob, jímž anomálie nebo nevyplněná očekávání přitahují zvýšenou pozornost vědeckého společenství, si žádá podrobnějšího studia, stejně jako nástup krizí,

PŘEDMLUVA

který může být vyvoláván opakovaným selháním pokusu přizpůsobit anomálii, aby byla normalitou. Mám-li také pravdu v tom, že každá vědecká revoluce proměňuje "historickou perspektivu společnosti, které tuto revoluci zakouší, pak by tato změna perspektivy měla určit strukturu učebnic a vědeckých publikací porevoluční doby. Jeden z těchto jevů - posun v rozdělení technické literatury uváděné pod čarou ve výzkumných zprávách - by bylo třeba studovat jako možný poukaz na výskyt revoluce.

Požadavek drastického zhuštění textu mne také přinutil ponechat stranou rozbor většího počtu rozmanitých problémů. Například mé rozlišení mezi před- a post-paradigmatickým obdobím vývoje vědy je příliš schematické. Každá ze škol, jejichž vzájemné soutěžení charakterizuje předparadigmatické období, je vedena něčím více než pouhým paradigmatickým; existují, myslím, - i když vzácně - okolnosti, za nichž mohou v postparadigmatickém období společně a v míru existovat dvě paradigmatata. Pouhé vlastnictví paradigmatu zdaleka není dostatečným kritériem vývojového přechodu pojednaného ve II. oddílu. Mnohem důležitější je, že - až na výjimečné příležitostné poznámky - jsem ni neřekl o rolích, které hrají technologický pokrok nebo vnější společenské, hospodářské a duchovní podmínky ve vývoji věd. Stačí si vzpomenout pouze na Koperníka nebo dějiny kalendáře, aby bylo zřejmé, že vnější podmínky mohou pomoci přeměnit pouhou anomálii ve zdroj akutní krize. Tentýž příklad může posloužit pro dokreslení způsobu, jímž mohou vnější podmínky věd ovlivnit obor možností, které se naskýtají člověku snažícímu se ukončit krizi prosazením té či jiné revoluční reformy.⁴ Nemyslím, že by podobné úvahy o těchto účincích nějak pozměnily hlavní tvrzení, které v tomto eseji rozvíjím, ale jistě by chápání

⁴ Tyto faktory jsou uvedeny v práci: T. S. Kuhn, *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought*, Cambridge (Mass.) 1957, str. 122-132, 270-271. Další vlivy vnějších intelektuálních a ekonomických podmínek na vědecký vývoj jsou uvedeny v mých člancích *Conservation of Energy as an Example of Simultaneous Discovery*, *Critical Problems in the History of Science*, M. Clagett (vyd.), Madison (Wis.) 1959, str. 321-356; *Engineering Precedent for the Work of Sadi Carnot*, in: *Archives internationales d'histoire des sciences*, XVIII, 1960, str. 247-251 a *Sadi Carnot and the Cagnard Engine*, in: *Isis*, LII, 1961, str. 567-574. Z hlediska problémů, které jsem analyzoval v tomto pojednání, pokládám roli vnějších faktorů za méně důležitou.

vědeckého pokroku rozšířily o analytický rozměr, který má prvořadou důležitost.

A nakonec snad to nejdůležitější: omezení prostoru eseje drastickým způsobem ovlivnilo pojednání o filosofických důsledcích historicky orientovaného pohledu na vědu, který je zde podán. Stručně řečeno, takové důsledky existují a já jsem se snažil nejdůležitější z nich ukázat a dokumentovat. Přitom jsem však musel upustit od podrobnějšího rozboru různých stanovisek současných filosofů k odpovídajícím problémům. Vyjadřuji-li někde svou skepsi, pak mířím častěji k nějakému filosofickému stanovisku než k plně rozvinutému filosofickému tvrzení. Výsledkem toho je, že některým z těch, kteří pracují na základě nějakého rozvinutého stanoviska a toto stanovisko znají, se může zdát, že se s nimi mímím. Myslím, že se mylí, ale tento esej není určen k tomu, aby je přesvědčil. Taková snaha by vyžadovala knihu mnohem rozsáhlejší a zcela jiného druhu.

Životopisné útržky, jimiž tento úvod začíná, mají vyjádřit uznání mého dluhu vůči stipendiím a institucím, které pomohly dát mým myšlenkám formu. Zbytku tohoto dluhu bych se chtěl zhostit citáty na následujících stránkách. Nic z toho, co bylo či bude řečeno, však nemůže více než pouze v narážce zmínit mnohé osobnosti, jejichž podněty a kritiky jednou podpořily a jindy nasměrovaly můj intelektuální vývoj. Uplynulo mnoho času od chvíle, kdy myšlenky tohoto eseje začaly získávat tvar; seznam těch, kteří by právem našli na stránkách tohoto eseje známky svého vlastního vlivu, by byl téměř stejného rozsahu jako seznam mých přátel a známých. Za těchto okolností se musím omezit na několik málo vlivů, jež ani má nespolehlivá paměť nikdy zcela nepotlačí.

Byl to James B. Conant, prezident Harvard University, kdo mne poprvé uvedl do historie vědy, a tím podnítil přeměnu mého pojetí povahy vědeckého pokroku. Od chvíle, kdy tento proces započal, byl velkorysý ve svých myšlenkách, svých kritikách a ve svém čase - včetně času potřebného k přečtení náčrtu mého rukopisu a k navržení důležitých změn. Leonard K. Nash, s nímž jsem po dobu pěti let společně učil v kursech zaměřených na historii - které započal dr. Conant - mně byl více než aktivním spolupracovníkem v letech, kdy se poprvé začaly mé myšlenky utvářet, a v dalších stadiích jejich vývoje mně velmi chyběl. Naštěstí však po mém odchodu z Cambridge zaujal místo tvořivě souznějícího spolupracovníka můj berkeleyký kolega Stanley Cavell. Setrvalým zdrojem

PŘEDMLUVA

podnětů a sebedůvěry bylo pro mne také to, že Cavell, filosof zabývající se etikou a estetikou, dospěl k závěrům téměř shodným s mými. Navíc byl jediným člověkem, který byl vždy schopen sledovat mé myšlenky vyjádřené v neúplných větách. Tento způsob komunikace svědčil o porozumění, které mu dávalo schopnost ukázat mi cestu okolo některých větších překážek, s nimiž jsem se při přípravě svého prvního rukopisu setkal.

Poté, co byla načrtnuta první verze, pomáhalo mně s jejím přeformulováním mnoho dalších přátel. Snad mi prominou, že budu jmenovat pouze ty, jejichž příspěvek sahal nejdále a byl rozhodující: Paul K. Feyerabend z Berkeley, Ernest Nagel z Columbie, H. Pierre Noyes z Lawrence Radiation Laboratory a můj student, John L. Heilbron, který se mnou často úzce spolupracoval během přípravy konečné verze do tisku. Všechny jejich výhrady a podněty jsem považoval za mimořádně užitečné, ale nemám důvod věřit (a mám důvod pochybovat), že by jedni či druzí souhlasili bez výhrad s výsledným rukopisem.

Můj vděk rodičům, mé ženě a dětem musí být poněkud jiného druhu. Způsobem, který pravděpodobně jen těžko rozeznám, přispěl také každý z nich nějakou intelektuální přísadou do mého díla. Ale - a to různou měrou - udělali také něco mnohem důležitějšího. Totiž to, že mou práci schvalovali a podporovali mne v mém zánícení. Každý, kdo se potýkal s podobným projektem, ví, co je to tehdy stálo. Nevím, jak bych jim poděkoval.

*T.S.K. Berkeley,
Kalifornie*

I

ÚVOD: ROLE DĚJIN

Dějiny, nebudeme-li je chápat jako pouhé skladiště biografí nebo chronologií, mohou způsobit rozhodující proměnu obrazu, který o vědě dnes máme. Tento obraz vědy byl v minulosti vytvářen samotnými vědci, převážně na základě studia minulých úspěšných vědeckých výsledků zaznamenaných v dílech klasiků a v poslední době i v učebnicích, z nichž se nová vědecká generace učí svému řemeslu. Cílem takové knihy jistě je přesvědčit a působit výchovně. Pojem vědy získaný na základě takové knihy se podobá fenoménu, který dal knize vzniknout, asi stejně, jako se skutečnosti podobá představa o nějaké národní kultuře, získaná z turistické brožury nebo jazykové učebnice. Tento esej se pokouší ukázat, že jsme takovými knihami byli podstatným způsobem svedeni z cesty. Cílem je zde načrtnout zcela odlišný pojem vědy, než jaký vystupuje z historických záznamů výzkumných činností.

Avšak přes svou historičnost by nový pojem vědy nebyl pokrokem, pokud by i nadále vyhledával a hodnotil historické údaje hlavně tak, aby odpovídaly otázkám plynoucím z nehistorického stereotypu získaného z vědeckých textů. Tyto texty se například často zdají naznačovat, že obsah vědy dokládají jedině pozorování, zákony a teorie popsané na jejich stránkách. Je téměř pravidlem, že tyto knihy jsou chápány tak, jakoby říkaly, že vědecké metody jsou, spolu s logickými operacemi, jichž bylo použito při vzájemném propojení údajů do učebnicového, teoretického zobecnění, pouze ty, které jsou názorně ukázány pomocí manipulativních technik použitých při shromažďování učebnicových údajů. Výsledkem je pojem vědy, který má hluboké důsledky na její povahu a vývoj.

Je-li věda strukturou fakt, teorií a metod shromážděných v momentálně platných textech, pak vědci jsou lidé, kteří se, úspěšně či neúspěšně, snaží tím či oním dílem přispět k této zvláštní struktuře. Vědecký vývoj se stal procesem, při kterém jsou tyto položky kousky po kousku přidávány, buď samotné, nebo ve vzájemné kombinaci, k neustále narůstající zásobě, na níž stojí vědecká technika a vě-

decké poznání. Historie vědy se stala disciplínou, která tyto postupné přírůstky a obtíže vyvolané jejich nahromaděním zaznamenává. Pokud jde o vědecký vývoj, zdá se, že historikové mají dva základní úkoly. Na jedné straně musí určit, který člověk odhalil či vymyslel nějaké vědecké faktum, zákon či vědeckou teorii a v kterém časovém okamžiku se tak stalo. Na druhé straně musí historik popsat a vysvětlit nahromadění omylů, mýtů a pověr, které bylo vyvoláno rychlým nahromaděním prvků, jež zakládají moderní vědecké texty. Tímto směrem mířilo a dosud míří mnohé vědecké bádání.

V nedávné minulosti však někteří historici vědy zjistili, zeje stále těžší a těžší dostát úkolům, které pro ně plynou z pojetí vědy založeného na vývoji pomocí akumulace. Jako kronikáři tohoto procesu přibývání přírůstků zjišťovali, že další bádání neulehčuje, nýbrž ztěžuje odpověď na otázku jako: Kdy byl objeven kyslík? Kdo první uvažoval o zákonu zachování energie? Postupně někteří historikové pojali podezření, že je to prostě špatný druh otázek, že je třeba si položit otázky jiné. Možná, že věda se nevyvíjí díky hromadění jednotlivých objevů a nápadů. Tito historikové museli čelit nesnázím, které vyvstávaly při snaze o odlišení „vědeckých“ složek pozorování a vědecké víry od toho, co jejich předchůdci pohotově označili za „omyly“ a „pověry“. Čím pečlivěji studovali řekněme aristotelskou dynamiku, flogistonovou chemii nebo kalorickou termodynamiku, tím zřetelněji cítili, že tyto kdysi obecně přijímané pohledy na přírodu nebyly vcelku o nic méně vědecké, nebo nebyly o nic více výplody lidské subjektivity než ty, které jsou pro nás dnes běžné. Chceme-li tyto staromódní víry nazývat mýty, pak mýty mohou vzniknout na základě stejných metod a mohou se udržovat na základě stejných důvodů, které dnes vedou k vědeckému poznání. Jestliže je však na druhé straně nazveme vědou, pak věda v minulosti zahrnovala i takové součásti a takové druhy víry, které jsou s dnešní vědou naprosto neslučitelné. Je-li historik postaven před tyto dvě možnosti, musí z nich volit onu druhou. Staromódní teorie nejsou v principu nevědecké jen proto, že byly odloženy stranou. Zvolená alternativa však ztěžuje schopnost vidět ve vědeckém vývoji nějaký proces postupného narůstání. Historické zkoumání, které působí nesnáze s izolováním jednotlivých nápadů a objevů, poskytuje zároveň důvod k hlubokým pochybnostem o kumulativním procesu, v němž by se tyto jednotlivé příspěvky k vědě vzájemně propojovaly.

Výsledkem všech těchto pochyb a neshod je historiografická revoluce ve studiu vědy, revoluce, která je však dosud ve své rané fázi. Postupně, a často aniž by si to uvědomovali, si historikové vědy začali klást otázky nového druhu a začali sledovat jiné, často méně kumulativní vývojové linie vědy. Již nepátrali po trvalých příspěvcích starší vědy k jejím dnešním výsledkům, nýbrž pokoušeli se ukázat historickou ucelenost vědy v té které době. Neptali se například po vztahu mezi názorem Galileovým a názorem moderní vědy, ale po vztahu mezi jeho názorem a názorem jeho skupiny, tj. jeho vědeckých učitelů, současníků a bezprostředních následovníků. Historikové také stále studovali zkušenosti (obvykle velmi odlišné od zkušeností moderní vědy) této skupiny nebo podobných skupin z takového hlediska, které by těmto zkušenostem dodalo co možná nejvyšší vnitřní souvislost a co nejbližší souhlas s přírodou. Z prací, které byly výsledkem tohoto postupu a jejichž snad nejlepším příkladem mohou být spisy Alexandra Koyrého, je zřejmé, že věda se už nezdá být tímto podnikem, o jakém pojednávali spisovatelé starší historiografické tradice. Důsledky těchto historických studií přinejmenším naznačily možnost nové představy o vědě. Cílem tohoto eseje je načrtnout obrysy takové představy, a to tak, že některé důsledky nové historiografie výslovně vyjádří.

Jaká stránka vědy se během tohoto úsilí ukázala být důležitá? Jako první v pořadí vystupuje nedostatečnost metodologických pokynů, které by dovolily určit z mnoha druhů podstatných vědeckých problémů jediný závěr. Člověk, kterému by bylo nařízeno, aby zkoumal elektrické nebo chemické jevy, aniž by měl v této oblasti nějaké vědomosti, ale který by věděl, co znamená počínat si vědeckým způsobem, by mohl legitimním způsobem dojít k mnoha různým, navzájem neslučitelným závěrům. Tyto legitimní možnosti by byly pravděpodobně určeny jeho vlastní, individuální povahou, předchozí zkušeností v jiných oblastech a náhodami v jeho zkoumání. Které představy o hvězdách si například přenesl do studia chemie či elektřiny? Který z mnoha možných, a na tomto novém poli relevantních experimentů si zvolí jako první? Který aspekt v celém složitém souhrnu výsledných fenoménů se mu ukáže jako zvláště významný pro osvětlení povahy chemických změn nebo elektrické přitažlivosti? Pro jednotlivce, ale někdy i pro celou vědeckou společnost jsou odpovědi na podobné otázky podstatnými určujícími prvky vědeckého vývoje. Ve druhé kapitole například uvidíme, že

rané vývojové fáze mnohých věd se vyznačovaly tím, že během nich docházelo k nepřetržitému soutěžení mezi mnoha odlišnými pohledy na přírodu, z nichž každý částečně spočíval na příkazech určujících vědecký charakter pozorování a metody a každý byl s těmito příkazy zhruba v souladu. Tyto různé školy vzájemně neodlišovalo snad to či ono selhání metody - všechny byly „vědecké“ - nýbrž vzájemně nesouměřitelné způsoby pohledu na svět a provozování vědy v tomto světě. Pozorování a zkušenost mohou a musí drasticky omezit obor přípustných vědeckých přesvědčení, jinak by žádná věda neexistovala. Nemohou však určovat sám obsah těchto přesvědčení. Je zřejmé, že všechna přesvědčení, jež určité vědecké společnosti v daném čase zastává, obsahují i určitý formativní prvek libovolnosti, spočívající na osobních či historických nahodilostech.

Prvek libovolnosti však neznamená, že vědecká skupina může provozovat své řemeslo bez nějakého přijatého souboru přesvědčení. Ani nemá zmenšit závažnost oné zvláštní struktury, do níž je skupina v dané době zapojena. Efektivní výzkum zřídka kdy začíná dříve, než si vědecké společnosti začne myslet, že získalo pevné odpovědi na otázky jako: Jaké jsou základní entity, z nichž se skládá vesmír? Jakým způsobem interagují se smysly a jakým navzájem mezi sebou? Jaké otázky lze o takových entitách legitimně položit a jaké techniky lze legitimně použít při hledání řešení? Alespoň v přírodovědě jsou odpovědi na podobné otázky (nebo plnocenné náhrady za tyto odpovědi) pevně zakotveny ve vzdělávacích úvodcích, které studenty k profesionální činnosti připravují a posléze i opravňují. V této přísné a rigidní výchově se usiluje o to, aby vědci tyto odpovědi uchovávali hluboko ve svých myslích. To přispívá nejen k vlastní účinnosti normální výzkumné aktivity, ale i k určení směru, v němž se tyto aktivity v danou dobu odehrávají. V kapitolách III, IV, a V, při zkoumání normální vědy, budeme chtít popsat výzkum jako tvrdošíjnou a usilovnou snahu vtěsnat přírodu do pojmových škatulek, jež poskytuje odborná výchova. Současně se budeme ptát, zda by se výzkum nemohl odehrávat bez takových škatulek, ať už je prvek libovolnosti v jejich historickém původu a občas i v jejich následném vývoji jakýkoli.

Prvek libovolnosti, který nyní plně vyšel najevo, má důležitý vliv na vědecký vývoj. Tento vliv bude podrobně zkoumán v kapitolách VI, VII a VIII. Normální věda, činnost, kterou většina vědců nevy-

hnutelně tráví téměř všechn svůj čas, se vyznačuje předpokladem, že vědecké společenství ví, co je svět zač. Mnoho z úspěchu vědy plyne z ochoty společenství bránit tento předpoklad, a to - bude-li to nutné - i za značnou cenu. Normální věda například potlačuje důležité novinky proto, že nutně podvracejí to základní, čemu je věrna. Nicméně pokud si tyto závazky vědy podržují určitý prvek libovольnosti, pak samotná povaha normálního výzkumu zaručuje, že novinky nebudou potlačovány příliš dlouho. Vždyť i normální problém někdy odolává opakovaným útokům nejschopnějších členů skupiny, do jejíž kompetence spadá. Jindy nějaká část zařízení navržená a konstruovaná pro účely normálního výzkumu selže tak, že nepracuje předpokládaným způsobem, a tak odhaluje anomálii, kterou vzdor opakovanému úsilí nelze vřadit mezi to, co lze z odborného hlediska očekávat. Tímto a mnoha dalšími způsoby schází normální věda opakovaně z cesty, a když se tak stane - totiž když se celá skupina odborníků již nemůže vyhýbat anomáliím, které podvracejí existující tradici vědecké praxe -, pak započne mimořádný výzkum, jenž nakonec odborníky vede k nové řadě přesvědčení, k novému základu vědeckého provozu. Mimořádné události, v nichž dochází k tomuto posunu odborného přesvědčení, jsou v tomto eseji nazvány vědeckými revolucemi. Ty doplňují aktivitu normální vědy vázanou na tradici o prvek, který touto tradicí otfásá. Nejzjevnějšími příklady vědeckých revolucí jsou ty známé události vědeckého vývoje, které byly už dříve označovány jako revoluce. Proto se v kapitolách IX a X, v nichž se poprvé přímo prozkoumává povaha vědeckých revolucí, budeme opakovaně zabývat největšími body obratu vědeckého vývoje, spojenými se jmény Koperníka, Newtona, Lavoisiera a Einsteina. Jasněji než jiné události, alespoň pokud jde o historii fyziky, ukazují, co jsou vědecké revoluce zač. Každá z revolucí staví společenství před nevyhnutelnou nutnost odmítnout současně uctívanou vědeckou teorii a dát přednost teorii jiné, s onou první neslučitelné. Každá revoluce má za následek posun v problémech, které jsou vědeckému zkoumání dostupné, a posun měřítek, jimiž odborníci určují, co je třeba brát jako přijatelný problém nebo přijatelné řešení problému. Každá revoluce proměňuje vědeckou představivost způsobem, který musíme vcelku popsat jako proměnu světa, v němž vědecká práce probíhala. Tyto změny jsou, spolu s rozpory, které je téměř vždy doprovázejí, určujícími znaky vědeckých revolucí.

Tyto znaky vyjdou obzvláště jasně najevo například při studiu newtonovské nebo chemické revoluce. Základním tvrzením tohoto eseje ovšem je, že tyto znaky je možno čerpat také ze studia mnoha jiných událostí, jejichž revolučnost ovšem nebyla tak zřejmá. Pro určité malé vědecké skupiny byly Maxwellovy rovnice stejně revoluční jako rovnice Einsteinovy a vyvolaly také stejný odpor. Objevy nových teorií pravidelně a zcela zákonitě vyvolávaly tutéž odezvu u odborníků, do jejichž oblasti kompetence zasahovaly. Pro tyto lidi znamenala nová teorie změnu pravidel, která vládla v dosavadní praxi normální vědy, a proto zpětně ovlivnila i mnoho z výsledků vědecké práce, kterou už úspěšně zakončili. To je důvod, proč nové teorie, bez ohledu na speciální obor působnosti, jsou jen zřídka nebo nikdy přírůstkem k tomu, co je již známo. Asimilace nové teorie vyžaduje přestavbu dosavadních teorií a přehodnocení dosavadních skutečností, vyžaduje vnitřní revoluční proces, jenž je zřídka dokončen jedním člověkem a nikdy ne přes noc. Není divu, že mají historici potíže s přesným určením dat tohoto rozsáhlého procesu, který je podle jejich odborného slovníku jedinou izolovanou událostí.

Nové nápady také nejsou jedinými vědeckými událostmi, jež mají vliv na odborníky v oblasti, v níž se objeví. Přesvědčení, které v normální vědě panuje, určuje nejen jaké druhy entit vesmír obsahuje, ale v důsledku toho i ty, které neobsahuje. Z toho plyne, i když takové tvrzení vyžaduje rozsáhlejší rozbor, že objevy jako vynález kyslíku nebo paprsků X nepřidávají prostě a jednoduše jednu položku k obsahu vědeckého světa. Nakonec se tak sice stane, ale ne dříve, než společenství odborníků přehodnotí tradiční experimentální postupy, změní koncepci entit, kterou dlouho považovala za svou, a postupně posune celou síť teorií, pomocí níž se vztahovala ke světu. Vědecké faktum a vědecká teorie nejsou navzájem, snad s výjimkou nějaké určité tradice praxe normální vědy, kategoricky oddělitelné. Proto nečekaný objev není v tom, co přináší, jednoduchým faktem, ale vědecký svět při něm prochází kvalitativní proměnou a je kvantitativně obohacen každou důležitou novinkou, ať už jde o faktum nebo teorii.

Toto širší pojetí povahy vědeckých revolucí je v hrubých obrysech načrtnuto na následujících stránkách. Je pravda, že čím je pojem širší, tím omezenější je jeho běžné použití. Nicméně i nadále chci mluvit o jednotlivých objevech jako o revolučních, protože je to možnost, jak vztáhnout jejich strukturu ke struktuře například

koperníkovské revoluce, která podle mého názoru ukázala důležitost širšího pojetí revoluce. Předcházející pojednání ukázalo, jak se budou vzájemně doplňující pojmy normální vědy a vědecké revoluce rozvíjet v devíti kapitolách, jež bezprostředně následují. Ve zbytku eseje se pokouším vyrovnat se s třemi zbývajících ústředními otázkami. Kapitola IX v pojednání o tradici učebnic uvažuje o tom, proč bylo dosud tak obtížné nějakou vědeckou revoluci zahlédnout. Kapitola XII popisuje revoluční soutěžení mezi zastánci staré tradice normální vědy a přívrženci tradice nové. Týká se proto procesů, které někdy mohou v teorii vědeckého zkoumání nahradit potvrzení nebo vyvrácení postupů úzce spojených s naším obvyklým obrazem vědy. Soutěžení mezi částmi vědeckého společenství je jediným historickým procesem, který vždy skutečně vyústí v odmítnutí minulé přijaté teorie nebo v přijetí teorie nové. Kapitola XIII nakonec položí otázku, zda je představa vývoje vědy založeného na vědeckých revolucích slučitelná s očividně jednotným charakterem vědeckého pokroku. Tento esej však nedá na tuto otázku více než několik hlavních náčrtů odpovědi, která závisí na charakteristice vědeckého společenství a vyžaduje mnoho dalšího průzkumu a studia.

Nepochybně se už někteří čtenáři podívovali, zda vůbec může být historická studie příčinou takové proměny pojmu, o jakou se zde snažím. Existuje celý arzenál dichotomií, které naznačují, že se to vlastně provést nedá. Často říkáme, že historie je zcela popisný obor. Výše naznačená tvrzení jsou však mnohdy interpretativní, někdy i normativní. Mnohá má zobecnění se také týkají sociologie nebo sociální psychologie vědců; alespoň některé mé závěry spadají tradičně pod logiku nebo epistemologii. V předchozím odstavci se mohlo dokonce zdát, že jsem porušil samo důležité rozlišení mezi „kontextem objevu“ a „kontextem důkazu“. Může snad taková směs různých oblastí a problémů znamenat něco jiného než hluboký zmatek?

Protože jsem těmto a jim podobným rozlišením intelektuálně odvykl, mohu si být už jen sotva nadále vědom jejich důležitosti a síly. Před mnoha lety jsem je považoval za jakousi samu povahu vědění a i dnes předpokládám, že - vhodně přetvořeny - nám mohou něco důležitého říci. Mé pokusy použít je - třeba jen *grosso modo* — na přítomnou situaci, v níž získáváme, přijímáme a asimilujeme poznání, se však ukázalo mimořádně problematické. Zdají se nyní být spíše nedílnou částí tradičního souboru závažných odpovědí na

samu otázku, na jejímž základě se samy rozvinuly, než elementárními logickými či metodickými rozlišeními, která by předcházela rozbor vědeckého poznání. Tento kruhový charakter však vůbec neruší jejich platnost, ale činí z nich část teorie, a tím i předměty stejného zkoumání, kterému je třeba podrobit teorie jiných odborů. Mají-li být něčím více než pouhými abstrakcemi, pak musí být jejich obsah odhalen v pozorování jejich použití na údaje, jež si osobují osvětlovat. Jak by mohly dějiny vědy selhat jako zdroj fenoménů, od nichž by bylo možno právem očekávat, že mohou být podrobeny zkoumání v rámci teorie poznání?

II CESTA K NORMÁLNÍ VĚDĚ

V tomto eseji znamená „normální věda“ výzkum, který je založen přísně na jednom či několika výsledcích vědy, jež určité vědecké společenství jistým způsobem uznává po určitou dobu jako to, co poskytuje základ pro její další praxi. Dnes se takové výsledky uvádějí ve vědeckých učebnicích pro začátečníky i pokročilé, i když jen zřídka v původní formě. Učebnice vykládají podstatu přijaté teorie, ukazují mnohá její úspěšná použití a tato použití srovnávají s názornými pozorováními a experimenty. Předtím než se takové knihy staly na počátku devatenáctého století (a u nově vzniklých věd ještě později) populární, plnily stejnou funkci mnoho věhlasných klasiků vědy. Aristotelova *Fysika*, Ptolemaiov *Almagest*, Newtonova *Principia* a *Optica*, Franklinova *Elektřina*, Lavoisierova *Chemie* a Lyellova *Geologie* - tato a mnohá další díla sloužila ve své době k tomu, aby pro následující generace odborníků implicitně vymezila legitimní problémy a metody výzkumného pole. Bylo to možné proto, že tito klasikové společně sdíleli dvě charakteristiky. Jejich vědecké výsledky byly natolik neobvyklé, že na svou stranu přetáhly setrvalou skupinu přívrženců z dobově kvalifikovaných způsobů vědecké aktivity. Současně měly tyto vědecké výsledky dostatečně otevřený konec, takže pro nově vymezenou skupinu odborníků ponechaly k vyřešení problémy všeho druhu.

Výsledky, které sdílejí tyto dvě charakteristiky, budu nadále nazývat „paradigmaty“, termínem, který má úzký vztah k pojmu „normální věda“. Volbou tohoto termínu jsem chtěl naznačit, že některé z všeobecně přijímaných příkladů současné vědecké praxe - příkladů, které společně zahrnují zákony, teorie, aplikace a odpovídající přístroje - poskytují modely, v nichž mají svůj původ zvláštní soudržné tradice vědeckého výzkumu. Jsou to tradice, které by historik zařadil do kategorií „Ptolemaiovská (nebo koperníkovská) astronomie“, „Aristotelská (nebo newtonovská) dynamika“, „Korpuskulární (nebo vlnová) optika“ atd. Studium paradigmat, včetně těch, která jsou mnohem speciálnější než paradigmata uvedená pro ilustraci

výše, tvoří hlavní část přípravy studenta na členství v určitém vědeckém společenství, se kterým bude nadále pracovat. Protože se tak student připojuje k lidem, kteří si osvojili základy svého oboru podle určitého společného modelu, jeho další praxe bude pouze zřídka vyvolávat nesouhlas s těmito základy. Lidé, jejichž výzkum je založen na sdílených paradigmatech, jsou věrní stejným pravidlům a stejným standardům vědecké praxe. Tato věrnost a zjevný konsensus, který vytvářejí, jsou nezbytnou podmínkou normální vědy, tj. podmínkou zrodu a pokračování určité vědecké tradice.

Protože v tomto eseji bude pojem paradigmatu často nahrazovat mnohé běžně známé pojmy, je třeba říci něco více o důvodech, které vedly k jeho zavedení. Proč je určitý vědecký výsledek těžištěm profesionální víry, která předchází různé pojmy, zákony, teorie a stanoviska, jež z tohoto výsledku mohou být odvozena? V jakém smyslu je pro studenty zabývající se historickým vývojem vědy sdílené paradigma základní jednotkou, kterou není možno dále zcela redukovat na logicky nedělitelné složky, které by ji byly schopné nahradit? V pátém oddíle, kde se s těmito otázkami setkáme, nám odpovědi na ně a na další podobné otázky poskytnou základ pro pochopení normální vědy a s ní spojeného pojmu paradigmatu. Tento důkladnější rozbor však bude záviset na předcházejících ukázkách příkladů působnosti normální vědy nebo paradigmatu. Bude mít při vysvětlování těchto pojmů na paměti, že mohou existovat druhy výzkumu bez paradigmatu, nebo přinejmenším bez paradigmatu tak závazného, jaké je uvedeno výše. Získání nějakého paradigmatu a esoterický výzkum, který paradigma dovoluje, jsou ve vývoji té které z vědeckých oblastí známou parochií.

Snaží-li se historik vystopovat v minulosti vědecké poznání určité vybrané skupiny a nějakého s ní svázaného fenoménu, pravděpodobně se setká s nějakou menší obměnou schématu, který je zde vylíčen na příkladu historie fyzikální optiky. Dnešní učebnice fyziky tvrdí studentům, že světlo tvoří fotony, tj. kvantově-mechanické entity, které vykazují některé vlnové a některé částicové vlastnosti. Výzkum probíhá v souladu s tímto tvrzením, respektive v souladu s propracovanější matematickou charakteristikou, z níž je obvykle toto slovní tvrzení odvozováno. Tato charakteristika světla je však stará ani ne půl století. Dříve než ji Planck, Einstein a další v tomto století vyvinuli, fyzikální texty hlásaly, že světlo je příčné vlnění. Tato koncepce měla svůj kořen v paradigmatu odvozeném v po-

sledku z Youngových a Fresnelových spisů o optice, pocházejících z počátku devatenáctého století. Ani vlnová teorie však nebyla přijata všemi odborníky na optiku. V osmnáctém století poskytovala paradigma tohoto oboru Newtonova *Optika*, která říkala, že světlo je tvořeno hmotnými částicemi. Fyzikové té doby hledali důkaz - který zastánci rané vlnové teorie neměli - o tlaku vyvinutém světelnými částicemi dopadajícími na pevné těleso.⁵

Tyto proměny paradigmatu fyzikální optiky jsou vědeckými revolucemi a postupný přechod od jednoho paradigmatu k druhému cestou revoluce je obvyklým vývojovým schématem vyspělé vědy. Toto schéma však není charakteristické pro období před Newtonem a tento nápadný rozdíl je to, co nás zajímá. Žádné období od staré antiky až po sedmnácté století nevykazovalo nějaký jedinečný, všeobecně přijímaný názor na povahu světla. Místo toho existovalo mnoho vzájemně soutěžících škol a podskupin, z nichž mnohé se hlásily k té či oné variantě epikurejské, aristotelské nebo platónské teorie. Jedna skupina měla za to, že světlo jsou částice linoucí se z hmotných těles; pro jinou skupinu bylo světlo určitou modifikací prostředí mezi tělesem a okem; další skupina vysvětlovala světlo vzájemným působením prostředí s něčím, co se line z oka. Kromě toho existovaly i další kombinace a modifikace koncepcí. Každá z těchto škol čerpala svou sílu ze vztahu k určité metafysice a každá také zdůrazňovala určitý soubor optických jevů, který byl právě její teorií nejlépe vysvětlen a ten považovala za svá paradigmatická pozorování. Ostatní pozorování byla považována za *ad hoc* nebo zůstávala nevyřešenými problémy pro další výzkum.⁶

V různých dobách přispěly všechny tyto školy k souboru pojmů, jevů a technik, na jehož základě Newton načrtl první, téměř všeobecně přijímané paradigma fyzikální optiky. Každá taková definice vědce, která by vyloučila tvůrčí zástupce těchto různých škol, by také vyloučila jejich moderní následovníky. Tito mužové byli vědci. Každý, kdo by dnes zkoumal přehled fyzikální optiky před Newtonem, by mohl dojít k závěru, že i když odborníci na tomto poli byli vědci, čistý výsledek jejich činnosti je něčím méně významným než vědou. Protože žádný z autorů na poli fyzikální optiky nemohl

⁵ J. Priestley, *The History and Present State of Discoveries Relating to Vision, Light, and Colours*, London 1772, str. 385-390.

⁶ V. Ronchi, *Histoire de la lumière*, přel. J. Taton, Paris 1956, kap. I-IV.

nějaký názor nebo nějakou techniku považovat za zaručenou, byl nucen vybudovat tento obor znovu, na svých vlastních základech. Jeho volba podpůrných pozorování a experimentů byla poměrně svobodná, protože neexistoval žádný standardní soubor metod, kterého by byl každý autor na poli optiky nucen využívat, nebo soubor jevů, který by musel vysvětlit. Za těchto okolností směřoval dialog obsažený v knize, která byla výsledkem takové práce, stejnou měrou k zástupcům druhých škol jako k přírodě. Tento vzorec není neznámý ani v mnoha dnešních oblastech tvorby a není ani neslučitelný s význačnými objevy či nápady. Není to však schéma vývoje, které si osvojila fyzikální optika po Newtonovi a které je dnes běžné i v jiných přírodních vědách.

Historie výzkumů elektřiny v první polovině devatenáctého století poskytuje konkrétnější a známější příklad způsobu, jímž se věda vyvíjela před tím, než si osvojila první obecně přijímané paradigma. Během tohoto období existovalo tolik názorů na povahu elektřiny, kolik bylo význačných experimentátorů v této oblasti, jako byli Hauksbee, Gray, Desaguliers, Du Fay, Nollett, Watson, Franklin a další. Všechna tato četná pojetí elektřiny měla něco společného - byla částečně odvozena z té či oné verze mechanicko-korpuskulární teorie, která v té době ovládala vědecký výzkum. Navíc každé z těchto pojetí bylo součástí skutečně vědecké teorie, která zčásti vyplývala z experimentů a pozorování a která částečně určovala výběr a interpretaci dalších problémů, jichž se výzkum ujímal. I když se tedy všechny experimenty týkaly elektřiny a většina experimentátorů navzájem četla svá díla, jejich teorie měly pouze příbuzenskou podobnost.⁷

⁷ D. Roller - D. H. D. Roller, *The Development of the Concept of Electrical Charge: Electricity from the Greek to Coulomb*, in: *Harvard Case Histories In Experimental Science*, Case 8, Cambridge (Mass.) 1954 a I. B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example of Thereof*, Philadelphia 1956, kap. VII-XII. Za několik analytických podrobností v odstavci, jež v textu následuje, vděčím dosud neuveřejněnému článku svého studenta Johna L. Hebro-na. Až do jeho zveřejnění viz poněkud rozsáhlejší a přesnější výčet výskytu Franklinova paradigmatu, zahrnutý v T. S. Kuhn, *The Function of Dogma in Scientific Research*, in: A. C. Crombie (vyd.), *Symposium on the History of Science, University of Oxford, 9.-15. červenec 1961*, publikováno u Heinemann Educational Books, Ltd.

II. CESTA K NORMÁLNÍ VĚDĚ

Jedna z raných skupin teorií, která následovala praxi 17. století, považovala elektrickou přitažlivost a výrobu elektřiny třením za základní elektrické jevy. Tato skupina měla snahu považovat odpudivou sílu za druhotný účinek mechanického rázu a snažila se co možná nejdéle odložit vysvětlení a systematické prozkoumání Grayova nově objeveného jevu, elektrické vodivosti. Jiní „elektrikáři“ (jak zní jejich vlastní termín) považovali přitažlivou i odpudivou sílu za rovnocenné projevy elektřiny a podle toho upravili své teorie a svůj výzkum. (Ve skutečnosti je tato skupina značně malá - dokonce ani Franklinova teorie nikdy zcela neobjasnila vzájemnou odpudivost dvou záporně nabitých těles.) Ale tito lidé měli stejně potíže jako výše jmenovaná skupina s vysvětlováním i nejjednodušších vodivostních jevů. Tyto jevy však poskytly výchozí bod třetí skupině, která měla sklon hovořit o elektřině jako „fluidu“, které může téci vodiči snadněji než „effluvium“, které je vylučováno nevodiči. Tato skupina naopak měla potíže s tím, aby svou teorii uvedla v soulad s mnoha jevy přitažlivosti a odpuzování. Jenom díky Franklinově práci a pracím jeho bezprostředních následovníků mohla vzniknout teorie, která byla schopna vysvětlit téměř stejně snadno a velmi podrobně všechny tyto jevy, a tedy mohla zajistit a také zajistila následujícím generacím „elektrikářů“ společné paradigma výzkumu.

S výjimkou oborů jako matematika nebo astronomie, u kterých lze datovat pevná paradigmata již v jejich prehistorii, a s výjimkou biochemie, která vznikla rozštěpením a přerozdělením již vyspělých speciálních oborů, jsou výše zmíněné situace z hlediska historie typické. I když v sobě obsahují neustále používaná a nepřilíš šťastná zjednodušení, která označují rozsáhlé historické události jednoduchým a libovolně zvoleným jménem (např. Newton nebo Franklin), chci přesto tvrdit, že podobný základní nesoulad charakterizuje např. studium pohybu před Aristotelem, studium statiky před Archimédem, tepla před Blackem, chemie před Boylem a Bøerhaavem a historické geologie před Huttonem. V některých oddílech biologie - například ve studiu dědičnosti - spadají první, obecně přijímaná paradigmata do dosud nedávné minulosti; a zůstává otevřenou otázkou, zda vůbec nějaká ze společenských věd již přijala takové paradigma. Dějiny ukazují, že cesta k pevnému výzkumnému konsensu je mimořádně obtížná.

Dějiny však také ukazují některé důvody obtíží, s nimiž se na této cestě setkáváme. Chybí-li paradigma nebo alespoň nějaký uchazeč o roli paradigmatu, pak všechna fakta, která by se mohla týkat rozvoje určité vědy, se jeví jako stejně závažná. Výsledkem je, že shromažďování dat v rané fázi je oproti tomu, které je v pozdějším vědeckém vývoji běžné, činností spíše náhodnou. Neexistuje-li také důvod hledat nějakou zvláštní formu skryté informace, pak shromažďování dat v raných fázích se obvykle omezuje na hromadění dat, která jsou už po ruce. Výsledný soubor zásob faktů obsahuje spolu s daty, jež jsou výsledkem náhodného pozorování či experimentu, také data esoteričtější, získaná z již etablovaných dovedností, jako je lékařství, tvorba kalendáře a metalurgie. Protože tyto dovednosti jsou přístupným zdrojem faktů, která nebylo možno objevovat náhodně, hrála technologie při vzniku nových věd často životní roli.

I když toto shromažďování faktů bylo pro počátky mnoha důležitých věd podstatné, přesto každý, kdo například zkoumá Pliniovy encyklopedické spisy nebo Baconovy dějiny přírody ze sedmnáctého století, zjistí, že jejich výsledkem je něco, co se dá přirovnat bažině. Člověk vůbec váhá, zda tuto literaturu nazvat vědeckou. Baconovské „historie“ tepla, barvy, větru, hornictví atd. jsou plné informací, někdy velmi nejasných. Ale jsou tu vedle sebe uvedena fakta, která se později ukážou jako objevná (např. ohřev mícháním) spolu s těmi (např. zahřívání kupy hnoje), která zůstanou po nějaký čas příliš složitá na to, aby vůbec mohla být zahrnuta do nějaké teorie.⁸ Protože je každý popis nutně pouze částečný, typická přírodní historie opomíjí z tohoto nezměrného výčtu okolností právě ty detaily, v nichž později vědci spatří důležitý zdroj vysvětlení jevu. Téměř žádná z těchto raných „historií“ elektřiny například nezmiňuje fakt, že kovový pásek přitažený k třením nabitě skleněné tyči se od ní zase odrazí. Tento jev se zdál být spíše mechanické než elektrické povahy.⁹ Příležitostné shromažďování faktů má jen zřídka čas a nástroje pro kritické posouzení, proto přírodní historie kladou

⁸ Srv. náčrt přírodních dějin tepla v Baconově *Novum Organum I, The Works of Francis Bacon*, sv. VIII, J. Spedding - R. L. Ellis - D. D. Heath (vyd.), New York 1869, str. 179-203.

⁹ D. Roller - D. H. D. Roller, cit. d., str. 14, 22, 28, 43. Až po sepsání díla, které cituji jako poslední, se jevy odpudivosti začaly jednoznačně považovat za elektrické.

II. CESTA K. NORMÁLNÍ VĚDĚ

vedle sebe často výše uvedený typ popisů s těmi, které dnes vůbec nejsme schopni potvrdit (např. antiperistatické ohřívání nebo ohřívání chlazením).¹⁰ Pouze velmi zřídka - stejně jako v případě starověké statiky, dynamiky a geometrické optiky - mluví fakta shromážděná za zcela mizivého vedení nějaké předem ustavené teorie natolik jasně, aby dovolila vzniknout prvému paradigmatu.

Tato situace dává vzniknout školám, jejichž existence je charakteristická pro raná stadia vědeckého vývoje. Žádná historie přírody se nedá interpretovat, pokud není nějaký souhrn vzájemně propletených teoretických a metodologických přesvědčení, která umožňují vybírat, oceňovat a kriticky hodnotit. Nejsou-li tento soubor nebo toto přesvědčení mlčky obsaženy v souboru fakt - a v takovém případě se naskýtá již něco více než „pouhá fakta“ - pak musí být dodána zvenčí, třeba ze současné metafysiky, jiné vědy nebo náhodou historickou či lidskou. Není pak divu, že v raných stadiích vývoje každé vědy se různí lidé setkávají se stejným okruhem jevů, ale již ne s týmiž konkrétními jevy, a že tyto jevy popisují a vykládají odlišným způsobem. Co je překvapující - a co do svého rozsahu na poli, jež nazýváme vědou, je jedinečné -, je, že tato počáteční divergence vždy do značné míry postupně vymizí.

Vymizí ve značném rozsahu a jednou provždy. Toto vymizení je obvykle způsobeno vítězstvím jedné z předparadigmatických škol, která díky svému vlastnímu charakteristickému přesvědčení a vlastním předsudkům zdůrazňuje pouze určitou zvláštní část jinak příliš rozměrného zárodečného souboru informací. Výzkumníci, kteří považovali elektřinu za fluidum a kteří proto kladli zvláštní důraz na vodivost, mohou v tomto ohledu posloužit jako skvělý příklad. Vedení svým přesvědčením, které se stěží mohlo vypořádat s mnohými jevy přitažlivosti a odpuzování, přišli někteří z nich na myšlenku uzavřít elektřinu do lahví. Výsledkem, které jejich úsilí bezprostředně přineslo, byla leydenská láhev, zařízení, které by nikdy nemohl objevit člověk, jenž by přírodu zkoumal jen příležitostně či náhodně, ale které bylo okolo roku 1740 vyvinuto nezávisle přinejmenším

¹⁰ R. Bacon, cit. d., str. 235, 337, říká: „Vlažná voda mrzne snadněji než voda zcela studená.“ Částečné vysvětlení rané historie tohoto podivného pozorování viz M. Claget, *Giovanni Marliani and Late Medieval Physics*, New York 1941, kap. IV.

dvěma badateli." Téměř od samého počátku svých výzkumů elektřiny se Franklin zvláště zabýval vysvětlením tohoto podivného a nakonec i velmi přínosného speciálního zařízení. Jeho úspěch v tomto směru poskytl nejúčinnější argument, který z jeho teorie udělal paradigma, i když to byl argument, který nebyl schopen vysvětlit všechny známé případy elektrické odpudivosti.¹² Aby byla tato teorie přijata jako paradigma, musela se ukázat být lepší než teorie s ní soutěžící, ale nemusela, a skutečně to také nikdy nedokázala, vysvětlit všechna fakta, která před ní stála.

To, co znamenala fluidní teorie elektřiny pro podskupinu badatelů, kteří ji zastávali, znamenalo později Franklinovo paradigma pro celou skupinu výzkumníků elektřiny. Obojí naznačovalo, které experimenty má cenu provést a které nikoli, protože jsou zaměřeny na elektrické projevy sekundární či příliš složité. Avšak pouze toto paradigma vykonalo práci účinnějším způsobem, dílem proto, že konec sporů mezi školami ukončil neustálé opakování základních principů, částečně díky tomu, že přesvědčení, že jsou na správné cestě, dodávalo vědcům odvahu pustit se do přesnějšího, esoteričtějšího a náročnějšího způsobu práce.¹³ Vnitřně sjednocená skupina výzkumníků elektřiny, která se osvobodila od nutnosti zabývat se všemi elektrickými jevy, mohla sledovat vybrané jevy mnohem podrobněji, mohla navrhnout za tímto účelem mnohem speciálnější zařízení a mohla tato zařízení využívat mnohem cílevědoměji a systematictěji než kdykoli předtím. Jak shromažďování fakt, tak vytváření teorií se staly vysoce cílevědomou činností. Podle toho také vzrostla účinnost a výkonnost výzkumu elektřiny a poskytla tak důkaz pro společenskou verzi Baconova pronikavě-

» D. Roller-D. H. D. Roller, cit. d., str. 51-54.

¹² Problematickým případem bylo vzájemné odpuzování záporně nabitých těles. Tento případ viz I. B. Cohen, cit. d., str. 491-494, 531-543.

¹³ Je třeba poznamenat, že přijetí Franklinovy teorie zdaleka neukončilo všechny spory. V roce 1759 vyslovil Robert Symmer dvojfluidní verzi této teorie a ještě mnoho let poté byli výzkumníci elektřiny rozdělení tím, zda je elektřina jedno fluidum nebo dvě. Ale spory v této věci jen potvrzují to, co bylo shora řečeno o způsobu, kterým všeobecně uznávané výsledky sjednocují profesionály. Badatelé přesto, že zůstali v tomto bodě rozdělení, došli velmi rychle k závěru, že žádný experimentální test nemůže mezi těmito dvěma typy teorií rozlišit a že jsou tedy tyto teorie rovnocenné. Obě školy byly poté schopny - a skutečně tak učinily - využít přínosu, který poskytovala teorie Franklinova. (Tamtéž, str. 543-546, 548-554.)

II. CESTA K NORMÁLNÍ VĚDĚ

ho metodologického postřehu: „Pravda vystupuje rychleji z omylů než ze zmatku.“¹⁴

Povahu tohoto vysoce cíleného, na paradigmatu založeného vědeckého výzkumu budeme zkoumat v následujícím oddíle, ale nejprve musíme krátce zaznamenat, jak zrod paradigmatu ovlivní strukturu skupiny, která v daném oboru pracuje. Vytvoří-li během vývoje přírodovědy nějaký jedinec nebo skupina syntézu schopnou upoutat většinu budoucí generace odborníků, pak starší školy postupně vymizí. Toto vymizení je částečně způsobeno tím, že členové takové školy přejdou k novému paradigmatu. Ale lidé, kteří lpí na tom či onom starém názoru, jsou vždy jednoduše vyloučeni z řad odborníků, a ti pak jejich dílo neberou na vědomí. Nové paradigma má za následek nové a přísnější vymezení oboru. Ti, kteří nemohou nebo nechťejí přizpůsobit svou práci tomuto vymezení, se musejí buď ocitnout v izolaci, nebo se musí připojit k nějaké jiné skupině.¹⁵ Historicky vzato setrvali tito jedinci často v těch oblastech filosofie, které byly podhoubím mnoha speciálních věd. Uvedené úvahy naznačují, že někdy je přijetí paradigmatu právě tím, co proměňuje skupinu lidí, kteří se pouze zajímali o studium přírody, v profesionály a jejich studium v disciplínu. Ve vědě (s výjimkou medicíny, technologie a práva, jejichž principiálním *raison d'être* je vnější společenská potřeba) bylo obvykle vytváření specializovaných časopisů, zakládání odborných společností a nárok na zvláštní místo ve vzdělávání často spojeno s prvním přijetím jediného paradigmatu v nějaké skupině. Přinejmenším taková je situace od doby před půldruhým stoletím,

¹⁴ R. Bacon, cit. d., str. 210.

¹⁵ Dějiny elektřiny poskytují skvělý příklad, opakující se v životní dráze Priestleyho, Kelvina a dalších. Franklin uvádí, že Nollet, který byl polovinu století nejvlivnějším kontinentálním badatelem na poli elektřiny: „se dožil toho, že, s výjimkou svého bezprostředního žáka pana B., byl posledním ze své sekty“ [vyd. M. Farrand, *Benjamin Franklin's Memoirs*, Berkeley (California) 1949, str. 384-386]. Mnohem zajímavější však je, že v narůstajícím odloučení od profesionální vědy setrvaly celé školy. Vezměme například astrologii, která byla kdysi nedílnou součástí astronomie; nebo pokračování dříve uznávané tradice „romantické“ chemie na konci osmnáctého a počátku devatenáctého století. O této tradici pojednává Ch. C. Gillispie v *The Encyclopédie and the Jacobin Philosophy of Science: A Study in Ideas and Consequences, Critical Problems in the History of Science*, M. Claget (vyd.), Madison (Wis.) 1959, str. 255-289 a *The Formation of Lamarck's Evolutionary Theory*, in: *Archives internationales d'histoire des sciences*, XXXVII, 1956, str. 323-338.

kdy se poprvé vyvinulo institucionalizační schéma vědecké specializace, až do nejbližší minulosti, kdy se specializační výbava vědy stala otázkou její prestiže.

Přísnější vymezení vědecké skupiny má další důsledky. Vezme-li nějaký jednotlivý vědec paradigma za své, pak už se nemusí po většinu své práce pokoušet vybudovat svůj obor znovu tak, že by vycházel z prvních principů a obhajoval použití každého pojmu, který uvádí. To můžeme ponechat autorům učebnic. Na základě dané učebnice však může vědec začít svůj výzkum tam, kde kniha končí, a tak se může soustředit výlučně na ty nejjemnější a nej-esoteričtější stránky přírodních jevů, které se týkají jeho skupiny. Pokud tak učiní, začnou se zprávy o výsledcích jeho výzkumu proměňovat způsobem, který byl dosud příliš málo prozkoumán, ale jehož moderní konečné výsledky jsou všem zřejmé a pro mnohé skličující. Takové výzkumy už nebudou začleňovány do všeobecně informativních knih, jako byly Franklinova *Experiment's... on Electricity* nebo Darwinova *Origin of Species*, určených každému, kdo by se zajímal o problematiku tohoto oboru. Místo toho se obvykle objeví v stručných článcích určených pouze odborným kolegům, lidem, u nichž se předpokládá znalost sdíleného paradigmatu, těm, kteří jediná jsou schopni jim určené články číst.

Knihy dnešní vědy jsou obvykle buď učební texty, nebo retrospektivní reflexe té či oné stránky vědeckého života. Takové práce pisatelovu odbornou pověst spíše zeslabují než pozvedají. Pouze v raných, předparadigmatických stadiích vývoje různých věd měly knihy k odborným výsledkům stejný vztah, jaký si dosud podržují v jiných oblastech tvůrčí činnosti. A pouze v oblastech, kde se dosud udržují knihy, spolu s odbornými články nebo bez nich, jako hybná síla vědecké komunikace, nejsou dosud profesionalizační dráhy načrtnuty tak výrazně, že i laik si může dovést sledovat pokrok v oboru četbou původních odborných prací. Výzkumné práce matematiky i astronomie už v dobách antiky přestaly být pochopitelné pro posluchače vybavené pouze všeobecným vzděláním. Pokud jde o dynamiku, její výzkum začal být podobně esoterický v pozdním středověku a obecné pochopitelnosti dosáhl pouze na velmi krátkou dobu počátkem sedmnáctého století, kdy paradigma, které vládlo středověkému výzkumu, bylo nahrazeno paradigmatickým novým. Výzkumy na poli elektřiny bylo třeba laikům tlumočit už před koncem devatenáctého století a většina ob-

lastí fyziky přestala být obecně přístupná ve století devatenáctém. V průběhu jmenovaných století by bylo možno oddělit podobné přechody také v různých odvětvích biologie. A v některých oblastech společenských věd jsou tyto přechody dobře patrné i dnes. I když se stalo zvykem - a jistě správně - naříkat nad stále se rozšiřující propastí, která odděluje profesionální vědce od jejich kolegů v jiných oblastech, bylo příliš málo pozornosti věnováno podstatnému vztahu mezi touto propastí a vnitřním mechanismem, vlastním vědeckému vývoji.

Už od dávné předhistorické minulosti jedna oblast studia za druhou překračovala hranici mezi tím, co by historici mohli nazvat prehistorií vědy, a svou vlastní historií. Tyto přechody k vyspělosti byly jen zřídka tak náhlé a jednoznačné, jak naznačoval můj nutně schematický výklad. Jejich průběh však neměl ani charakter historické posloupnosti, tyto přechody byly v čase souběžné s celým vývojem oblastí, ve které k nim došlo. Autoři pojednání o elektřině měli v prvních čtyřech desetiletích devatenáctého století mnohem více informací o elektrických jevech než jejich předchůdci ve století šestnáctém. Během padesáti let po roce 1740 bylo přidáno na seznam elektrických jevů mnoho nových položek. Podstatné však je, že Cavendishovy, Coulombovy a Voltovy spisy o elektřině z poslední třetiny osmnáctého století byly patrně vzdáleny dílům Grayovým, Du Fayovým a Franklinovým více, než byla vzdálena díla objevitelů v této oblasti z počátku devatenáctého století spisům autorů století šestnáctého.¹⁶ Někdy mezi roky 1740 a 1780 mohli badatelé elektrických jevů poprvé považovat základy svého oboru za pevně dané. Na těchto základech pokročili ke konkrétnějším a těžším problémům, aby posléze ve stále míře vyhledávali své výsledky v člancích určených spíše pro jiné výzkumníky elektřiny než v knihách určených široké učené veřejnosti. Jako skupina tak dosáhli téhož, čeho dosáhli astronomové již v antice, lidé studující pohyb ve středověku, fyzikální optici na

¹⁶ vývoj po Franklinovi zahrnuje neustálý růst citlivosti detektorů náboje, první spolehlivé a obecně rozšířené techniky měření náboje, vývoj pojmu kapacity a vztahu tohoto pojmu k nově rozvinutému pojmu elektrického napětí a kvantifikaci elektrostatické síly. Toto vše viz D. Roller - D. H. D. Roller, cit. d., str. 66-81; W. C. Walker, *The Detection and Estimation of Electric Charges in the Eighteenth Century*, in: *Annals of Science*, I, 1936, str. 66-100; a E. Hoppe, *Geschichte der Elektrizität*, Leipzig 1884, část. 1, kap. III—IV.

sklonku sedmnáctého století a historiogeologové na počátku století devatenáctého. Dosáhli paradigmatu, které mělo vést celou výzkumnou skupinu. Kromě výhod zpětného pohledu bychom jen stěží hledali jiné kritérium, které by tak jasně vymezovalo vědecké pole.

III

POVAHA NORMÁLNÍ VĚDY

Jaká je tedy povaha oněch esoteričtějších a profesionálnějších výzkumů, jež dovoluje přijetí jednoho paradigmatu nějakou skupinou? Představuje-li i paradigma nějaké jednou provždy vykonané dílo, jaké problémy pak může takové dílo ponechat k řešení nějaké sjednocené skupině? Tyto otázky budou čím dál tím naléhavěji vystupovat, vezmeme-li v úvahu jedno hledisko, z něhož by dosud použité termíny mohly být zavádějící. Paradigma, v ustáleném významu tohoto slova, je nějaký přijatý model nebo schéma. Tento aspekt významu mi dovolil - když jsem nemohl najít slovo lepší - si význam „paradigma“ přivlastnit. Brzy se však ukáže, že významy „model“ nebo „schéma“, které toto přivlastnění dovolují, vůbec nejsou při vymezování pojmu „paradigmatu“ obvyklé. Například ve slovníku je *amo*, *amas*, *amat* paradigmatem, protože ukazuje nějaké schéma použité při časování velkého množství latinských sloves, například *laudo*, *laudas*, *laudat*. Při tomto svém obvyklém použití funguje tak, že dovoluje opakování příkladů, z nichž každý by mohl toto paradigma v zásadě nahradit. Na druhé straně je paradigma ve vědě jen vzácně předmětem nějakého kopírování. Místo toho, stejně jako nějaké přijaté právní rozhodnutí, je předmětem dalšího členění a zpřesňování, a to za nových a přísnějších podmínek.

Máme-li vědět, proč tomu tak může být, musíme poznat, do jaké míry lze omezit sféru působnosti a přesnosti paradigmatu v okamžiku jeho zrodu. Paradigma získává své postavení proto, že při řešení některých problémů, které skupina odborníků považuje za kritické, je úspěšnější než paradigmatu s ním soupeřící. Být úspěšnější však neznamena ani být zcela úspěšný v případě jednoho problému, ani zvláště úspěšný v případě většího počtu problémů. Úspěch paradigmatu - ať už se jedná o Aristotelův rozbor pohybu, Ptolemaiovy výpočty planetárního postavení, Lavoisierovy aplikace rovnováhy nebo Maxwellovy matematizace elektromagnetického pole - tkví zpočátku do značné míry v příslibu úspěchů, jichž bude možno dosáhnout ve vybraných, dosud nevyřešených případech. Normální

věda spočívá v uskutečňování tohoto příslibu. Toho se dosahuje tak, že se rozšiřují znalosti o faktech, které paradigma se ukazuje jako zvláště přínosné, a narůstá počet případů, v nichž tyto skutečnosti souhlasí s předpověďmi učiněnými na základě paradigmatu. Paradigma se dále člení.

Jen málokdo z těch, kteří nejsou právě odborníky v nějaké vyzrálé vědě, vědí, jak rozsáhlé „vyčištění terénu od nepřítele“ ještě v této fázi vývoje paradigmatu zbývá, nebo jak strhující tato práce může být. Tomu je však třeba porozumět. Čištěním terénu se většina vědců zabývá celý život. Zakládají to, co zde nazývám normální vědou. Podíváme-li se na věc blíže, pak - ať už z hlediska historického, nebo v současné laboratoři - se taková činnost zdá být pokusem vtěsnat přírodu do předem vytvořené a poměrně nepružné krabice, kterou představuje paradigma. Žádná z částí normální vědy nemá za cíl vyvolávat další druhy jevů; ve skutečnosti je to tak, že ty jevy, které není možno vměstnat do krabice paradigmatu, jsou často zcela opomíjeny. Žádný vědec se za normálních okolností nesnaží vymyslet novou teorii a naopak vědci jsou netolerantní vůči teoriím, které druzí vymýšlejí.¹⁷ Namísto toho směřuje výzkum v normální vědě k podrobnějšímu členění těch jevů a teorií, které paradigma již poskytuje.

Dost možná, že tyto teorie a jevy jsou vadné. Prostor pro výzkum normální vědy je samozřejmě nepatrný; činnost o kterou se jedná, poskytuje jen silně omezený prostor pro představivost. Tato omezení, plynoucí z důvěry v paradigmatu, se stávají pro vývoj vědy naprosto podstatná. Tím, že paradigma soustředí pozornost na malou oblast poměrně esoterických problémů, nutí vědce k tomu, že nějakou část přírody zkoumají tak podrobně a do takové hloubky, jaká by za jiných okolností nebyla vůbec představitelná. Normální věda má v sobě mechanismus, který zaručuje uvolnění závazných omezení vždy z toho paradigmatu, které přestává účinně fungovat. V takové chvíli se vědci začínají chovat odlišným způsobem a povaha jejich výzkumných problémů se mění. Avšak v mezidobí, v době, kdy paradigma přináší úspěch, budou odborníci, kteří jsou přívrženci tohoto paradigmatu, řešit problémy, jež by si mohli vůbec stěžít

¹⁷ B. Berber, *Resistance by Scientists to Scientific Discovery*, in: *Science*, CXXXIV, 1961, str. 596-602.

III. POVAHA NORMÁLNÍ VĚDY

představit a jichž by se - bez důvěry v paradigma - vůbec nikdy nepodjali. Alespoň část těchto úspěchů pak přetrvává natrvalo.

Mám-li jasněji ukázat, co myslím paradigmatickým nebo na paradigmatu založeným výzkumem, budiž mi dovoleno pokusit se ukázat a klasifikovat problémy, z nichž normální věda v principu sestává. Kvůli pohodlí ponechám stranou činnost teoretickou a začnu u získávání faktů, tedy u pokusů a pozorování popsaných v technických časopisech, jimiž vědci informují své odborné kolegy o výsledcích svého průběžného výzkumu. O jaké stránce přírody vědci obvykle podávají zprávu? Co určuje jejich volbu? A protože mnohá vědecká pozorování spotřebují mnoho času, vybavení a peněz, co motivuje vědce k tomu, Zejdou důsledně za touto volbou?

Myslím, že existují pouze tři normální ohniska konkrétního výzkumu, která se ne vždy a trvale navzájem liší. Prvním je třída faktů, které paradigma ukázalo jako zvláště podstatné pro poznání povahy věcí. Protože se tato fakta používají při řešení problémů, má z hlediska paradigmatu cenu určit je přesněji a ve větším počtu situací. V té či oné době tato význačná rozhodující fakta zahrnovala: v astronomii polohu hvězd a jejich velikost, periodu zatmívání dvojhvězd a planet; ve fyzice - specifickou hmotnost a stlačitelnost materiálů, vlnovou délku a spektrální intenzity, elektrickou vodivost a kontaktní potenciál, v chemii složení a poměr molekulových hmotností, bod varu a kyselost roztoků, strukturní vzorce a optickou aktivitu. Snaha zvýšit přesnost těchto faktů a rozšířit oblast známosti podobných faktů zabírá v literatuře o experimentech a pozorování značný prostor. Znovu a znovu byly pro tento účel navrhovány složité speciální aparatury a vymyšlení, konstruování a vyvíjení takových aparatur vyžadovalo prvotřídní talenty, mnoho času a značnou finanční podporu. Synchrony a radioteleskopy jsou pouze posledními příklady toho, kam až mohou jít výzkumní pracovníci za předpokladu, že jim paradigma dává jistotu v tom, že hledaná fakta jsou důležitá. Od Tychona de Brahe až po E. O. Lawrence někteří vědci nabyli své pověsti ne snad pouze díky novosti svých objevů, ale díky přesnosti, spolehlivosti a šíři pole metod, které vyvinuli pro nové určování některých již dříve známých skutečností.

Druhá obvyklá, i když menší třída určení směřuje k faktům, která, ač bez velké zajímavosti, mohou být přímo srovnána s předpověďmi paradigmatické teorie. Jak brzy uvidíme, přejdeme-li od experimen-

tálních problémů normální vědy k teoretickým, jen zřídka existuje více oblastí, v nichž se dá vědecká teorie - zvláště sestává-li převážně z matematických forem - přímo porovnat s přírodou. Tak například v Einsteinově obecné teorii relativity jsou teď přístupné srovnání pouze tři oblasti.¹⁸ Navíc i v oblastech, kde aplikace možná je, vyžaduje často taková teoretická a přístrojová přiblížení, že ta někdy omezují očekávanou shodu. Zlepšování této shody nebo hledání nových oblastí, v nichž se shoda obecně dá ukázat, představuje pro dovednost a představivost experimentátorů a pozorovatelů stálou výzvu. Speciální teleskopy prokazující Koperníkovy předpovědi roční paralaxy, Atwoodův stroj, vynalezený téměř jedno století po *Principiích*, který podal první jednoznačný důkaz druhého Newtonova zákona, Foucaultův přístroj, ukazující, že rychlost světla ve vzduchu je větší než ve vodě, nebo obrovský scintilační počítač k prokázání existence neutrina - tyto části speciálních aparatur a mnohé další, jim podobné, dokládají neutuchající úsilí a vynalézavost, jichž bylo třeba k tomu, aby se přiblížil vzájemný souhlas mezi přírodou a teorií.¹⁹ Snaha vykázat souhlas je typem normální experimentální práce a je očividně dokonce ještě více závislá na paradigmatu než typ první. Existence paradigmatu stanoví, které problémy je třeba řešit; paradigmatická teorie je často přímo zahrnuta do struktury přístroje, který je schopen problém řešit. Například měření

¹⁸ Jediným setrvalým a dosud obecně uznávaným styčným bodem je precese perihelia Merkuru. Rudý posun ve spektru světla vzdálené hvězdy se dá odvodit z mnohem elementárnějších úvah, než je obecná relativita, a totéž se dá provést pro ohyb světla u Slunce, problém, o němž se v současnosti diskutuje. V každém případě zůstávají měření tohoto jevu nejednoznačná. Další styčný bod byl ustaven teprve nedávno: gravitační posun Mossbauerova záření. A snad se na tomto nyní aktivním, avšak dlouhou dobu spícím poli, objeví brzy další. Zhuštěný popis tohoto problému viz L. I. Schiff, *A Report on the NASA Conference on Experimental Tests of Theories of Relativity*, in: *Physics Today*, XIV, 1961, str. 42-48.

" Dva z paralaktických teleskopů viz A. Wolf, *A History of Science, Technology, and Philosophy in the Eighteenth Century*, 2. vyd, London 1952, str. 103-105. Atwoodův stroj viz N. R. Hanson, *Pattern of Discovery*, Cambridge 1958, str. 100-102, 207-208. Poslední dvě části speciálních aparatur viz M. L. Foucault, *Méthode Générale pour mesurer la vitesse de la lumière dans l'air et les milieux transparents. Vitesses relatives de la lumière dans l'air et dans l'eau...*, in: *Comptes rendus...de l'Académie des sciences*, XXX, 1850, str. 551-560 a C. L. Lowan, jr. a kol.: *Detection of the Free Neutrino: A Confirmation*, *Science*, CXXIV, 1956, str. 103-104.

III. POVAHA NORMÁLNÍ VĚDY

učinná pomocí Atwoodova stroje by bez *Principu* neznamenal vůbec nic.

Třetí třída experimentů zahrnuje podle mého názoru činnost shromažďování faktů v rámci normální vědy. Sestává z empirické práce zaměřené na to, aby se artikulovala paradigmatická teorie, aby se vyřešily některé její zbytkové nejednoznačnosti a aby bylo možno nalézt řešení problémů, na které se dříve pouze obracela pozornost. Tato třída se ukazuje být nejdůležitější a její popis vyžaduje její další rozdělení do podtříd. Ve vědách se silně matematickou povahou jsou některé artikulační experimenty zaměřeny na určení fyzikálních konstant. Například Newtonova práce ukázala, že síla mezi dvěma tělesy o jednotkové hmotnosti bude při jejich jednotkové vzájemné vzdálenosti stejná pro všechny typy materiálů a na všech místech ve vesmíru. Ale vlastní problém se nedá vyřešit bez určení velikosti této přitažlivé síly, bez univerzální gravitační konstanty, a nikdo nebyl schopen po celé století po *Principiích* sestrojít přístroj, který by tuto konstantu mohl určit. Ani Cavendishova skvělá určení této konstanty z devadesátých let osmnáctého století nebyla v tomto směru poslední. Díky ústřednímu postavení gravitační konstanty ve fyzikální teorii bylo zlepšování jejich hodnot neustále předmětem opakovaných snah mnoha vynikajících experimentátorů.²⁰ Jiné příklady stejného druhu by se mohly týkat určení astronomické jednotky, Avogadrova čísla, Joulova koeficientu, náboje elektronu atd. Mállokteré z těchto úsilí by bylo myslitelné bez paradigmatické teorie, která by definovala problém a zaručovala existenci pevného řešení, a žádné z nich by se bez této teorie nemohlo uskutečnit.

Úsilí o artikulaci paradigmatu se však neomezují na určování univerzálních konstant. Mohou například směřovat ke kvantitativním zákonům: Boyleův zákon týkající se tlaku plynu v uzavřeném objemu, Coulombův zákon elektrické přitažlivosti a Joulův vzorec pro teplo vznikající na odporu průchodem proudu patří všechny do této kategorie. Možná, že není zcela zřejmé, že paradigma je pro objev takových zákonů bezpodmínečně nutné. Často je možné sly-

²⁰ J. H. P[oynting] podává zprávu o přibližní dvou desítkách měření gravitační konstanty mezi lety 1741 a 1901 v *Gravitation Constant and Mean Density of the Earth*, in: *Encyklopedia Britannica*, 11. vyd., Cambridge 1910-1911, XII, str. 385-389.

šet, že tyto zákony byly nalezeny při experimentálních měřeních, prováděných kvůli těmto měřením samotným a bez přímé souvislosti s nějakou teorií. Ale dějiny neposkytují podporu takovým výstředně baconovským metodám. Boyleovy experimenty by byly nemyslitelné, kdyby nebyl vzduch uznán za elastickou tekutinu, na kterou mohly být použity všechny dosud vypracované pojmy hydrostatiky (a pokud by tyto experimenty myslitelné byly, pak by se jim dostalo buď jiného, nebo vůbec žádného vysvětlení).²¹ Coulombův úspěch závisel na konstrukci speciálního přístroje k měření síly mezi dvěma bodovými náboji. (Ti, kteří do té doby měřili elektrické síly pomocí miskových vah atd., nenalezli žádnou pevnou či jednoduchou zákonitost.) Ale návrh tohoto přístroje naopak závisel na předcházejícím poznání toho, že každá elektrická částice působí na dálku na jiné částice. Coulomb proto hledal sílu mezi takovými částicemi - jedinou sílu, u níž se dalo bezpečně předpokládat, že bude jednoduchou funkcí vzdálenosti.²² Joulův experiment je také možno použít k tomu, aby se ukázalo, jak během artikulace paradigmatu vystupují z tohoto procesu kvantitativní zákony. Skutečně je vztah mezi kvalitativním paradigmatem a kvantitativním zákonem tak úzký, že od dob Galilea byly pomocí paradigmatu formulace takových zákonů často správně odhadnuty mnoho let před tím, než bylo možno navrhnout přístroje k jejich experimentálnímu určení.²³

Existuje konečně i třetí druh experimentů, jejichž cílem je artikulovat paradigma. více než experimenty jiných druhů se podobají výzkumným cestám a převažovaly v dobách a vědách, které se zabývaly spíše kvantitativní než kvalitativní stránkou řádu přírody. Často je použití paradigmatu vyvinutého pro jeden soubor jevů dvouznačné při užití na jevy blízké. Experimentátoři pak v nových oblastech zájmu musí volit mezi různými způsoby použití paradigmatu. Například paradigmatem se mělo stát použití teorie tepla pro

²¹ Plné přesazení pojmu hydrostatiky do pneumatiky viz *The Physical Treatises of Pascal*, přel. I. H. B. Spiers a A. G. H. Spiers, poznámky a úvod F. Barry (New York 1937). Torricelliho první uvedení paralely („Žijeme ponořeni na dně oceánu vzduchu“) se objevuje na str. 164. Rychlý vývoj této paralely ukazují dvě hlavní pojednání uvedené práce.

²² D. Roller - D. H. D. Roller, cit. d., str. 66-80.

²³ Viz např. T. S. Kuhn, *The Function of Measurement in Modern Physical Science*, in: *Isis*, Lil, 1961, str. 161-193.

III. POVAHA NORMÁLNÍ VĚDY

zahřívání či ochlazování mícháním a změnou skupenství. Ale teplo se může uvolňovat nebo může být pohlcováno mnoha jinými způsoby, např. chemickou reakcí, třením, stlačením nebo absorpcí plynu - a pro každý z nich je možno teorii použít několika způsoby. Pokud by vakuum mělo nějakou tepelnou kapacitu, pak by zahřívání stlačením mohlo být vysvětleno jako výsledek míchání plynu a prázdna. Nebo by k zahřívání mohlo docházet díky změně specifického tepla plynu v závislosti na tlaku. A existují mnohá další vysvětlení. Mnohé experimenty byly podniknuty proto, aby se rozpracovaly různé možnosti a aby se mezi těmito možnostmi rozhodlo; všechny tyto experimenty vyvstaly z teorie tepla jako paradigmatu a tato teorie byla využita při navrhování těchto experimentů i při interpretaci jejich výsledků.²⁴ Jakmile byl jednou fenomén zahřívání stlačením ustaven, ubíraly se všechny další experimenty v této oblasti cestou závislou na paradigmatu. Jak jinak by bylo možno zvolit určitý experiment k tomu, aby daný jev vysvětloval?

Obrátme se nyní k teoretickým problémům normální vědy, které se velmi podobným způsobem rozpadají do stejných tříd jako problémy experimentů a pozorování. Část teoretické práce, i když pouze malá, sestává jednoduše z použití již existující teorie k předpovědím faktických informací s vlastní hodnotou. Zpracování astronomických efemerid, výpočty charakteristik čoček a určení drah šíření radiových vln jsou příklady takové práce. Ale vědci se na ně dívali jako na nádenickou práci, která má být postoupena inženýrům nebo technikům. Nikdy se ani jedna z těchto prací neobjevila ve významných vědeckých časopisech. Tyto časopisy však obsahují velké množství teoretických pojednání o problémech, které se nevědeckému čtenáři musí zdát téměř totožné. Práci s teorií se vědci nevěnují proto, že by předpovědi, které jsou jejím výsledkem, neměly nějakou vnitřní hodnotu, nýbrž proto, že mohou být bezprostředně porovnány s experimentem. Cílem takových výkladů je ukázat nějaké nové použití paradigmatu nebo zvýšit přesnost již uskutečněného použití.

Potřeba práce tohoto druhu vyvstává z nezměrných obtíží, s nimiž se vědec setkává při vypracovávání styčných bodů mezi teorií a přírodou. Tyto obtíže se dají stručně ukázat zkoumáním dějin

²⁴ T. S. Kuhn, *The Caloric Theory of Adiabatic Compression*, in: *Isis*, XLIX, 1958, str. 132-140.

dynamiky po Newtonovi. Na počátku osmnáctého století považovali vědci, kteří našli své paradigma v *Principiích*, jeho obecnost a závěry z něj plynoucí za jisté, a měli k tomu všechny důvody. Žádné dílo neumožnilo historii vědy současně takový růst oboru ani takový nárůst přesnosti výzkumů. V oboru nebeské mechaniky odvodil Newton Keplerovy zákony pohybu planet a vysvětlil některé z pozorovaných jevů, jimiž Měsíc těmto zákonům odporoval. Pro pozemské pohyby ověřil výsledky několika v minulosti příležitostně provedených pozorování kyvadla, pohybu po nakloněné rovině, přílivu a odlivu. Za některých dodatečných *ad hoc* učiněných předpokladů byl schopen odvodit Boyleův zákon a důležitý vzorec pro určení rychlosti zvuku ve vzduchu. Vzhledem ke stavu fyziky té doby byl úspěch těchto důkazů mimořádně působivý. Přes předpokládanou obecnou platnost Newtonových zákonů nebyl počet jejich aplikací příliš velký a Newton také téměř žádné další aplikace nevyvinul. Navíc ve srovnání s tím, čeho je dnes každý student fyziky schopen s těmito zákony dosáhnout, není těch několik Newtonových aplikací rozvinuto právě s příliš velkou přesností.

Omezme nyní svou pozornost na problém přesnosti. K tomu, aby bylo možno opatřit speciální údaje, které konkrétní použití Newtonova paradigmatu vyžadovalo, bylo potřeba speciálních zařízení - jako např. Cavendishovy aparatury, Atwoodova stroje nebo zdokonalených teleskopů. Podobné potíže s dosahováním shody existují i na straně teorie. Například při užití svých zákonů na pohyb kyvadla byl Newton nucen považovat závaží za hmotný bod, aby mohl poskytnout jedinečnou definici délky kyvadla. Mnohé z jeho teorémů nebraly - až na několik výjimek hypotetického a předběžného charakteru - v úvahu účinek odporu vzduchu. Byly to přiměřené fyzikální aproximace. Nicméně jako aproximace omezovaly souhlas, který byl očekáván mezi Newtonovými předpověďmi a skutečností experimentů. Stejně problémy se dokonce ještě jasněji objevily při použití Newtonovy teorie na nebeské pohyby. Jednoduchá kvantitativní pozorování teleskopy naznačovala, že planety nejsou zcela poslušné Keplerových zákonů a Newtonova teorie ukazovala, že by jich také být poslušné neměly. Při odvozování těchto zákonů byl Newton nucen pominout všechny přitažlivé gravitační síly mimo těch, které působí mezi jednotlivými planetami a Sluncem. Protože se však planety přitahují také navzájem, dá se očekávat

III. POVAHA NORMÁLNÍ VĚDY

pouze přibližná shoda mezi použitou teorií a teleskopickými pozorováními.²⁵

Stejně jako v případě kyvadla byla získaná shoda pro ty, kdo ji dosáhli, více než uspokojivá. Žádná jiná teorie nebyla tak blízko a tak dobře nesouhlasila. Nikdo z těch, kdo zpochybňovali platnost Newtonovy práce, tak nečinili na základě její omezené shody s experimentem a pozorováním. Ale omezenost této shody ponechala mnoho vzrušujících teoretických problémů Newtonovým následovníkům. Například bylo potřeba vyvinout teoretickou techniku k určení „ekvivalentní délky“ hmotného kyvadla, také bylo potřeba vyvinout techniku pro určení současného pohybu více než dvou vzájemně se přitahujících těles. Tyto a mnohé další problémy zaměšnávaly v průběhu osmnáctého a na počátku devatenáctého století mnoho nejlepších evropských matematiků. Bernoulli, Euler, Lagrange, Laplace a Gauss, všichni zaměřili své nejskvělejší práce na zlepšení souhlasu mezi Newtonovým paradigmatem a přírodou. Mnohé osobnosti stejného druhu pracovaly na vývoji matematických metod potřebných pro aplikace, o které se Newton ani nepokusil. Tyto osobnosti vytvořily ohromné množství literatury a mocných matematických technik pro hydrodynamiku a problémy kmitajících strun. Aplikační problémy představují asi nejskvělejší a nejnáročnější vědecké práce osmnáctého století. Jiné příklady by se daly odhalit při zkoumání doby po paradigmatu, a to ve vývoji termodynamiky, vlnové teorie světla, elektromagnetické teorie nebo v jiných odvětvích vědy, jejichž základní zákony jsou plně kvantitativní. Přinejmenším ve většině matematických věd jde převážně o práce právě tohoto druhu.

Ale ne všechny práce jsou tohoto druhu. Dokonce i v matematických vědách existují teoretické problémy artikulace paradigmatu. Právě v době, kdy má vědecký vývoj převážně kvalitativní charakter, se stávají tyto problémy vůdčími. Některé vědecké problémy převážně kvantitativního, ale i kvalitativního charakteru, se vědci snaží vyjasnit tím, zeje přeformulují. *Principia* nejsou vždy dilem, jež by se dalo snadno aplikovat, částečně proto, že si podržují jistou, u prvních pokusů nevyhnutelnou neobratnost, částečně proto, že většina jejich významu byla obsažena pouze implicitně v jejich

²⁵ A. Wolf, cit. d., str. 75-81, 96-101, a W. Whewell, *History of the Inductive Sciences*, oprav, vyd., London 1847, II, str. 213-271.

aplikacích. Proto se mnoho skvělých evropských matematických fyziků - od Bernoulliho, d'Alemberta a Lagrange v osmnáctém století až po Jacobiho Hertze ve století devatenáctém - opakovaně snažilo reformulovat Newtonovu teorii do formy, jež by sice byla ekvivalentní, ale logicky a esteticky uspokojivější. Přáli si totiž ukázat explicitní i implicitní poučky *Principií* v překladu, který by byl logicky souvislejší a který by ve svém použití na nově rozpracované problémy mechaniky byl více jednoznačný.²⁶

Podobné reformulace paradigmatu se opakovaně objevovaly ve všech vědách a mnohé z nich způsobily více podstatných změn než výše zmíněná reformulace *Principií*. Tyto změny byly výsledkem empirické práce, kterou jsme již dříve popsali jako činnost, jejímž cílem je paradigma artikulovat. Nazvat tento typ práce empirickým je věcí dohody, více než v jiných druzích normálního výzkumu jsou problémy artikulace paradigmatu současně teoretické i experimentální. Uvedený příklad může stejně tak dobře posloužit i na tomto místě. Předtím, než mohl Coulomb sestavit své zařízení a provést na něm měření, používal teorii elektřiny k tomu, aby určil, jak má toto zařízení vypadat. Důsledkem jeho měření bylo zjmenění této teorie. Nebo jiný příklad: muži, kteří navrhli pokus, jenž měl rozhodnout mezi různými teoriemi ohřívání stlačováním, byli tiž, kteří vytvořili různé verze této teorie. Pracovali jak s fakty, tak s teorií a výsledkem jejich práce nebyla pouze nová informace, nýbrž přesnější paradigma, získané vyloučením dvojznačností, které si podržovala jeho původní, pracovní forma. V mnoha vědách má normální práce převážně tento charakter.

Tyto tři třídy problémů - určení význačných faktů, srovnání faktů s teorií a artikulace teorie - podle mého názoru vyčerpávají literaturu normální vědy, a to jak empirické, tak teoretické. Nemohou samozřejmě vyčerpat veškerou vědeckou literaturu. Existují také mimořádné problémy a je možné, že právě v jejich vyřešení spočívá cena vědecké činnosti jako takové. Ale těchto problémů se naše tázání netýká. Objevují se pouze při zvláštních příležitostech, které připravuje rozvoj normálního výzkumu. Nutně však převážná většina problémů, jichž se ujímají nejlepší vědci, spadá do jedné z výše

²⁶ R. Dugas, *Histoire de la mécanique*, Neuchâtel 1950, knihy IV-V.

III. POVAHA NORMÁLNÍ VĚDY

naznačených kategorií. Práce v rámci paradigmatu se nedá vést jiným způsobem a opustit paradigma znamená přestat provozovat vědu, kterou toto paradigma vymezuje. Zakrátko ukážeme, že takové opuštění paradigmatu se ve vědě objevuje. Jsou to osy, okolo nichž se točí vědecké revoluce. Ale než začneme takové revoluce zkoumat, musíme získat širší rozhled po úsilí normální vědy, které revolucím připravuje cestu.

IV

NORMÁLNÍ VĚDA JAKO ŘEŠENÍ HÁDANEK

Snad nejnápadnější rys problémů normálního výzkumu, se kterým jsme se dosud setkali, tkví v tom, jak málo se tyto problémy snaží vytvořit nějaké velké novinky, pojmy nebo fenomény. Někdy -jako například v případě měření vlnových délek -je vše kromě nejskrytějších detailů výsledku známo dopředu a typický rozsah očekávaných výsledků je pouze o něco širší. Coulombova měření možná nemusela odpovídat zákonu převrácené hodnoty čtverce vzdálenosti; také muži, kteří pracovali na problému ohřívání plynu stlačováním, byli mnohdy připraveni na odlišné výsledky. Dokonce i v takových případech je obor předjímaných, a tedy i přijatelných výsledků jen stěží srovnatelný s oborem, který je schopna obsáhnout lidská představitivost. Vědecký projekt, jehož výsledky nespádají do takového užšího oboru, je obvykle výzkumnou chybou, která nemá svůj původ v přírodě, nýbrž pochází od vědce.

Například v osmnáctém století se věnovala jen malá pozornost pokusům o měření elektrické přitažlivé síly pomocí takového zařízení, jakým byly miskové váhy. Protože tyto pokusy neposkytovaly jednoduché ani souhlasné výsledky, nemohly být použity k artikulaci paradigmatu, z něhož byly odvozeny. Proto také zůstaly *pouhými* fakty, nevztahenými a nevztažitelnými k neustále se rozvíjejícím výzkumům elektřiny. Pouze při zpětném pohledu, máme-li již k dispozici paradigma, můžeme vidět, jakou charakteristiku elektrických jevů tyto pokusy ukazovaly. Coulomb a jeho následovníci samozřejmě také ovládali toto pozdější paradigma nebo paradigma, které při použití na problémy elektrické přitažlivosti poskytovalo stejné předpovědi. Proto byl Coulomb také schopen navrhnout přístroj, který dával výsledky přizpůsobitelné rozpracovávanému paradigmatu. Proto také jeho výsledky nikoho nepřekvapily a proto je mnozí Coulombovi současníci byli schopni předpovědět. Projekt, je-

IV. NORMÁLNÍ VĚDA JAKO ŘEŠENÍ HÁDANEK

hož cílem je artikulovat paradigma, nemůže usilovat o *neočekávané* novinky.

Nejsou-li však cílem normální vědy větší zásadní novinky - znamená-li selhání snahy dostat se do blízkosti předjímaných výsledků obvykle selhání vědce - pak proč se těmito problémy vůbec zabýváme? Odpověď již byla částečně dána. Přinejmenším pro vědce jsou výsledky získané normálním výzkumem podstatné, protože přispívají k oblasti použitelnosti paradigmatu a k jeho přesnosti. Tato odpověď však nemůže objasnit důvěru vědců a jejich nadšení pro problémy normálního výzkumu. Nikdo se například nevěnuje roky vývoji lepšího spektrometru nebo vytvoření lepšího řešení problému kmitající struny jen kvůli důležitosti informace, které se tím dosáhne. Údaje získané vypočítáním efemerid nebo dalšími měřeními pomocí již existujícího přístroje jsou často stejně důležité, ale těmito činnostmi vědci často pohrdají proto, že jsou do značné míry opakováním již dříve vyvinutých postupů. Toto odmítání poskytuje vodítko k vysvětlení, proč jsou problémy normálního výzkumu tak přitažlivé. Přestože se výsledky těchto problémů dají předpokládat až do takových podrobností, že to, co zbývá poznat, je často nezajímavé, přetrvávají přesto pochybnosti o způsobu získávání těchto výsledků. Dovést problém normálního výzkumu k řešení znamená dosáhnout toho, co již bylo předjímano, novým způsobem. To vyžaduje vyřešení všemožných složitých přístrojových, pojmových a matematických hádanek. Člověk, kterému se to podaří, se sám prokazuje jako odborník na řešení hádanek a hádanky jsou výzvou, jež je důležitou částí pohnutek, které jej ženou vpřed.

Termíny „hádanka“ a „řešitel hádanek“ dávají vystoupit některým tématům, která se na předchozích stránkách postupně ukázala jako význačná. Hádanky, ve zde užívaném standardním významu, jsou zvláštní třídou problémů, jejichž řešením se dá testovat vynalézavost nebo důvtip. Slovníkovými ukázkami jsou „skládačka“ a „křížovka“; mají stejné vlastnosti jako problémy normální vědy, které se nyní snažíme vymezit. Jeden z nich jsme již zmínili. Kritériem toho, zda je hádanka dobrá, není to, že její výsledek je zajímavý nebo důležitý. Naopak, skutečně tíživé problémy, např. léčení rakoviny nebo zajištění trvalého míru často vůbec nejsou hádankami, a to proto, že nemívají řešení. Představme si skládačku, jejíž kousky jsou náhodně vybrány ze dvou navzájem odlišných škatulek. Protože tento problém bude asi odolávat řešení (i když by nemusel)

i pro nejvynalézavějšího člověka, nemůže sloužit k testování obratnosti. Kritériem hádanky není její vnitřní hodnota, nýbrž jistota existence řešení.

Jak jsme již viděli, jedna z věcí, jež vědecká komunita získá spolu s nějakým paradigmatem, je kritérium pro výběr problémů, u kterých se při zajištění platnosti paradigmatu předpokládá existence řešení. Do značné míry uznává vědecká společnost pouze tyto problémy jako vědecké, a ty dodávají jejím členům odvalu k tomu, aby se jich ujali. Jiné problémy, včetně mnoha těch, které byly dříve standardní, jsou odmítány jako metafysické, jako problémy jiných disciplín a někdy jako příliš problematické, na něž je škoda času. Z tohoto důvodu může paradigma dokonce izolovat společenství od společensky důležitých problémů, které se nedají převést na hádankovou formu, protože se nedají vyjádřit pojmovými a instrumentálními prostředky, které paradigma poskytuje. Takové problémy mohou být zavádějící, jak skvěle ukazují nejen některé stránky baconismu sedmnáctého století, ale i některé současné vědy. Jeden z důvodů, proč se zdá, že normální věda jde rychle kupředu, je skutečnost, že se odborníci soustředí na problémy, od jejichž řešení je odděluje pouze nedostatek vynalézavosti.

Jsou-li však problémy normální vědy v tomto smyslu hádankami, pak se už nepotřebujeme ptát, proč na ně vědci útočí tak vášnivě a proč se jim tak oddávají. Člověka může věda přitahovat z nej-různějších důvodů. Například přání být užitečný, vzrušení při prozkoumávání nových území, naděje v nalezení řádu a puzení k tomu, podrobit testu již ustavené vědomosti. Tyto a další motivy také pomáhají vymezit speciální problém, kterým se později budeme zabývat. I když výsledky někdy přináší zklamání, přesto existuje dobrý důvod, proč podobné motivy člověka nejprve přitahují a posléze vedou.²⁷ Vědecká činnost jako celek čas od času ukáže svou užitečnost, otevře novou oblast, vyjeví řád a potvrdí dlouho přijímané přesvědčení. Nicméně *jedinec* zabývající se problémy normálního výzkumu *téměř nikdy žádnou z těchto věcí neučiní*. Jeho motivace k výzkumu je poněkud jiného druhu. Výzvou je pro něj

²⁷ Zklamání vyvolané rozporem mezi individuální rolí a všeobecným charakterem vědeckého vývoje však může být někdy vážné. O tomto tématu viz L. S. Kubie, *Some Unsolved Problems of the Scientific Career*, in: *American Scientist*, XU, 1953, str. 596-613 a XLII, 1954, str. 104-112.

IV. NORMÁLNÍ VĚDA JAKO ŘEŠENÍ HÁDANEK

přesvědčení, že pokud bude dostatečně obratný, bude mít úspěch při řešení hádanky, kterou nikdo před ním buď nevyřešil vůbec, nebo alespoň ne tak dobře jako on. Mnozí z největších vědců věnovali veškerou svou vědeckou pozornost vyhledávání takových hádanek. V mnoha případech k tomu určitá oblast neposkytuje žádnou příležitost, tím se však nestává pro ty, kdo jí propadli, o nic méně uchvacující.

Obraťme nyní svou pozornost k jiné, obtížnější a přínosnější stránce paralely mezi hádankou a problémy normální vědy. Má-li být problém klasifikován jako hádanka, pak jej musí charakterizovat něco více než pouhý předpoklad řešení. Musí také existovat pravidla omezující jak povahu přijatelných řešení, tak kroky, jimiž se tohoto řešení dosahuje. Například vyřešit skládačku neznamena pouze „udělat obrázek“. Dítě nebo dnešní umělec by mohli obrázek udělat rozhozením vybraných dílků, vytvořením abstraktního tvaru na neutrálním pozadí. Takto vytvořený obrázek by mohl být a jistě by i byl mnohem originálnější než ten, ze kterého je skládačka vytvořena. Nicméně takový obrázek by nebyl řešením skládačky. Aby bylo dosaženo řešení, je nutno použít všechny dílky, ty musí být položeny rubem dolů a navzájem bez použití násilí spojeny tak, aby mezi nimi nezbyvaly díry. To jsou některá z pravidel, jimiž se řešení skládačky řídí. Podobná omezení přijatelných řešení se dají snadno odhalit i u křížovek, rébusů a šachových úloh.

Přijmeme-li obecně rozšířený význam pojmu „pravidlo“ (který bude příležitostně roven „ustálenému stanovisku“ nebo „předsudku“), bude problém, přístupný v rámci určité výzkumné tradice, vykazovat soubor charakteristik větší, než je tomu u hádanky. Člověk, který stavi přístroj k určení vlnové délky světla, se nemůže spokojit s kouskem zařízení, přisuzujícím pouze čísla určitým spektrálním čarám. Vědec totiž není pouze průzkumníkem nebo měřičem. Naopak, musí rozbořem svého přístroje, provedeným v rámci ustavené optické teorie ukázat, že čísla, která jeho přístroj produkuje, jsou ta jediná, jež vystupují v teorii jako vlnové délky. Pokud by v teorii nebo neanalyzované části jeho přístroje zbyly nějaké nejasnosti, které by bránily v završení tohoto důkazu, pak by jeho kolegové mohli usoudit, že nenaměřil vůbec nic. Například maxima při elektronovém rozptylu, která se později ukázala být známkami elektronové vlnové délky, neměla v době svého prvního zpozorování a zaznamenání žádný zjevný význam. Dříve než se mohla stát mírou

něčeho, musela být vztažena k teorii, která předpovídala vlnové chování pohybující se hmoty. A teprve když byl tento vztah ukázán, změnila se konstrukce přístrojů tak, aby výsledky pokusů mohly být v jednoznačné korelaci s teorií.²⁸ Dokud nebyly tyto podmínky splněny, nemohl být problém vyřešen.

Podobná omezení jsou závazná i pro přípustná řešení teoretických problémů. V průběhu osmnáctého století se vědcům neustále nedařilo odvodit pohyb měsíce z Newtonových zákonů a gravitace tak, aby tento pohyb souhlasil s pozorováním. V důsledku toho někteří z nich navrhovali nahradit zákon obrácené hodnoty čtverce vzdálenosti zákonem, který se od uvedeného lišil v oboru malých vzdáleností. Takové nahrazení by však změnilo paradigma, položilo by hádanku novou a starou by nevyřešilo. Vědci tedy zachovali tato pravidla až do roku 1750, kdy jeden z nich objevil způsob, jímž se dala úspěšně použít.²⁹ Pouze změna pravidel hry mohla poskytnout nějakou jinou možnost.

Studium tradice normální vědy odhalilo mnoho dodatečných pravidel, a ta poskytla mnoho informací o důvěře, kterou vědci ze svého paradigmatu čerpali. Co můžeme říci o hlavních kategoriích, do nichž se tato pravidla rozpadají?³⁰ Nejzřejmější a snad nejvíce zavazující pravidlo je ukázáno na příkladech těch typů zobecnění, o kterých jsme se již zmínili. Jsou to explicitní vyjádření vědeckých zákonů, pojmů a teorií. Jsou-li tato pravidla stále ctěna, pak tato vyjádření mohou pomoci položit hádanky a omezit jejich přijatelná řešení. Například Newtonovy zákony tuto funkci vykonávaly v průběhu osmnáctého a devatenáctého století. V té době bylo množství hmoty pro vědce základní ontologickou kategorií a síly působící mezi částmi hmoty byly vůdčími předměty výzkumu.³¹ V chemii působil po dlouhou dobu přesně stejným způsobem zákon stejných slučovacíh poměrů - stanovil problém atomových hmotností, byl tím, co zavazovalo přípustné výsledky chemické analýzy,

²⁸ Krátký popis vývoje těchto pokusů viz str. 4 v C. J. Davissonově přednášce in: *Lesprix Nobel en 1937*, Stockholm 1938.

²⁹ W. Whewell, *History of the Inductive Sciences*, oprav. vyd., London 1857, II, str. 101-105, 220-222.

³⁰ Tuto otázku dlužím W. O. Hagstromovi, jehož práce o sociologii vždy se občas překrývá s mou prací.

³¹ Tyto stránky newtonismu viz I. B. Cohen, cit. d., kap. VII, zvl. str. 255-257, 275-277.

IV. NORMÁLNÍ VĚDA JAKO ŘEŠENÍ HÁDANEK

a byl i ohledem, kterým se řídili chemici při určování toho, co jsou atomy, molekuly, složky a směsi.³² Dnes mají stejné postavení Maxwellovy rovnice a zákony statistické termodynamiky.

Podobná pravidla však nejsou mezi těmi, která předvádí studium historie, ani jedinečná, ani nejzajímavější. Na mnohem nižší a konkrétnější úrovni, než je rovina zákonů a teorií, se například často vyskytuje setrvávání u některých upřednostňovaných typů nástrojů a u způsobů, jimiž mohou být tyto přijaté nástroje legitimně použity. Změna postoje k roli ohně pro chemickou analýzu hrála v sedmnáctém století ve vývoji chemie důležitou roli.³³ Helmholtz se setkal se silným odporem ze strany fyziologů vůči významu fyzikálních experimentů, které by mohly osvětlit pole fyziologie.³⁴ Překvapivá historie chromatografie v našem století opět ukazuje vytrvalé lpění na určitých nástrojích, které - stejně jako zákony a teorie - poskytují vědcům pravidla hry.³⁵ Pokud bychom historicky rozebrali objev paprsků X, našli bychom důvody pro lpění tohoto druhu.

Na vyšší úrovni se při studiu dějin vědy ukazuje kvazimetafysická závaznost, méně závislá na místě a čase, ale přesto pozměňující charakteristiku vědy. Například přibližně od roku 1630, a zvláště po zveřejnění Descartových spisů, které měly ohromnou vědeckou působnost, mnozí vědci v oboru fyziky předpokládali, že vesmír se skládá z mikroskopických částecek a že všechny přírodní jevy se dají vysvětlit tvarem, velikostí, pohybem a vzájemným působením těchto částecek. Soubor těchto přesvědčení měl prokazatelně jak metafysickou, tak metodologickou povahu. Jakožto metafysický říkal vědcům, jaké druhy entit vesmír obsahuje a jaké ne: ve vesmíru byla pouze hmota, která měla určitou formu a určitý pohyb. Jakožto metodologický říkal vědcům, jak musí vypadat nejobecnější zákony a základní vysvětlení: zákony musí určovat pohyb částic a jejich interakci, vysvětlení musí převádět daný přírodní jev na děj mezi

³² Tento příklad bude zanedlouho rozebrán na konci X. kapitoly.

³³ H. Metzger, *Les doctrines chimiques en France du debut de XVIIe siecle á la fin du XVIIIe siecle*, Paris 1923, str. 359-361; M. Boas, *Robert Boyle and Seventeenth Century Chemistry*, Cambridge 1958, str. 112-115.

³⁴ L. Konigsberg, *Hermann von Helmholtz*, přel. F. A. Welby, Oxford 1906, str. 65-66.

³⁵ J. E. Meinhard, *Chromatography: A Perspective*, in: *Science*, CX, 1949, str. 387-392.

těmito částčkami, a to v mezích fyzikálních zákonů. Podstatnější je, že na částčkách založená představa o vesmíru vědcům také určovala problémy, na něž by se měl zaměřit jejich výzkum. Například chemik, který -jako Boyle - přijal tuto novou filosofii, věnoval zvláštní pozornost reakcím považovaným za transmutace. Tyto reakce jasněji než jiné ukazovaly proces přeuspořádání částček, který musí být základem všech chemických změn.³⁶ Podobný vliv teorie částic je možno pozorovat i při studiu mechaniky, optiky a tepla.

A nakonec - na ještě vyšší úrovni - existuje další soubor závazností, bez nichž člověk nemůže být vědcem. Musí se například snažit porozumět světu a zvyšovat přesnost a rozšiřovat oblast, v níž se svět ukazuje jako uspořádaný. Tento závazek jej naopak musí vést k tomu, že - ať už sám nebo za pomoci svých kolegů - některé stránky přírody prozkoumává až do empirických podrobností. A pokud se při tomto zkoumání ukáže nějaký prostor bez zjevného uspořádání, pak pro vědce musí být výzvou ke zjemňování pozorovací techniky a k další artikulaci teorie. Nepochybně existují i další podobná pravidla, která vědci v minulosti vždy dodržovali.

Existence takové silné sítě závazků - pojmových, teoretických, instrumentálních a metodologických -je pramenem metafory, která klade mezi normální vědu vztah a řešení hlavolamu. Tato síť totiž poskytuje pravidla, která odborníkům v určitém specializovaném odvětví říkají, co jsou svět i věda zač, a odborníci se pak mohou soustředit na esoterické problémy, které jsou pro ně těmito pravidly a existujícím poznáním vymezeny. Osobní výzvou je pro jednotlivého odborníka problém, jak dovést k řešení i zbytek hádanky. Tyto a další stránky výkladu o hlavolamech a pravidlech osvětlují povahu praxe normální vědy. Na druhou stranu však toto vysvětlení může být značně zavádějící. Ačkoli zřejmě existují pravidla, jichž se všichni odborníci daného vědeckého oboru v určitou dobu drží, nemusí sama o sobě stanovit všechny společné rysy činnosti těchto odborníků. Normální věda je činností vysoce determinovanou, ale

³⁶ O teorii žasteček obecně viz M. Boas, *The Establishment of the Mechanical Philosophy*, in: *Osiris*, X, 1952, str. 412-541. Účinek této teorie na Boylovu chemii viz T. S. Kuhn, *Robert Boyle and Structural Chemistry in the Seventeenth Century*, in: *Jsis*, XLIII, 1952, str. 12-36.

IV. NORMÁLNÍ VĚDA JAKO ŘEŠENÍ HÁDANEK

nemusí být pravidly nutně determinována celá. To je důvod, proč jsem na počátku tohoto eseje jako zdroje souvislosti tradice normálního výzkumu uváděl raději společně sdílená paradigmata než pravidla, předpoklady a stanoviska. Tvrdím, že pravidla jsou odvozena z paradigmat, ale že paradigmata mohou vést vědecké bádání dokonce i tehdy, když žádná pravidla nejsou.

V

PRIORITA PARADIGMAT

Abychom mohli odhalit vztah mezi pravidly, paradigmaty a normální vědou, zkoumejme nejprve způsob, jímž historici izolují ta zvláštní *loci závazností*, výše popsaných jako všeobecně přijatá pravidla. Bližší dějinné zkoumání určitého specializovaného oboru v dané době odkryje řadu opakujících se a kvazistandardních názorných příkladů rozmanitých teorií a jejich použití v oblasti pojmu, pozorování i v oblasti instrumentální. Jsou to společenství paradigmat, která jsou odhalována v učebnicích, při přednáškách a při laboratorních cvičeních. Studium těchto paradigmat a práci s nimi se členové určitého vědeckého společenství učí svému řemeslu. Dějepisec samozřejmě navíc odhalí zpola skrytou oblast výsledků, jejichž status je zatím pochybný, ale jejichž jádro řešených problémů a použitých technik jsou obvykle jasná. Navzdory občasným neurčitostem je možno paradigmaty vyspělého vědeckého společenství stanovit poměrně snadno.

Určení společných paradigmat však není totéž co určování společných pravidel. K tomu je potřeba dalšího a typově poněkud odlišného kroku. V tomto kroku musí historik nejen vzájemně srovnat paradigmaty společenství navzájem, ale i srovnat tato paradigmaty se současnými badatelskými výsledky vědeckého společenství. Přitom předmětem jeho práce je odhalení těch izolovatelných prvků - explicitně či implicitně vyjádřených - , které členové společenství *abstrakcí* vydělili z obecnějších paradigmat a které rozvinuli jako pravidla vlastního výzkumu. Každý, kdo se pokoušel popsat či analyzovat vývoj určité vědecké tradice, musel nutně hledat takové přijaté principy a taková pravidla. Jak ukazuje předchozí oddíl, téměř jistě se jeho úsilí setká alespoň částečně s úspěchem. Bude-li však jeho zkušenost stejná jako má, nutně shledá, že hledání pravidel je méně snadné a méně uspokojivé než hledání paradigmat. Některá ze zobecnění, která použije při popisu přesvědčení, jež společenství sdílí, pro něj nebudou představovat problém. Avšak zobecnění jiná, včetně těch, která jsem pro dokreslení použil výše, se mu budou zdát poněkud silná. Někteří členové zkoumaného

V. PRIORITA PARADIGMAT

společnosti by tato zobecnění při takovém či jiném způsobu formulace odmítli. Máme-li však souvislost výzkumné tradice pochopit z jejích pravidel, pak je nutné nějak upřesnit společný základ odpovídající oblasti. Nakonec se hledání nějakého souboru pravidel vhodných k tomu, aby založila určitou tradici normálního výzkumu, stane zdrojem trvalého a hlubokého zklamání.

Avšak zkušenost zklamání umožňuje diagnózu jeho zdrojů. Vědci mohou potvrdit, že Newton, Lavoisier, Maxwell nebo Einstein dali vzniknout zjevně trvalým řešením skupiny nevyřešených problémů, a přesto - někdy aniž by si toho byli vědomi - nevyhověli těm zvláštním abstraktním charakteristikám, díky kterým se těmto řešením dostalo trvalosti. Mohli totiž dosáhnout své *identifikace* s paradigmatem, aniž by však dosáhli shody v jeho plné *interpretaci* nebo *racionalizaci* a aniž by se o tuto shodu alespoň pokusili. Avšak paradigma nepřestává hrát ve výzkumu vůdčí roli ani při nedostatku standardních interpretací nebo shodných redukci paradigmatu na pravidla. Normální vědu lze částečně určit přímým ohledáním paradigmat, postupem, při němž formulování pravidel a předpokladů může často pomoci, ale který na této formulaci není závislý. Ve skutečnosti nemusí z existence paradigmatu nutně plynout, že existuje příslušný úplný soubor pravidel.³⁷

První důsledek těchto tvrzení bude nutně ten, že se objeví problémy. Chybí-li patřičný soubor pravidel, co tedy omezuje vědce na nějakou určitou normální vědeckou tradici? Co má znamenat věta o „přímém ohledání paradigmatu“? Částečné odpovědi na podobné otázky rozvinul - i když ve zcela jiné souvislosti - ve svém pozdním období Ludwig Wittgenstein. Protože tato souvislost je mnohem základnější a je obecně více známa, pomůže nám, když nejprve uvážíme formu jeho argumentace. Co potřebujeme vědět - ptá se Wittgenstein - k tomu, abychom použili jednoznačně a bezesporně termíny jako „židle“, „list“ nebo „hra“?³⁸

³⁷ Michael Polanyi skvěle rozvinul velmi podobný námět a tvrdil, že mnoho z vědeckého úspěchu závisí na „tichém vědění“, tj. na vědění, které je získáváno praxí a které není možno výslovně formulovat. Viz jeho *Personal Knowledge*, Chicago 1958, zejména kap. V a VI.

³⁸ L. Wittgenstein, *Philosophical Investigations*, přel. G. E. M. Anscombe, New York 1953, str. 31-36. Wittgenstein však neříká téměř nic o druhu světa, kterého je v jím načrtnutém postupu pojmenování třeba. Proto mu není možno část následujících úvah připsat.

Tato otázka je velmi stará a obecná odpověď na ni byla ta, že se řeklo, že vědomě či intuitivně musíme vědět co *jest* židle, list nebo hra. Musíme tedy uchopit určitý soubor atributů, společných všem hrám, takových, které mají všechny hry dohromady. Avšak Wittgenstein usoudil, že pro daný způsob používání jazyka a pro typ světa, na který se tento jazyk používá, nemusí takový soubor charakteristik vždy existovat. Ačkoli rozbor *některých* atributů, jež jsou sdíleny nějakým *množstvím* her nebo židlí nebo listů nám často pomáhá zjistit, jak se jim odpovídající termíny používají, přesto neexistuje soubor charakteristik, který by se dal současně použít na všechny členy třídy a pouze na ně. Namísto toho si počínáme tak, že setkáme-li se s nějakou činností, již jsme dosud nepozorovali, použijeme na ni termín „hra“ proto, že vidíme, že tato činnost nese znaky nějaké blízké, „rodinné podobnosti“ s určitou množinou činností, které jsme si v minulosti navykli nazývat jménem „hra“. Krátce řečeno, pro Wittgensteina jsou hry, židle a listy přirozené rodiny, z nichž každou zakládá síť vzájemně se překrývajících a křížících se podobností. Existence takové sítě dostatečně vysvětluje náš úspěch při identifikaci odpovídajících předmětů nebo činností. Pouze v případě, že jmenované rodiny se s nějakou další rodinou překrývají a postupně s ní splývají -, totiž pokud neexistují *přirozené* rodiny - poskytne nám náš úspěch při identifikaci a pojmenovávání důkaz o souboru společných charakteristik, odpovídajících každé z námi používaných tříd jmen.

Něco podobného se dá tvrdit i o různých problémech a technikách výzkumu, vyskytujících se v jedné určité tradici normální vědy. Tyto problémy a techniky nemají společné to, že vyhovují nějakému explicitnímu a plně odhalitelnému souboru pravidel a předpokladů, který by určité tradici vtiskoval její charakter a udržoval ji ve vědeckém povědomí. Problémy a techniky mohou být k určitému souboru vědeckého poznání vztaženy na základě podobnosti a toho, že se tomuto souboru, který dotyčné společenství uznalo za pevně ustavené dosažené výsledky, přizpůsobuje. Vědci pracují s modely, které získávají v průběhu vzdělávání a pod vlivem literatury, a často si ani neuvědomují charakteristiky, které tomuto modelu ve společenství daly postavení paradigmatu, nebo aniž by tyto charakteristiky vůbec potřebovali znát. Proto vědci nepotřebují úplný soubor pravidel. Vnitřní souvislost, kterou vykazuje výzkumná tradice, již se vědci účastní, nemusí mít nutně za následek exis-

V. PRIORITA PARADIGMAT

tenči nějakého zakládajícího souboru pravidel či předpokladů, který by se snad dal odhalit dodatečným historickým či filosofickým zkoumáním. To, že se vědci obvykle neptají po tom, co určitý problém nebo řečení legitimuje, a že o tom nediskutují, nás svádí k tomu, abychom si mysleli, že - alespoň intuitivně - znají na tuto otázku odpověď. Ale může tím také vycházet najevo prostě to, že ani otázku, ani odpověď nepovažují vědci za relevantní pro svůj výzkum. Paradigmata určitého výzkumu, který z nich může být jednoznačně vyvozen, mohou být vůči nějakému souboru pravidel prvotní i závaznější.

Doposud byl tento problém ryze teoretický: paradigmata *mohou* určovat normální vědu, aniž by do tohoto procesu zasahoval nějaký soubor pravidel, který by bylo možno odhalit. Chtěl bych se nyní pokusit tento problém vyjasnit a vyzdvihnout jeho naléhavost, a to tak, že ukážu některé důvody svého přesvědčení, že paradigmata skutečně tímto způsobem působí. Prvním důvodem, který již byl v plně šíři rozebírán, je určitá obtíž při odkrývání pravidel, jež vedou tradici normální vědy. Tato obtíž je velmi podobná té, se kterou se setkává filosof, když se snaží říci, co mají všechny hry dohromady společného. Druhý důvod, jehož je prvý pouhým logickým důsledkem, spočívá v povaze vědecké výchovy. Je snad již zřejmé, že vědci se nikdy neučí samostatné abstraktní pojmy, zákony a teorie. S těmito myšlenkovými nástroji se vědci od samého počátku setkávají pouze v rámci určité předem dané dějinné a pedagogické jednoty, v níž se ukazují spolu s aplikacemi a pomocí těchto aplikací. Nová teorie se vždy ohlašuje společně se svými aplikacemi v daném oboru přírodních jevů; bez nich by se ani nemohla ucházet o přijetí. Poté, co je teorie přijata, ji tyto a jiné aplikace doprovázejí v učebnicích, z nichž se odborníci učí svému řemeslu. Aplikace nejsou v učebnicích uváděny jako pouhé rozšíření nebo dokumentace. Naopak, proces osvojování si teorie je závislý na studiu aplikací, a to včetně řešení problému jak na papíře, tak za pomoci laboratorních přístrojů. Například student newtonovské mechaniky spíše pochopí smysl termínů jako „síla“, „hmotnost“, „prostor“ a „čas“ na základě pozorování a účasti na aplikaci těchto pojmů na řešení problémů než díky neúplným, i když někdy užitečným definicím obsažených v textech.

Tento proces učení bezprostřední zkušeností získanou cvičením nebo výkonem pokračuje po celou dobu odborné přípravy. Tak, jak

student pokračuje od svých začátečních kurzů až po doktorskou disertaci, objevují se před ním problémy složitější a stále méně předem podložené. Tyto problémy neustále přizpůsobuje předcházejícím vědeckým výsledkům a stejně tak i problémy, kterými se bude zabývat během své další vědecké dráhy. Každý má svobodu se domnívat, že vědec někde během své dráhy intuitivně odvodil pravidla hry, ale existuje málo důvodů, proč tomu věřit. Přestože mnozí vědci lehce a hezky hovoří o zvláštní a ojedinělé hypotéze, která je základem určité části momentálně probíhajícího výzkumu, při charakterizování základny svého oboru a při vykazování problému a metod tohoto oboru jsou jen něčím o málo více než pouhými laiky. Pokud si vůbec osvojili abstrakci takových pravidel, pak hlavně díky schopnosti provádět úspěšný výzkum. Taje však pochopitelná i bez odkazu na nějaká domnělá pravidla hry.

Důsledky vědecké výchovy však mají i svou druhou stránku, která poskytuje další, třetí důvod pro přesvědčení, že paradigmata vedou výzkum jak tím, že si jej přímo přizpůsobují, tak i díky odvozeným pravidlům. Normální vědu lze provozovat bez pravidel jen tehdy, pokud určité vědecké společenství bez dalších otázek přijímá již dosažená řešení problémů. Kdykoli paradigmata nebo modely upadají do nejistoty, nabývají pravidla na důležitosti a vytrácí se bezstarostnost jejich určení. A přesně to se stává. Zvláště předparadigmatické období se pravidelně vyznačuje tím, že v něm dochází k častým a hlubokým sporům o legitimitu metod, problémů a standardních řešení, i když tyto spory slouží spíše k vymezení různých škol než k tomu, aby se došlo k nějaké shodě. Některé ze sporů v rámci optiky a elektřiny, které jsme již zaznamenali, hrály ve vývoji chemie sedmnáctého a geologie počátku devatenáctého století stále větší roli.³⁹ Navíc se tyto spory nevytráčí jednou provždy tím, že se objeví paradigma. Ačkoli během období normální vědy téměř neexistují, pravidelně se vrací těsně před vědeckou revolucí a během ní, tedy v období, kdy jsou paradigmata poprvé

³⁹ Chemie viz H. Metzger, *Les Doctrines chimiques en France du debut du XVII^e siècle et à la fin du XVIII^e siècle*, Paris 1923, str. 24-27, 146-149 a M. Boas, *Robert Boyle and Seventeenth-Century Chemistry*, Cambridge 1958, kap. II. Geologie viz W. F. Cannon, *The Uniformitarian-Catastrophist Debate*, in: *Isis*, LI, 1960, str. 38-55 a C. C. Gillispie, *Genesis and Geology*, Cambridge (Mass.) 1951, kap. IV-V.

V. PRIORITA PARADIGMAT

terčem útoku a posléze i předmětem změn. Přejít od newtonovské mechaniky k mechanice kvantové vyvolal mnoho sporů o povaze fyziky a jejich standardů. Některé z těchto sporů dosud pokračují.⁴⁰ Ještě dnes žijí lidé, kteří se mohou rozpomenout na podobné argumenty, jež se zrodily z Maxwellovy elektromagnetické teorie i ze statistické mechaniky.⁴¹ V dobách ještě dřívějších dala asimilace Galileovy a Newtonovy mechaniky vzniknout slavné sérii debat s aristoteliky, kartezianisty a leibnizianisty o standardech, které legitimují vědu.⁴² Ztratí-li vědci shodný názor na to, zda základní problémy jejich oboru jsou vyřešeny či nikoli, pak hledání pravidel nabývá funkce, kterou normálně nemá. Zůstávají-li paradigmatata zabezpečena, mohou fungovat i bez toho, aby se v jejich racionalizaci dosáhlo shody a dokonce aniž by vůbec k nějakému pokusu o racionalizaci došlo.

Čtvrtým důvodem pro to, že považují paradigma za přednostní před nějakými sdílenými pravidly a předpoklady, můžeme tento oddíl uzavřít. V úvodu k tomuto eseji se tvrdí, že existují revoluce jak malé, tak velké, že některé revoluce se týkají pouze členů nějakého podoboru a že pro skupinu vědců v takovém podoboru může být revolucí i objev nějakého neočekávaného jevu. Následující oddíl uvede některé vybrané revoluce tohoto druhu, dosud není zdaleka jasné, jak k nim vůbec může docházet. Je-li normální věda skutečně tak rigidní a je-li vědecké společenství tak pevně sklobené, jak plyne z předcházejícího rozboru, pak vyvstává otázka, jak může změna paradigmatu působit pouze na nějakou malou podskupinu? Může se zdát, že z dosud řečeného plyne, že normální věda je

⁴⁰ Spory o kvantové mechanice viz J. Ullmo, *La crise de la physique quantique*, Paris 1950, kap. II.

⁴¹ Statistická mechanika viz R. Dugas, *La théorie physique au sens de Boltzmann et ses prolongements modernes*, Neuchâtel 1959, str. 158-184, 206-219. Receptce Maxwellovy práce viz M. Planck, *Maxwell's Influence in Germany*, in: *James Clerk Maxwell: A Commemoration Volume, 1831-1931*, Cambridge 1931, str. 45-65, zvl. str. 58-63 a S. P. Thompson, *The Life of William Thomson Baron Kelvin of Largs*, London 1910, II, str. 1021-1027.

⁴² Příklad souboje s aristoteliky viz A. Koyré, *A Documentary History of the Problem of Fall from Kepler to Newton*, in: *Transactions of the American Philosophical Society*, XLV, 1955, str. 329-395. Debata mezi kartezianisty a leibnizianisty viz P. Brunet, *L'introduction des théories de Newton en France au XVIII^e siècle*, Paris 1931 a A. Koyré, *From the Closed World to the Infinite Universe*, Baltimore 1957, kap. XI.

jediným, jednolitým a jednotným podnikem, který musí stát či padat s každým z paradigmat stejně jako se všemi paradigmaty najednou. Ale věda je něčím takovým očividně jen zřídka nebo nikdy. Místo toho -podíváme-li se na všechny obory najednou - se zdá být spíše vratkou strukturou s jen slabou souvislostí mezi svými vnitřními částmi. Nic z dosud řečeného však tomuto všeobecně známému jevu neodporuje. Naopak, záměna paradigmat za pravidla usnadní pochopení různorodosti vědeckých oborů a speciálních odvětví. Pravidla, pokud výslovně existují, jsou obvykle společná velmi široké skupině vědců, ale u paradigmat tomu tak nutně být nemusí. Odborníci z velmi vzdálených oblastí, například z astronomie a taxonomické botaniky, jsou při výchově ovlivněni zcela odlišnými vědeckými výsledky, popsány ve zcela odlišných knihách. Dokonce i člověk, který pracuje na stejném nebo velmi blízkém poli a který začal studovat mnohé stejné knihy a vědecké výsledky, může dospět během své odborné specializace ke zcela odlišnému paradigmatu.

Uvažme jednoduchý příklad poměrně velkého a různorodého společenství, tvořeného všemi fyziky. Každý člen této skupiny si v dnešní době osvojí řekněme zákony kvantové mechaniky a mnozí členové tyto zákony používají při své výzkumné či pedagogické činnosti. Ne všichni se však učí stejným aplikacím těchto zákonů, a proto nejsou všichni stejným způsobem ovlivněni změnami v praxi kvantové mechaniky. Na cestě k odborné specializaci se někteří fyzikové setkají pouze se základními principy kvantové mechaniky. Jiní studují podrobně paradigmatické aplikace těchto principů v chemii, jiní ve fyzice pevných látek atd. Význam kvantové mechaniky pro toho kterého vědce závisí na tom, jaké přednášky absolvoval, jaké texty četl a jaké časopisy studuje. Z toho vyplývá, že i když změny zákonů kvantové mechaniky budou mít revoluční charakter pro všechny tyto skupiny, změny, které se budou týkat pouze té či oné paradigmatické aplikace kvantové mechaniky, mohou být revoluční pouze pro členy určité odborné podskupiny. Pro ostatní odborníky a pro ty, kteří provozují některou z jiných fyzikálních věd, tato změna nemusí být vůbec revoluční. Krátce řečeno, i když je kvantová mechanika (nebo newtonovská dynamika nebo elektromagnetická teorie) paradigmatem mnoha vědeckých skupin, není pro všechny tyto skupiny paradigmatem stejným. Proto je možno určit několik souběžných tradic normální vědy, které se překrývají, aniž

V. PRIORITA PARADIGMAT

by měly stejný rozsah. Revoluce v jedné z těchto tradic nemusí nutně zasáhnou tradice jiné.

Stručný příklad účinku specializace snad přidá celé sérii uvedených tvrzení na síle. Jistý badatel, který se pokoušel zjistit, co si vědci představují pod teorií atomů, se zeptal význačného fyzika a skvělého chemika na to, zda jeden jediný atom hélia je molekulou či nikoli. Oba odpověděli bez zaváhání, ale jejich odpovědi nebyly stejné. Pro chemika byl atom hélia molekulou, protože s ohledem na kinetickou teorii plynů se jako molekula choval. Pro fyzika nebyl atom hélia molekulou, protože nevykazoval molekulární spektrum.⁴³ Předpokládáme-li, že oba muži hovořili o stejné částici, pak každý z nich ji viděl v rámci svého vlastního výzkumného výcviku a své vlastní praxe. Jejich zkušenosti z řešení problémů jim říkaly, jaké musí molekuly nutně být. Není pochyb, že jejich zkušenosti mají mnoho společného, ale v tomto případě neříkaly dvěma odborníkům totéž. V dalším se nám ukáže, jaké různé důsledky mohou mít paradigmatické rozdíly tohoto druhu.

⁴³ Zmínčným badatelem byl J. K. Senior, jemuž jsem za tuto ústní zprávu vděčen. Některé s tím související problémy jsou pojednány v jeho článku *The Vernacular of the Laboratory*, in: *Philosophy of Science*, XXV, 1958, str. 163-168.

VI

ANOMÁLIE A VZNIK VĚDECKÝCH OBJEVŮ

Normální věda - činnost řešení hádanek, kterou právě zkoumáme - je vysoce kumulativním podnikem, vysoce úspěšným úsilím, neustálým rozšiřováním pole vědeckého poznání a jeho přesnosti. To ve všech ohledech platí velmi přesně o nejobvyklejší představě toho, co je vědecká práce. Avšak jeden ze standardních produktů vědecké činnosti se tomuto popisu vymyká. Normální věda neusiluje o nové jevy nebo teorie, a pokud je úspěšná, pak ani žádné novinky nenachází. Při vědeckém výzkumu se však nové a neočekávané jevy opakovaně objevují a vědci znovu a znovu vymýšlejí radikálně nové teorie. Dějiny dokonce ukazují, že při vědecké činnosti se vyvinula jedinečná a účinná technika, jak překvapení tohoto druhu vytvářet. Pokud by tato charakteristika vědy měla být uvedena v souladu s tím, co již bylo řečeno, pak výzkum vedený v rámci paradigmatu by nutně musel být zvláště účinným způsobem vyvolávání změn paradigmatu. Důležité novinky v oblasti jevů a teorií totiž skutečně mají tento účinek. Vytváření novinek probíhá během hry, ta se řídí určitými pravidly, avšak k asimilaci novinek je třeba vytvoření pravidel jiných. Když se konečně novinky stanou součástí vědy, pak přinejmenším činnost odborníků v té oblasti, do níž novinky spadají, už nikdy nebude stejná jako před objevem nových jevů či teorií.

Musíme si nyní položit otázku, jak k podobným změnám dochází, vzít v úvahu nejprve objevy a novinky v oblasti faktů a poté i vynálezy a novinky v teoretické oblasti. Rozlišení mezi objevem a vynálezem nebo mezi faktem a teorií se však brzy ukáže být příliš umělé. Tato nepřirozenost je důležitým vodítkem pro některá hlavní tvrzení tohoto eseje. Při zkoumání vybraných objevů ve zbylé části tohoto oddílu brzy zjistíme, že nejde o izolované události, nýbrž o rozsáhlé epizody s jistou, pravidelně se opakující strukturou. Objevy začínají tak, že si vědci uvědomí nějakou anomálii, to jest poznají, že příroda

VI. ANOMÁLIE A VZNIK VĚDECKÝCH OBJEVŮ

nějak porušila očekávané výsledky, jež plynou z paradigmatu, které v normální vědě vládne. Objev pak pokračuje více či méně rozsáhlým průzkumem oblasti anomálie. Uzavřen je pak pouze tehdy, když je paradigmatická teorie upravena tak, aby anomálie spadala do oblasti očekávaných výsledků. Asimilace skutečností nového druhu vyžaduje více než pouhou přídavnou úpravu teorie, a dokud není tato úprava dokončena - dokud se věda nenaučí dívat se na přírodu zcela jiným způsobem -, není tato skutečnost vůbec vědeckým faktem.

Abychom viděli, jak úzce jsou ve vědeckém objevu propleteny novinky oblasti fakt i oblasti teorie, prozkoumejme jeden všeobecně známý příklad - objev kyslíku. Přinejmenším tři různí lidé mají na tento objev legitimní nárok a o mnoha dalších chemických počátku 70. let 18. století můžeme tvrdit, že obohacovali ve svých laboratorních zařízeních vzduch, aniž o tom věděli.⁴⁴ Pokrok v normální vědě - v tomto případě v chemii plynů - připravoval důsledně cestu k průlomu. Prvním z těch, kteří zamýšleli připravit poměrně čistý vzorek plynu, byl švédský lékárník C. W. Scheele. Jeho dílo však nemusíme brát v úvahu, neboť bylo zveřejněno až poté, co byl objev kyslíku opakovaně na různých místech zveřejněn, a proto nemělo vliv na historické schéma, které nás zde zajímá především.⁴⁵ Z časového hlediska byl dalším z těch, kteří si na objev činili nárok britský vědec a theolog Joseph Priestley. V rámci jednoho kroku normálního výzkumu plynů uvolňovaných různými pevnými látkami jím byl plyn uvolňovaný zahřátým červeným kysličníkem rtuťnatým. V roce 1774 identifikoval takto vytvořený plyn jako kysličník dusnatý a roku 1775, na základě dalších testů, jako obyčejný vzduch, který však obsahoval menší množství flogistonu než obvykle. Třetí uchazeč, Lavoisier, započal práci, která jej dovedla až k objevu kyslíku, teprve po Priestleyových experimentech roku 1774 a snad i na přímý Priestleyův popud. Na počátku roku 1775 Lavoisier

⁴⁴ Již klasická diskuse o objevu kyslíku viz A. N. Meldrum, *The Eighteenth-Century Revolution in Science-the First Phase*, Calcutta 1930, kap. V. Nepostradatelný nejnovější přehled zahrnující i spor o prvenství objevu podává M. Daumas, *Lavoisier théoricien et expérimentateur*, Paris 1955, kap. II—III. Úplnější přehled a bibliografie viz též T. S. Kuhn, *The Historical Structure of Scientific Discovery*, in: *Science*, CXXXVI, 1. červen 1962, str. 760-764.

⁴⁵ Jiné hodnocení Scheelovy role viz U. Bocklund, *A Lost Letter from Scheele to Lavoisier*, in: *Lychnos* 1957-1958.

podává zprávu o tom, že plyn získaný žiháním červeného kysličníku rtuťnatého je: „samotný nezměněný vzduch...“ (až na to, že) „...vychází ven čistší a lépe dýchatelný“.⁴⁶ V roce 1777, pravděpodobně na další Priestleyův popud, dospěl Lavoisier k závěru, který Priestley nebyl nikdy schopen přijmout, totiž že jde o plyn zvláštního druhu, jeden ze dvou základních prvků, z nichž se skládá atmosféra. Schéma tohoto objevu nechává vyvstat otázku, kterou lze položit vždy, když nějaký nový jev vstoupí do vědeckého povědomí. Byl to Priestley, Lavoisier nebo někdo jiný, kdo první objevil kyslík? A každopádně: kdy byl kyslík objeven? Tato otázka se dá položit vždy, když existuje alespoň jediný člověk, který si činí nárok na daný objev. Odpověď určující prvenství objevu a jeho datum nás však vůbec nezajímá. Nicméně úsilí o poskytnutí nějaké takové odpovědi by alespoň ukázalo povahu objevu, totiž faktum, že odpověď na podobnou otázku neexistuje. Objev není procesem, na který se lze ptát tímto způsobem. Skutečnost, že taková otázka byla položena - prvenství objevu kyslíku bylo zpochybňováno od 80. let 18. století - je příznakem určitého pokřivení obrazu vědy, která přisuzuje objevu tak podstatnou roli. Podívejme se na náš příklad ještě jednou. Priestleyův nárok na prvenství objevu kyslíku je založen na tom, že jako první izoloval plyn, později označený jako plyn zvláštního druhu. Ale Priestleyův vzorek nebyl čistý, a pokud bychom chtěli tvrdit, že držet v ruce znečištěný kyslík je totéž jako objevit jej, pak tento objev učinil každý, kdo měl v ruce nádobku s atmosférickým vzduchem. Mimoto: byl-li objevitelem Priestley, kdy k objevu došlo? V roce 1774 si Priestley myslel, že získal kysličník dusný, plyn, který znal. V roce 1775 v tomto plynu spatřoval deflogistovaný vzduch, ten však dosud nebyl kyslíkem a pro flogistonového chemika dokonce ani plynem známého druhu. Lavoisierův nárok je možná silnější, ale představuje stejný problém. Upřeme-H Priestleymu vítězství, pak je nemůžeme přiznat ani Lavoisierovi za práci z roku 1775, při níž identifikoval plyn jako „samotný vzduch“. Pravděpodobně si počkáme na Lavoisierovy práce z roku 1776 a 1777, které jej vedly nejen k poznání, že jde

⁴⁶ J. B. Conant, *The Overthrow of the Phlogiston Theory: The Chemical Revolution of 1775-1789*, in: *Harvard Case Histories in Experimental Science*, Case 2, Cambridge (Mass.) 1950, str. 23. V tomto velmi užitečném článku je přetištěno mnoho závažných dokumentů.

VI. ANOMÁLIE A VZNIK VĚDECKÝCH OBJEVŮ

o zvláštní plyn, nýbrž i toho, o jaký plyn jde. Dokonce i toto hodnocení lze problematizovat, protože roku 1777 i na konci svého života Lavoisier trval na tom, že kyslík je atomárním „principem kyselin“ a že k tvorbě plynného kyslíku dochází pouze při jeho sloučení s „principem“ kalorickým, s podstatou tepla.⁴⁷ Máme snad proto říci, že kyslík nebyl v roce 1777 dosud objeven? Někteří by to říci chtěli. Ale princip kyselin byl z chemie vykázan teprve po roce 1810 a kalorický princip se v ní držel až do 60. let 19. století. Kyslík se však stal standardní chemickou substancí před oběma těmito daty.

Je jasné, že k rozboru událostí, mezi které patří objev kyslíku, potřebujeme nový slovník a nové pojmy. Věta: „Kyslík byl objeven“ nás nepochybně zavádí tím, že se zdá, že objev je nějakým jednorázovým aktem, který se dá přizpůsobit našemu obvyklému (nebo problematickému) pojmu vidění. Z tohoto důvodu také hned pohotově předpokládáme, že objevování, jako vidění či dotýkání, může být jednoznačně připsáno nějakému jedinci či určeno nějakým časovým okamžikem. Ale přiřazení časového okamžiku není možné nikdy a připsání objevu jedinci je možné jen zřídka. Pomineme-li Scheela, pak můžeme bezpečně říci, že kyslík nebyl objeven před rokem 1774 a že s velkou pravděpodobností byl objeven v roce 1777 nebo krátce poté. Ale každý další pokus o datování objevu uvnitř těchto nebo podobných časových mezí musí být nutně nahodilý, protože objevy nového druhu je nutně událostí složitou, takovou, která v sobě zahrnuje nejen to, že bylo něco objeveno, ale i co to je. Budeme-li například považovat kyslík za vzduch zbavený flogistonu, pak bez váhání budeme trvat na tom, že jej objevil Priestley, přestože vůbec nebudeme vědět kdy. Spojuje-li však v sobě objev neoddelitelně pozorování a ustavení pojmu, fakta a jejich přizpůsobení teorii, je objev procesem a musí nějaký čas trvat. Pouze jsou-li všechny odpovídající pojmové kategorie předem připraveny, tedy nejde-li ojev zcela nového druhu, může nastat situace, že v jediném okamžiku a bez velkého úsilí spadá v jedno to, že bylo něco objeveno, se stanovením toho, co bylo objeveno.

Vycházejme nadále z toho, že objev zahrnuje nějaký - i když nikoli nutně dlouhý - proces přizpůsobení pojmu, proces, který má určitý rozsah. Můžeme říci, že tento proces v sobě také zahrnuje

⁴⁷ H. Metzger, *La Philosophie de la matière chez Lavoisier*, Paris 1935 a M. Daumas, cit. d., kap. VII.

změnu paradigmatu? Na tuto otázku není možno dát v tomto okamžiku obecnou odpověď. Ale v případě objevu kyslíku musí odpověď znít: ano. Lavoisier ve svých člancích po roce 1777 totiž nehlásal objev kyslíku, ale spíše kyslíkovou teorii hoření. Tato teorie byla úhelným kamenem nové formulace chemie, a to v takovém rozsahu, že bývá často označována za chemickou revoluci. Kdyby se objev kyslíku nestal nejnítěnější částí nově vznikajícího chemického paradigmatu, pak otázka prvenství tohoto objevu by nikdy nemohla být tak důležitá. V tomto a v jiných případech se hodnota připisovaná nějakému novému jevu, a tím i objevu tohoto jevu, mění v závislosti na hodnocení rozsahu, v němž tento jev překročil paradigmatem určené a očekávané výsledky. Avšak povšimněme si, bude to pro nás ještě důležité, že objev kyslíku nebyl sám o sobě příčinou změny v teorii chemie. Lavoisier, dlouho před tím než sehrál svou roli při objevu nového plynu, nabyt přesvědčení, že s flogistonovou teorií není něco v pořádku a že hořící tělesa absorbují určitou část atmosféry. Tolik alespoň poznamenal v zapečetěné zprávě, kterou v roce 1772 uložil do depozitáře u tajemníka Francouzské akademie.⁴⁸ Lavoisierově pocitu, že něco není v pořádku, dodala práce o kyslíku jen formu a strukturu. Práce na objevu kyslíku mu řekla jen to, co již byl připraven odkrýt - totiž povahu substance, která se hořením odnímá z atmosféry. Vědomí značných obtíží muselo být důležitým příspěvkem k tomu, že Lavoisier v experimentech, jako byly Priestleyovy, vysledoval plyn i tam, kde jej samotný Priestley nebyl schopen vidět. A aby bylo možno zahlédnout, co Lavoisier tvrdí, bylo třeba ve velkém rozsahu revidovat paradigma. To je principiálním důvodem, proč Priestley nebyl na konci svého dlouhého života schopen tato fakta zahlédnout.

Dva další a stručnější příklady poslouží jako podpora toho, co jsem právě řekl, a posunou nás od vysvětlení povahy objevů k pochopení okolností, za nichž k objevům ve vědě dochází. Protože jejich záměrem je ukázat hlavní způsoby, jimiž vůbec k objevům dochází, jsou tyto příklady zvoleny tak, aby se lišily jak navzájem, tak od objevu kyslíku. První příklad, objev paprsků X, je klasickým případem typu náhodného objevu, který se vyskytuje častěji, než jak

⁴⁸ Nejvýznamnější zprávu o původu Lavoisierovy nespokojenosti viz H. Guerlac, *Lavoisier - the Crucial Year: The Background and Origin of His First Experiments on Combustion in 1772*, Ithaca, New York 1961.

bychom se na základě standardně neosobních vědeckých hlášení mohli snadno domnívat. Příběh tohoto objevu se otevírá jednoho dne, kdy fyzik Roentgen přerušil svůj normální výzkum katodových paprsků, protože zaznamenal, že platinokyanidové stínítko, umístěné v jisté vzdálenosti od jeho přístroje stíněného krytem, po dobu provozu světélkovalo. Další výzkumy - vyžádaly si sedm hektických týdnů, během nichž Roentgen jen zřídka opouštěl laboratoř - naznačovaly, že příčina světélkování se šíří přímočaře směrem od katodové trubice, že toto záření vrhá stíny a nedá se odstínit magnetem, a mnohé další poznatky. Před ohlášením tohoto objevu byl sám Roentgen přesvědčen o tom, že zmíněné účinky nebyly vyvolány katodovými paprsky, nýbrž nějakým činitelem podobným světlu.⁴⁹ Dokonce i tak stručná a zkrácená verze této události odhaluje nápadné podobnosti s objevem kyslíku: dříve, než Lavoisier experimentoval s červeným kysličníkem rtuťnatým, prováděl pokusy, které v rámci flogistonového paradigmatu nedávaly předpokládané výsledky. Roentgenův objev začal poznáním, že stínítko světélkuje i tehdy, kdy nemá. V obou případech hrála percepce anomálie - totiž jevu, na něž nebyl badatel svým paradigmatem připraven - podstatnou roli při přípravě cesty k percepce něčeho nového. Ale v obou případech byla percepce toho, že něco není v pořádku, pouhou předehrou objevu. Kyslík ani paprsky X by nebylo možno objevit bez dalšího procesu experimentování a přizpůsobování. O kterém okamžiku Roentgenova výzkumu máme například říci, že v něm skutečně došlo k objevu paprsků X? Rozhodně ne o fázi první, během které Roentgen nezaznamenal nic víc než světélkující stínítko. Nejméně jeden další badatel uviděl stínítko světélkovat, avšak - ke své pozdější zlosti - neobjevil vůbec nic.⁵⁰ V této chvíli je jasné, že okamžik objevu se nedá posunout do období posledního týdne jeho zkoumání, během kterého Roentgen studoval vlastnosti *již objeveného* nového záření. Můžeme pouze říci, že paprsky X byly objeveny ve Wiirzburgu mezi 8. listopadem a 28. prosincem 1895.

⁴⁹ L. W. Taylor, *Physics, the Pioneer Science*, Boston 1941, str. 790-794 a T. W. Chalmers, *Historie Researches*, London 1949, str. 218-219.

⁵⁰ E. T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, I, 2. vyd., London 1951, str. 358, n. 1. Sir George Thomson mne zpravil o ještě dalším podobném případě. Nevysvětlitelný závoj na fotografických deskách vzbudil pozornost sira Williama Crookese, který tak byl na stopě objevu.

Je tu však třetí oblast, v níž budou význačné paralely mezi objevy kyslíku a paprsků X mnohem méně zřejmé. Na rozdíl od objevu kyslíku neměl objev paprsků X - alespoň v prvním desetiletí po objevu - za následek žádný patrný převrat ve vědecké teorii. V jakém smyslu se pak ovšem dá říci, že asimilace nějakého objevu nutně vyvolá změnu paradigmatu? Existují silné důvody, proč tuto změnu odmítnout. Je jisté, že paradigma, jež přijali Roentgen a jeho současníci, se nedalo použít k předpovědi paprsků X. (Maxwellova teorie elektromagnetického pole dosud nebyla všude přijata a speciální teorie katodových paprsků byla pouze jednou z mnoha dobových spekulací.) Ale toto paradigma nepopíralo - alespoň ne výslovně - existenci paprsků X tak, jako flogistonová teorie popírala Lavoisierovo vysvětlení Priestleyova plynu. Naopak, vědecká teorie a praxe přijímané v roce 1895 připouštěly různé formy záření - viditelné, infračervené a ultrafialové. Proč by nebylo možno přijmout paprsky X jako další formu v dobře známé třídě přírodních jevů? Proč by neměly být přijaty stejně jako například objev dalšího chemického prvku? V Roentgenově době byly hledány a nalézány další chemické prvky, a ty zaplňovaly prázdná místa periodické tabulky. Hledání prvků bylo standardním záměrem normální vědy a úspěch takového hledání byl důvodem ke gratulacím, nikoli však k překvapení.

Paprsky X však nejen překvapily, ale i šokovaly. Lord Kelvin je zpočátku prohlašoval za promyšlený podvod.⁵¹ Jiní, ačkoli nemohli o prokázané existenci paprsků pochybovat, jimi byli ořesení. i když paprsky X dobově platná teorie nevyklučovala, přesto narušily hluboce zakořeněná očekávání. Domnívám se, že tato očekávání byla implicitně zahrnuta do ustálených laboratorních postupů a je jejich interpretací. Okolo roku 1890 byly katodové trubice zařízením běžně rozšířeným v mnoha evropských laboratořích. Vydávalo-li Roentgenovo zařízení paprsky X, pak mnozí experimentátoři museli tyto paprsky nevědomky vyrábět také. Je možné, že existence tohoto záření, jež docela dobře mohou vydávat i dosud neznámé zdroje, plynula z jevů, které byly již dříve vysvětleny bez vztahu k těmto paprskům. Některá dlouho dobře známá zařízení byla od té doby alespoň odstíněna olovem. Dopusud završené dílo projektu normál-

⁵¹ S. P. Thompson, *The Life of Sir William Thomson Baron Kelvin of Largs*, II, London 1910, str. 1125.

ní vědy bylo třeba vykonat znovu, protože vědci se v minulosti dopustili toho omylu, že nepoznali odpovídající veličinu a nepočítali s ní. Paprsky X jistě otevřely nové pole a přispěly tak k rozšíření oboru možností normální vědy. V této chvíli je však důležitější, že změnilo již existující vědecké obory. Některým dosavadním instrumentálním přístupům tak bylo upřeno právo nést přízvisko „paradigmatický“.

Stručně řečeno, rozhodnutí zabývat se určitou částí zařízení a tuto část používat určitým způsobem nese s sebou vědomý či nevědomý předpoklad, že při této činnosti nastanou pouze okolnosti určitého druhu. Jsou tu jistá očekávání, jak pokud jde o přístroje, tak pokud jde o teorie, a ta často hrají ve vývoji vědy rozhodující roli. Jedno z takových očekávání je například součástí příběhu o opožděném objevu kyslíku. Při provádění standardního testu „kvality vzduchu“ smíchali Lavoisier i Priestley dvě objemové jednotky plynu s jednou objemovou jednotkou kysličníku dusičného, směs smíchali s vodou a měřili objem plynného zbytku. Předchozí zkušenost, na jejímž základě se tato standardní procedura vyvinula, jim dávala jistotu, že v případě atmosférického vzduchu bude reziduum mít velikost jedné objemové jednotky, v případě jiného plynu (nebo znečištěného vzduchu) bude mít velikost větší. Při pokusu s kyslíkem oba zjistili, že objem zbytku je o něco větší než jedna jednotka, a podle toho také daný plyn označili. Teprve později a částečně díky náhodě se Priestley vzdal standardního postupu a pokoušel se smíchat dotyčný plyn s kysličníkem dusičným v jiném poměru. Zjistil, že použije-li čtyřnásobek jednotkového množství kysličníku dusičného, bude plynný zbytek téměř nulový. Jeho přesvědčení o platnosti původního testovacího postupu - potvrzované mnoha předchozími zkušenostmi - bylo zároveň přesvědčením, že plyn, který by se mohl chovat jako kyslík, nemůže existovat.⁵²

Okruh názorných příkladů tohoto druhu by bylo možno rozmnožit například poukazem na pozdní identifikaci štěpení uranu. Jedním z důvodů, proč bylo tak obtížné rozpoznat jadernou reakci, byla skutečnost, že lidé, kteří věděli, jaký výsledek je možno očekávat, bude-li se bombardovat uran, si pro chemické testy vybírali převážně prvky z horní části periodické tabulky.⁵³ Máme snad na základě

⁵² J. B. Conant, cit. d., str. 18-20.

⁵³ K. K. Darrow, *Nuclear Fission*, in: *Bell System Technical Journal*, XIX,

četnosti, s níž se víra v instrumentální postupy ukáže být zavádějící, soudit, že se věda má vzdát standardních testů a nástrojů? To by vyústilo ve zcela nepředstavitelnou metodu výzkumu. Paradigmatické postupy a aplikace jsou pro vědy stejně nezbytné jako paradigmatické zákony a teorie a mají též účinek. Po určitou dobu nutně omezují jevové pole vědeckého výzkumu. Pokud si to uvědomíme, pak spatříme důležitou příčinu, proč si objev takového druhu, jako bylo objevení paprsků X, vynucuje na určitém úseku vědeckého společenství změnu paradigmatu, - a tím i změnu paradigmatických postupů a očekávaných výsledků. Konečně budeme moci porozumět, proč se zdá, že objev paprsků X otevřel mnoha vědcům neznámý a nový svět, a proč má tak aktivní podíl na krizi, která vedla k fyzice 20. století.

Objev leydenské láhve, náš poslední příklad, patří do třídy, kterou můžeme popsat jako skupinu objevů vyvolaných teorií. Tento termín se zpočátku může zdát paradoxní. Z výše řečeného víceméně plyne, že objevy předpovězené na základě teorie jsou součástí normální vědy a jejich výsledky nejsou skutečnostmi *nového druhu*. Ve výše uvedeném textu jsem se například zmiňoval o objevech nových chemických prvků během druhé poloviny devatenáctého století a uváděl jsem, že byly obyčejnými kroky na cestě normální vědy. Ne všechny teorie jsou však teoriemi paradigmatickými. Během paradigmatických období i v průběhu krizí vedoucích k dalekosáhlým změnám paradigmatu vědci obvykle rozvíjejí mnohé spekulativní teorie a vytvářejí mnohé dále nerozpracované teorie, a ty

1940, str. 267-289. Zdá se, že krypton, jeden z hlavních produktů jaderné reakce, nebyl chemickými prostředky zjištěn, dokud vědci reakci dobře neporozuměli. Jiný produkt, barium, byl chemicky zjištěn téměř v poslední fázi výzkumu, protože tento prvek byl přidáván do radioaktivního roztoku proto, aby vysrážel těžké prvky, které byly předmětem pátrání chemiků. Skutečnost, že se nedařilo oddělovat přidané barium od radioaktivního produktu, vedla poté, co reakce byla zkoumána téměř pět let, k následujícímu prohlášení: „Jako chemici budeme nuceni na základě tohoto výzkumu...změnit všechny názvy v předchozím (reakčním) schématu a psát tedy Ba, La, Ce namísto Ra, Ac, Th. Ale jako jaderní chemici, s úzkým příbuzenstvím k fyzice, se nemůžeme odhodlat k tomuto kroku, který by byl v rozporu s veškerou předchozí zkušeností jaderné fyziky. Možná, že řada podivných náhod způsobila, že výsledky naší práce se zdají být klamně.“ (O. Hahn - F. Strassman, *Über den Nachweis und das Verhalten der bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen entstehenden Erdalkalimetalle*, in: *Die Naturwissenschaften*, XXVII, 1939, str. 15.)

VI. ANOMÁLIE A VZNIK VĚDECKÝCH OBJEVŮ

samy ukazují cestu k objevům. Tyto objevy však často nejsou totožné s těmi, které spekulativní či pokusná teorie předjímá. Teprve jsou-li experiment a pokusná teorie rozpracovány až do vzájemného souhlasu, dochází k objevu a teorie se stává paradigmatem.

Objev leydenské láhve vykazuje všechny právě jmenované rysy, včetně těch, které jsme pozorovali dříve. Na počátku tohoto objevu neexistovalo žádné jednotné paradigma výzkumu elektřiny. Místo toho spolu soutěžily mnohé teorie odvozené z oblasti poměrně přístupných jevů. Žádné z těchto teorií se nepodařilo dosti dobře uspořádat celé rozmanité množství elektrických jevů. Toto selhávání bylo zdrojem některých anomálií, které tvořily pozadí objevu leydenské láhve. Jedna ze soutěžících škol v oblasti elektrických jevů považovala elektřinu za tekutinu a toto pojetí vedlo mnohé lidi k tomu, že seji pokoušeli jímat tak, že v rukou drželi skleněnou nádobku naplněnou vodou a této vody se dotýkali vodičem napájeným z aktivního elektrostatického generátoru. Při odpojování nádoby od generátoru a při dotyku vody (nebo k ní připojeného vodiče) holou rukou zakoušeli všichni tito experimentátoři silný elektrický úder. První experimenty ještě neposkytly badatelům v oblasti elektrických jevů leydenskou láhev. Toto zařízení se objevovalo velmi zvolna a opět je nemožné říci, kdy byl objev završen. Prvotní pokusy o uchovávání elektrické tekutiny fungovaly jen proto, že experimentátoři, kteří drželi nádobku v ruce, stáli na zemi. Výzkumníci však zjistili, že nádoba musí být opatřena jak vnitřním, tak vnějším vodivým pokrytím a že tekutina ve skutečnosti není v nádobě vůbec uchovávána. V jistém okamžiku zkoumání se jim tato skutečnost vedoucí k některým dalším anomálním jevům ukázala a objev leydenské láhve byl na světě. Experimenty, které vedly ke vzniku tohoto objevu a z nichž mnohé provedl Franklin, si také vynutily drastickou změnu v teorii tekutin a poskytly tak oboru elektrických výzkumů první paradigma.⁵⁴

Charakteristiky tří výše uvedených příkladů jsou (v souvislém oboru výsledků od překvapivých až po očekávané) větší či menší

⁵⁴ Různé fáze ve vývoji leydenské láhve viz I. B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work on Electricity as an Example Thereof*, Philadelphia 1956, str. 385-386, 400-406, 452-467, 506-507. Poslední fáze je popsána Whittakerem, cit. d., str. 50-52.

měrou charakteristikami všech objevů, z nich mohou vystoupit nové druhy jevů. Tyto charakteristiky zahrnují: předchozí uvědomění si anomálie, postupný vznik poznání v oblasti pojmové i poznání založeného na pozorování a následnou změnu kategorií paradigmatu a postupů, kterou provází odpor. Je zřejmé, že tyto charakteristiky jsou přímo součástí povahy samotného procesu. Bruner a Postman v rámci psychologického experimentu, který by si zasluhoval širší publicity i mimo obor, v němž byl uskutečněn, žádali experimentální osoby, aby po krátké, odměřené době, po kterou si prohlíželi určitou sadu hracích karet, tyto karty identifikovali. Většina z těchto karet byla normální, ale některé byly anomální, např. piková šestka byla červená a černá čtyřka srdcová. Každá experimentální fáze spočívala v tom, že se jedné osobě ukazovala jedna karta, a to v sérii postupně narůstajících expozičních časových intervalů. Po každé expozici byla pokusná osoba dotázána na to, co viděla, a experimentální fáze byla ukončena v okamžiku, kdy bylo dosaženo dvou po sobě jdoucích správných identifikací karet.⁵⁵

Některé osoby identifikovaly dokonce i při nejkratších expozičních dobách většinu karet a po malém prodloužení expoziční doby všichni identifikovali všechny karty. Normální karty byly obvykle rozpoznány správně, ale karty anomální byly téměř vždy bez zjevných zaváhání nebo rozpaků identifikovány jako normální. Černá srdcová čtyřka mohla být například identifikována jako čtyřka kárová i srdcová. Pokud si pokusné osoby nebyly vědomy toho, že je tu nějaká potíž, bezprostředně přizpůsobovaly svou zkušenost pojmovým kategoriím, které měly z předchozí zkušenosti. Nechceme snad tvrdit, že by pokusné osoby viděly něco jiného, než co identifikovaly. Pokud byly vystaveny vyšší expozici anomálních karet, začaly pochybovat a začaly se u nich objevovat náznaky toho, že si jsou vědomy nějaké anomálie. Například při spatření červené pikové šestky někteří říkali: Je to piková šestka, ale něco s ní není v pořádku - má červený okraj. Další zvýšení expozice anomálními kartami mělo za následek ještě větší pochyby a zmatek, až konečně, a někdy zcela náhle, začaly některé z osob identifikovat karty bez zaváhání. Navíc, pokud se jim to podařilo u dvou nebo tří anomálních karet, měly dále méně potíží s kartami ostatními. Některé osoby však

⁵⁵ J. S. Bruner - L. Postman, *On the Perception of Incongruity: A Paradigm*, in: *Journal of Personality*, XVIII, 1949, str. 206-223.

nebyly vůbec schopny provést nutné přizpůsobení svých kategorií. Dokonce i při čtyřicetinásobku průměrné doby expozice nutné k rozpoznání normálních karet nebylo více než 10 procent pokusných osob schopno správně identifikovat anomální karty. Osoby, jimž se rozpoznání nedařilo, často zakoušely silnou osobní úzkost. Jeden z těchto lidí vykřikl: „Nemůžu už rozeznat žádnou z těch barev. Vůbec to v tuhle chvíli nevypadá jako karty. Nevím, jaká barva to teď je, nebo zda to jsou piky nebo srdce. Dokonce si ani nejsem jist, jak piky vůbec vypadají. Bože!⁵⁶ V příštím oddíle uvidíme, že vědci se občas chovají stejným způsobem.

Tento experiment, ať už proto, že představuje určitou metaforu, nebo proto, že odráží povahu lidské mysli, skýtá nádherný příklad a přesvědčivé schéma procesu vědeckého objevu. Ve vědě i v pokusu s hracími kartami vycházejí novinky na pozadí, které je tvořeno očekávanými výsledky, najevo jen obtížně a narážejí na odpor. Zpočátku je obsahem zkušenosti pouze to, co bylo předjímano a co je obvyklé, a to i tehdy, jsou-li pozorování stejná jako ta, při kterých dojde později k objevu anomálií. Další seznamování se s věcí však ústí ve vědomí, že něco není v pořádku, nebo že se věc vztahuje k působení něčeho, co již předtím nebylo v pořádku. Toto uvědomění anomálie otevírá časový úsek, v němž dochází k přizpůsobování pojmových kategorií a který trvá, pokud se to, co bylo původně anomální, nestane něčím očekávaným. V tom okamžiku je objev završen. Už dříve jsem tvrdil, že takový nebo velmi podobný proces je součástí objevu všech důležitých vědeckých novinek. Chtěl bych zde zdůraznit, že pokud tento proces poznáme, pak můžeme konečně pochopit, proč normální věda, činnost, která nesměřuje k novinám a která se nejprve snaží potlačit, může přesto působit tak, že tyto novinky vyvolává.

Ve vývoji každé vědy se zdá, že první přijaté paradigma obvykle docela úspěšně vysvětluje většinu pozorování a experimentů, snadno přístupných pro odborníky v této vědě. Další vývoj obvykle vyžaduje konstrukci laboratorních zařízení, vývoj esoterických slovníků a zdatností a zjemňování pojmů, které postupně ztrácejí svou podobnost se svými prototypy, obsaženými v obecném pově-

⁵⁶ Tamt., str. 218. Můj kolega Postman mi fekl, že i když o tomto přístroji a pokusu věděl vše předem, přesto se při pozorování nesouhlasných karet cítil velmi nepříjemně.

domi. Na jedné straně vede profesionalizace k obrovskému omezení představitosti vědců a ke značnému odporu proti změnám paradigmatu. Vědci se postupně stávají rigidními. Na druhé straně v oblastech, na něž je zaměřena pozornost vědeckých skupin, vede normální věda k tomu, že se objevují podrobnější informace a zpřesňuje souhlas mezi pozorováním a teorií v míře, jaké by se nemohlo dosáhnout žádným jiným způsobem. Tato vyšší podrobnost a lepší souhlas s teorií mají svou vlastní hodnotu, která přesahuje leckdy nepřilíš niterný zájem vědců o tuto činnost. Bez speciálního přístroje, sestrojeného především proto, aby vykonával předem očekávané funkce, by se vůbec nemohly objevit výsledky, které nakonec vedou k novým objevům. A dokonce i když už takový přístroj existuje, pak se novinky objevují pravidelně pouze těm, kteří *přesně* vědí, co mohou očekávat, a kteří jsou schopni rozpoznat, že je něco v nepořádku. Anomálie se objevuje pouze na pozadí tvořeném paradigmatem. Čím přesnější a dalekosáhlejší toto paradigma je, tím je zároveň citlivějším ukazatelem anomálie, a tedy i změny paradigmatu. Při normálním průběhu objevu má dokonce i odpor vůči změně svou užitečnost. Tu šířejí prozkoumáme v následujícím oddíle. Tím, že odpor proti změně dává jistotu, že se vědci paradigmatu nevzdají příliš snadno, zároveň zaručuje, že nebudou lehce rozptýleni a že změna paradigmatu pronikne až k jádru stávajícího vědění. Už sama skutečnost, že význačné vědecké novinky tak často vycházejí najevo zároveň v několika různých laboratořích, je poukazem na silně tradiční povahu normální vědy a na komplexnost procesu, kterým si tradiční úsilí vědy připravuje cestu k vlastní změně.

VII KRIZE A VZNIK VĚDECKÝCH TEORIÍ

Všechny objevy, o kterých jsme se zmínili v VI. kapitole, byly příčinami změn paradigmatu nebo k těmto změnám přispěly. Dále všechny změny, které z těchto objevů vyplývaly, byly jak destruktivní, tak konstruktivní. Po asimilaci objevu byli vědci schopni vysvětlit přírodní jevy širšího okruhu, nebo vysvětlili přesněji některé z dříve známých jevů. Tohoto zisku však bylo dosaženo pouze za cenu zrušení některých v minulosti standardních přesvědčení a současným nahrazením součástí předchozího paradigmatu součástmi jinými. Jak jsem již uvedl, byly změny tohoto druhu spojeny se všemi objevy, jichž normální věda dosáhla, s výjimkou těch, které byly předem do podrobností předjíhány a které proto nebyly překvapením. Avšak objevy nejsou jediným zdrojem destruktivně-konstruktivních změn paradigmatu. V tomto oddílu budeme uvažovat o podobném, ale mnohem větším posunu, který je výsledkem vzniku nových teorií.

Protože, jak jsme již řekli, nejsou ve vědě fakta s objevy a objevy se vznikem teorií odděleny kategoricky a trvale, můžeme předem konstatovat, že tento oddíl se bude překrývat s předchozím. (Nepravděpodobná domněnka, že Priestley nejprve kyslík objevil a Lavoisier jej později vynalezl, má svou přitažlivost. S objevem kyslíku jsme se již setkali a znovu se s ním krátce setkáme jako s teoretickým vynálezem.) Soustředíme-li se na vznik nových teorií, pak nutně v širší míře pochopíme vědecké objevy. Vzájemné překrývání však ještě neznámá rovnost. Objevy, o kterých jsme uvažovali v minulém oddíle, nebyly - alespoň jednotlivě - příčinou takových posunů paradigmatu, jako byly revoluce koperníkovská, newtonovská, chemická a einsteinovská. Nebyly ani příčinou menších změn paradigmatu - menších proto, že se týkaly výlučně určitého oboru - jako byly vlnová teorie světla, dynamická teorie tepla nebo Maxwellova teorie elektromagnetického pole. Jako mohly takové teorie vzejít z normální vědy, z činnosti, která se mnohem více zaměřuje na objevy než na sledování teorií?

Hraje-li uvědomění si anomálie takovou roli při vynoření jevů nového druhu, pak nikoho nepřekvapí, že podobné, avšak hlubší uvědomění je nezbytnou podmínkou všech přijatelných změn v teorii. Myslím, že tato skutečnost je z historie jednoznačně zřejmá. Před ohlášením Koperníkova objevu byl stav ptolemaiovské astronomie kritický.⁵⁷ Galileův příspěvek ke studiu astronomie úzce souvisel s nesnáze, které v Aristotelově teorii objevili scholastičtí kritici.⁵⁸ Newtonova teorie světla a barvy měla svůj původ ve zjištění, že žádná z existujících předparadigmatických teorií nemohla podat vysvětlení délky spektra, a vlnová teorie, která Newtonovu teorii nahradila, se ohlašovala uprostřed rostoucího zájmu o anomálie ve vztahu difrakčních a polarizačních jevů k Newtonově teorii.⁵⁹ Termodynamika se zrodila ze střetu dvou fyzikálních teorií devatenáctého století a kvantová mechanika z mnoha obtíží, které se soustředily kolem vyzařování černého tělesa, specifického tepla a fotoelektrického jevu.⁶⁰ Všechny tyto případy anomálií - s výjimkou Newtonovy teorie - byly zatěžující a sahaly tak hluboko, že stav oboru, jehož se týkaly, lze právem popsat jako narůstající krizi. Vzniku nových teorií, který vyžaduje rozsáhlou destrukci paradigmatu a velký posun v problémech a v technikách normální vědy, zpravidla předchází mezi odborníky období nejistoty. Můžeme říci, že tuto nejistotu vytváří neustálé selhávání snahy nalézt patřičné řešení hádanek normální vědy. Selhávání existujících pravidel je předebranou hledání pravidel nových.

Podívejme se nejprve na jeden velmi známý případ změny paradigmatu, vznik koperníkovské astronomie. Když se v rozmezí dvou století před Kristem a dvou po Kristu rozvinul ptolemaiovský sys-

ⁿ A. R. Hall, *The Scientific Revolution 1500-1800*, London 1954, str. 16.

⁵⁸ M. Clagett, *The Science of Mechanics in the Middle Ages*, Madison (Wis.) 1959, část II—III. A. Koyré vyznačil v Galileiho myšlení mnoho středověkých prvků, a to ve své studii *Etudes Galiléennes*, Paris 1939, zvl. díl I.

⁵⁹ Newton viz T. S. Kuhn, *Newton's Optical Papers*, in: *Isaac Newton's Papers and Letters in Natural Philosophy*, I. B. Cohen (vyd.), Cambridge (Mass.) 1958, str. 27-45. Předešlá k vlnové teorii viz E. T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, I, 2. vyd., London 1951, str. 94-109 a W. Whewell, *History of the Inductive Sciences*, II, opr. vyd., London 1847, str. 396-466.

⁶⁰ Termodynamika viz S. P. Thompson, *Life of William Thompson Baron Kelvin of Largs*, I, London 1910, str. 266-281. Kvantová teorie viz F. Reiche, *The Quantum Theory*, přel. H. S. Hatfield a H. L. Brosw, London 1922, kap. I—II.

tém předchůdce koperníkovské astronomie, spočívala jeho obdivuhodná úspěšnost v tom, že bylo možno předvídat změny polohy hvězd i planet. *Žádný* ze starších systémů to nedovoloval tak dobře; pro hvězdy se ptolemaiovská astronomie dodnes široce používá jako inženýrské přiblížení. Pro planety byly ptolemaiovské předpovědi stejně dobré jako koperníkovské. Ale obdivuhodná úspěšnost ve vědě není nikdy totéž co úspěšnost naprostá. Pokud šlo o polohu planet a precesi bodu rovnodennosti, nebylo možno ptolemaiovský systém potvrdit ani sebelepšími pozorováními. Odstraňování těchto maličkých nesrovnalostí stanovilo pro mnohé Ptolemaiovy následovníky zásadní problémy normálního vědeckého výzkumu, stejně jako obdobný pokus o sladění nebeských pozorování s Newtonovou teorií poskytl Newtonovým následovníkům v osmnáctém století problémy jejich normálního výzkumu. Po určitý čas měli astronomové všechny důvody předpokládat, že jejich úsilí bude stejně úspěšné jako to, které vedlo k vytvoření ptolemaiovského systému. Stále byli schopni odstranit neshody úpravou Ptolemaiova systému soustředných kružnic. Postupem času by však mohl člověk při pohledu na spleť výsledků normálního vědeckého úsilí mnoha astronomů zjistit, že složitost astronomie roste mnohem rychleji než její přesnost a že se zdá, že neshoda odstraněná na jednom místě se vynořuje na místě jiném.⁶¹ Astronomická tradice byla opakovaně přerušována vnějšími vlivy a komunikace mezi astronomy byla bez tisku omezena, proto poznání těchto obtíží postupovalo jen velmi pomalu. Ale postupně šije astronomové stále více uvědomovali. Ve třináctém století mohl Alfonso X. prohlásit, že kdyby se s ním chtěl Bůh poradit o stvoření vesmíru, dostalo by se mu dobré rady. V šestnáctém století Domenico Da Novara - Koperníkův spolupracovník - zastával názor, že systém tak těžkopádný a nepřesný jako Ptolemaioův by v přírodě vůbec nemohl platit. Sám Koperník napsal v úvodu ke svému dílu *De Revolutionibus*, že astronomická tradice, jejímž byl dědicem, nakonec vytvořila jen zrůdu. Na počátku šestnáctého století poznalo několik astronomů, že jejich paradigmatata selhávají, když mají být uplatněna na vlastní, tradiční problémy astronomie. Toto poznání bylo nutnou podmínkou pro Koperníkovu odmítnutí ptolemaiovského paradigmatu a pro hledání paradigmatu

⁶¹ i. L. E. Dreyer, *A History of Astronomy from Thales to Kepler*, 2. vyd., New York 1953, kap. XI-XII.

nového. Koperníkův úvod k *De Revolutionibus* dodnes poskytuje jeden z klasických popisů stavu krize.⁶²

Zhroucení normálních technik při řešení hádanek ovšem není jedinou složkou astronomické krize, s níž se Koperník setkal. Zvláštní pozorností by se mělo dostat také sociálnímu tlaku na reformu kalendáře, díky níž se problém precese bodu rovnodennosti stal mimořádně naléhavý. Obširnějšího vysvětlení by si zasloužila středověká kritika Aristotela, vznik renesančního novoplatonismu a jiné další význačné historické prvky. Zhroucení techniky však není jádrem krize. Ve vyspělé vědě, jakou je astronomie již od antiky, jsou podobné vnější vlivy principiálně důležité pro časové určení takové krize: určují také obtížnost rozpoznání krize a oblasti, v níž se projeví nejprve. Přestože jsou podobné problémy nesmírně zajímavé, zůstávají za hranicemi tohoto eseje.

Když jsme si vyjasnili koperníkovskou revoluci, obraťme se nyní k druhému, obtížnějšímu příkladu, ke krizi, která předcházela vznik Lavoisierovy kyslíkové teorie hoření. V sedmdesátých letech osmnáctého století se spojilo mnoho vlivů, aby pak vyvolaly krizi v chemii: dějepisci se dodnes neshodli v názorech na povahu a relativní důležitost těchto vlivů. Dva z nich jsou však všeobecně považovány za prvořadé: vznik chemie plynů a problém váhových poměrů. Dějiny chemie plynů začínají v sedmnáctém století vynálezem vývěvy a jejím použitím při chemických pokusech. Při používání vývěvy a mnoha dalších vzduchových přístrojů přišli chemikové postupně v průběhu následujícího století na to, že vzduch musí být aktivní součástí chemických reakcí. Až na několik výjimek - tak nejednoznačných, že snad ani nejde o výjimky - pak chemici docházeli k poznání, že vzduch je jen jedním druhem plynu. Až do roku 1756, kdy Joseph Black ukázal, že vázaný vzduch (CO₂) se dá zcela odlišit od normálního vzduchu, se myslelo, že dva vzorky plynu se liší pouze svým znečištěním.⁶³ Po uveřejnění Blackovy práce a zejména díky Cavendishovi, Priestleymu a Scheelemu, kteří společně vyvinuli řadu technik vzájemného rozlišování vzorků plynů, výzkumy plynů pokračovaly velmi rychle. Všichni tito muži, počínaje

⁶² T. S. Kuhn, *The Copernican Revolution*, Cambridge (Mass.) 1957, str. 135-143.

⁶³ J. R. Partington, *A Short History of Chemistry*, 2. vyd., London 1951, str. 48-51, 73-85, 90-120.

VII. KRIZE A VZNIK VĚDECKÝCH TEORIÍ

Blackem a Scheelem konče, věřili flogistonové teorii a při návrzích svých pokusů a interpretacích jejich výsledků ji často používali. Scheele ve skutečnosti poprvé v rámci podrobně rozpracovaného řetězce pokusů, při kterých chtěl teplo zbavit flogistonu, vyrobil kyslík. Jejich výsledky však tvořily tak rozsáhlou síť vzorků a podrobně vypracovaných vlastností plynů, že se postupně ukázalo, že flogistonová teorie je jen málo schopna pokrýt laboratorní zkušenosti. Ačkoli si žádný z těchto chemiků nemyslel, že má být nahrazena, nikdo z nich nebyl schopen teorii flogistonu na tyto výsledky důsledně použít. Když Lavoisier na počátku 70. let 18. století zahájil své pokusy se vzduchem, existovalo tolik verzí flogistonové teorie, kolik existovalo chemiků zabývajících se vlastnostmi plynů.⁶⁴ Toto zmnožení verzí jedné teorie bývá velmi často příznakem krize. Koperník si ve svém úvodu k *De Revolutionibus* stěžuje na totéž.

Vzrůstající neurčitost a klesající použitelnost flogistonové teorie v chemii plynů však nebyly jediným zdrojem krize, před kterou Lavoisier stál. Ta se týkala také vysvětlení nárůstu hmotnosti většiny těles při hoření a žihání, problému, který měl za sebou dlouhou historii. Arabští chemici věděli, že některé kovy nabývají žiháním na hmotnosti. V sedmnáctém století někteří badatelé na základě této skutečnosti usoudili, že si rozžhavený kov bere z atmosféry některé její součásti. V sedmnáctém století se většině chemiků takový závěr však nezdál být nutně platný. Při chemických reakcích se měnily objem, barva a struktura složek, proč tedy ne hmotnost? Hmotnost nebyla vždy považována za míru látkového množství. Kromě toho nárůst hmotnosti zůstal pouze osamoceným jevem. Většina přírodních látek (např. dřevo) svou hmotnost žiháním ztrácela, zcela podle předpovědi flogistonové teorie.

V devatenáctém století však bylo postupně stále těžší tyto původně adekvátní odpovědi na problém nárůstu hmotnosti udržet. Z části proto, že jako standardní chemický nástroj začaly být postupně používány rovnoramenné váhy, a částečně proto, že tím, že vývoj chemie plynů umožnil a ukázal jako důležité jímání plynných produktů reakcí, chemici stále častěji objevovali případy, kdy bylo žihání doprová-

⁶⁴ I když hlavním záměrem autorů je období pozdější, mnoho závažných materiálů je rozptýleno v díle J. R. Partingtona a D. McKieho, *Historical Studies on the Phlogiston Theory*, in: *Annals of Science*, II, 1937, str. 361-404, III, 1938, str. 1-58, 337-371 a IV, 1939, str. 337-371.

zeno nárůstem hmotnosti. Zároveň také postupně přijímaná Newtonova gravitační teorie vedla chemiky k tvrzení, že nárůst hmotnosti musí znamenat nárůst množství hmoty. Tento závěr však nevyústil v odmítnutí flogistonové teorie, protože tu bylo možno ještě mnoha způsoby upravit. Možná, že má flogiston negativní hmotnost, nebo možná, že částice ohně nebo něco podobného vstupuje do žíhaného tělesa, zatímco flogiston je z tělesa uvolňován. Mimoto tu byla i jiná vysvětlení. Avšak i když problém nárůstu hmotnosti nevyústil v odmítnutí flogistonové teorie, přesto se alespoň objevilo narůstající množství studií, které ukázaly, že tento problém je důležitý. Jedna z nich, „O flogistonu, považovaném za hmotnou substanci a (analyzovaném) pomocí váhových změn, které vyvolává v tělesech, s nimiž se slučuje“, byla předčítána ve Francouzské akademii na počátku roku 1772, v jehož závěru Lavoisier zaslal svou zapečetěnou poznámku sekretáři Akademie. Problém, který nedopřával chemikům klidu, byl před napsáním této poznámky po dlouhá léta otevřenou, nevyřešenou hádankou.⁶⁵ Byly vypracovány mnohé verze flogistonové teorie, které jej měly vyřešit. Problémy chemie plynů a nárůstu hmotnosti stále více a více ztěžovaly určení toho, co je vlastně obsahem flogistonové teorie. Paradigma chemie osmnáctého století, které si dosud podrželo důvěru svých stoupenců a ti je s důvěrou používali jako pracovní nástroj, však přesto postupně ztrácelo své jedinečné postavení. Výzkumy prováděné v rámci tohoto paradigmatu se začaly podobat těm, které probíhaly u vzájemně soutěžících škol v předparadigmatickém období - a to bylo dalším typickým znakem krize.

Obraťme nyní svou pozornost ke třetímu a poslednímu příkladu, ke krizi fyziky konce devatenáctého století, krizi, která připravila cestu vzniku teorie relativity. Jeden z kořenů krize je možno sledovat zpět až na konec sedmnáctého století, kdy mnozí filosofové přírody - zvláště Leibniz - kritizovali Newtona za to, že v obnovené fyzikální teorii podržuje klasické pojetí absolutního prostoru.⁶⁶ Těmto kritikům se téměř (ale nikdy ne zcela) podařilo ukázat, že absolutní poloha a absolutní pohyb nemají v Newtonově systému

⁶⁵ H. Guerlac, *Lavoisier - the Crucial Year*, Ithaca, N. Y. 1961. Celá kniha dokládá vývoj a první rozpoznání krize. Jasně vyjádření k této situaci v souvislosti s Lavoisierem viz str. 35.

⁶⁶ M. Jammer, *Concepts of Space: The History of Theories of Space in Physics*, Cambridge (Mass.) 1954, str. 114-124.

VII. KRIZE A VZNIK VĚDECKÝCH TEORIÍ

žádnou funkci, a naznačit, že se později objeví plně relativistické pojetí prostoru a pohybu, které bude mít větší estetickou přitažlivost. Jejich kritika však spočívala čistě na logických argumentech. Podobně jako první koperníkovští badatelé kritizovali Aristotelův důkaz nehybnosti Země, také těmto kritikům se ani nezdálo o tom, že by přechod k relativistickému systému měl nějaké důsledky v oblasti pozorovaných jevů. V žádném případě svůj názor nevztahovali na některý z problémů vzniklých v souvislosti s použitím Newtonovy teorie na přírodu. V důsledku toho jejich názory zemřely spolu se svými zastánci během prvních desetiletí osmnáctého století a byly vzkríšeny teprve v posledním desetiletí devatenáctého století, kdy však měly k fyzikální praxi zcela jiný vztah.

Technické problémy, k nimž se relativistická filosofie prostoru ve svých důsledcích vztahovala, začaly do normální vědy vstupovat spolu s přijetím vlnové teorie světla přibližně po roce 1815, avšak až do devadesátých let devatenáctého století nevyvolaly žádnou krizi. Je-li světlo vlnový pohyb šířící se v mechanickém etheru ovládaném Newtonovými zákony, pak zpozorování nebeských těles i pozorování pozemských jevů by měla být potenciálně schopná zjistit v tomto etheru posuvný pohyb. V případě nebeských těles pouze pozorování aberací slibovala být dostatečně přesná na to, aby mohla poskytnout odpovídající informaci. Zjišťování posuvu etheru metodou měření aberace se proto stalo významným problémem normálního výzkumu. Bylo vyvinuto mnoho speciálních zařízení k řešení tohoto problému. Těmito zařízeními však nebyl zjištěn žádný pozorovatelný posuvný pohyb, a problém se proto přesunul od experimentátorů a pozorovatelů k teoretikům. V průběhu jednoho desetiletí okolo poloviny devatenáctého století navrhli Fresnel, Stokes a další mnoho verzí teorie etheru; všechny tyto teorie byly zaměřeny na vysvětlení neúspěchů při pozorování posuvného pohybu etheru. Každá z nich předpokládala, že pohybující se těleso s sebou strhává částčky etheru. Každá také dosti úspěšně vysvětlovala negativní výsledky experimentů nejen v oblasti pozorování nebeských těles, ale i pozorování pozemských jevů, a to včetně slavného Michelsonova a Morleyova pokusu.⁶⁷ S výjimkou sporu mezi různými verze-

⁶⁷ J. Larmor, *Aether and Matter...Including a Discussion of the Influence of the Earth's Motion on Optical Phenomena*, Cambridge 1900, str. 6-20, 320-322.

mi teorií nedošlo do té doby k žádnému konfliktu. Dokud chyběly odpovídající experimentální techniky, nebyl konflikt nikdy akutní. Situace se znovu změnila v posledních dvou desetiletích devatenáctého století, kdy byla postupně přijímána Maxwellova teorie elektromagnetického pole. Maxwell sám byl stoupencem Newtonovy fyziky a věřil, že světlo a elektromagnetické pole jsou pouze změny polohy částic mechanického étheru. Jeho nejranější verze teorie elektřiny a magnetismu přímo používala domnělých vlastností tohoto prostředí. V konečné verzi své teorie už Maxwell od těchto vlastností upustil, stále však věřil, že jeho teorie elektromagnetického pole je slučitelná s jistým typem formulace Newtonova mechanistického názoru.⁶⁸ Vývoj odpovídající formulace byl pro něj a jeho následovníky výzvou k další práci. Jak se však ve vývoji vědy znovu a znovu ukazovalo, vyvinout patřičnou formulaci je prakticky nesmírně obtížné. Stejně jako z Koperníkových astronomických návrhů - vzdor optimismu jejich autora - vznikla krize soudobé teorie pohybu, a ta se dále prohlubovala, tak také Maxwellova teorie - vzdor svým newtonovským počátkům - vyvolala svými důsledky krizi právě toho paradigmatu, z něhož pramenila.⁶⁹ Navíc oblast, ve které se krize projevila nejpalcivěji, byla vyznačena právě zmíněnými problémy vztahu pohybu a jeho vztahu k etheru.

Maxwellovo pojednání o elektromagnetickém chování pohybujících se těles nedokazovalo, že k nějakému strhávání etheru dochází, a snaha o uvedení takového strhávání etheru do teorie by přinesla velké obtíže. Proto se mnohé dřívější experimenty navržené ke zjištění posuvného pohybu etheru staly anomální. Léta následující po roce 1890 svědčí o dlouhé řadě experimentálních i teoretických pokusů zaměřených na zjištění pohybu vůči etheru a pokusů o zapracování strhávání etheru do Maxwellovy teorie. Pokusy o zjištění posuvu byly naprosto všechny neúspěšné, i když někteří analytiko-vé si mysleli, že jejich vlastní výsledky jsou jednoznačné. Pokusy o úpravu Maxwellovy teorie vyvolaly slibné počátky řady nových teorií, zvláště teorie Lorentzovy a Fitzgeraldovy, zároveň ale odhalily nové hádanky a nakonec vyústily pouze ve zmnožení a vzájem-

⁶⁸ R. T. Glazebrook, *James Clerk Maxwell and Modern Physics*, London 1896, kap. IX. Maxwellův konečný postoj viz jeho vlastní knihu *A Treatise on Electricity and Magnetism*, 3. vyd., Oxford 1892, str. 470.

⁶⁹ Role astronomie ve vývoji mechaniky viz T. S. Kuhn, cit. d., kap. VII.

VII. KRIZE A VZNIK VĚDECKÝCH TEORIÍ

né soutěžení teorií, které, jak jsme v předchozím poznali, jsou průvodními znaky krizí.⁷⁰ Na pozadí těchto historických podmínek se objevuje roku 1905 Einsteinova speciální teorie relativity.

Tyto tři příklady jsou téměř ve všech ohledech typické. V každém z nich se objevuje nová teorie teprve po výslovném selhání činnosti normálního řešení problémů. Až na případ Koperníkův, ve kterém zvláštní roli hrály faktory z hlediska vědy vnější, se toto zhroucení teorií a jejich zmnožení (které je znakem tohoto zhroucení) objevovalo nejpозději jedno nebo dvě desetiletí před vyslovením nové teorie. Zdá se, že nová teorie je přímou odpovědí na krizi. Všimněme si také (i když nemusí jít o zcela typický znak), že problémy, kvůli kterým došlo ke zhroucení, byly všechny dlouhou dobu známy. Dosavadní praxe normální vědy poskytovala všechny důvody k přesvědčení, že problémy jsou zcela nebo téměř vyřešeny. To by nám mělo pomoci pochopit, proč pocit selhání, když se dostavil, byl tak palčivý. Selhání v řešení problémů nového druhu je často příčinou zklamání, nikoli však překvapení. Problém i hádanka prvnímu útoku často odolají. Uvedené příklady mají však jiný společný rys, který dává výrazně vystoupit roli krizí: řešení každého z těchto problémů bylo přinejmenším zčásti předjíháno již v průběhu doby, během níž ve vědě nedošlo k žádné krizi a všechna tušení problémů byla ignorována.

Úplná a zároveň i nejnámější je Aristarchova anticipace Koperníka, která pochází z třetího století před Kristem. Často se říká, že kdyby řecká věda byla méně deduktivní a dogmaticky rigidní, mohla se heliocentrická astronomie začít rozvíjet o osmnáct století dříve.⁷¹ Tím se ovšem zanedbávají veškeré historické souvislosti. Když Aristarchův nápad vznikl, neplynuly z mnohem rozumnějšího geocentrického systému žádné další požadavky, které by snad heliocentrický systém mohl vyplnit. Celý vývoj ptolemaiovské astronomie, její triumf i pád, spadá do století po Aristarchově návrhu. Mimoto neexistoval žádný rozumný důvod proč brát Aristarcha vážně. Dokonce mnohem podrobněji rozpracovaný návrh Koperníkova systé-

⁷⁰ E. T. Whittaker, cit. d., I, str. 386-410 a II, London 1953, str. 27-40.

⁷¹ Aristarchovo dílo viz T. L. Heath, *Aristarchus of Samos: The Ancient Copernicus*, Oxford 1913, část II. Vyjádření krajně odmítavého postoje k Aristarchovým výsledkům viz A. Koestler, *The Sleepwalkers: A History of Man's Changing Vision of the Universe*, London 1959, str. 50.

mu nebyl jednodušší ani přesnější než systém Ptolemaiův. Dostupné testy obou systémů založené na pozorování, neposkytly -jak uvidíme dále - potřebné podklady pro volbu jednoho z nich. Jedním z faktorů, které za těchto okolností vedly astronomy k přijetí Koperníkovy teorie, jež však nemohly vést k přijetí teorie Aristarchovy, bylo zjištění krize, a ta se o inovaci zasloužila na prvním místě. Ptolemaiovská astronomie selhala při řešení svých problémů; přišel čas, kdy se objevila šance pro teorie s ní soutěžící. Naše další dva příklady už neposkytují podobné úplné anticipace. Jistě je pravda, že důvod, proč se teoriím hoření založeným na absorpci z atmosféry (vyvinutým v sedmnáctém století Reyem, Hookem a Mayowem) nedostalo dostatečného vyslyšení, byl ten, že teorie nebyly ve spojení s těmi náznaky obtíží, které v praxi normální vědy vycházely najevo.⁷² Podobné pochybení bylo do značné míry příčinou toho, že vědci osmnáctého a devatenáctého století, kteří byli autory relativistické kritiky Newtona, byli dlouho opomíjeni.

Filosofové vědy opakovaně ukázali, že na daný soubor dat je možno vždy uplatnit více teoretických konstrukcí. Dějiny vědy ukazují, že zejména v raných obdobích vývoje nového paradigmatu není příliš obtížné takové alternativy vymyslet. Vymýšlení alternativ je však úkolem, jehož se právě vědci ujímají jen zřídka, s výjimkou předparadigmatického období vývoje vědy a velmi speciálních příležitostí během jejího vývoje následujícího. Dokud se nástroje poskytované paradigmatem osvědčují při řešení problému tímto paradigmatem vymezeným, pohybuje se věda kupředu nejrychleji a s použitím nástrojů, v něž má důvěru, proniká nehlouběji. Důvod je jasný. Stejně jako ve výrobě je i ve vědě výměna nástrojů výstředností, vyhrazenou pouze pro příležitosti, které si ji vynucují. Význam krizí spočívá v tom, že poskytují náznaky toho, že příležitost pro změnu nástrojů právě přišla.

⁷² J. R. Partington, cit. d., str. 78-85.

VIII ODPOVĚĎ NA KRIZI

Předpokládejme, že krize je nutnou podmínkou objevu nové teorie a ptejme se, jak vědci na krizi odpovědí. První samozřejmou a důležitou odpověď získáme tak, že nejprve zaznamenáme, co vědci nikdy neučiní, když jsou nuceni čelit vážným a přetrvávajícím anomáliím. I když snad mohou ztratit víru a uvažovat o alternativách, přesto se paradigmatu, které je do krize přivedlo, nikdy nezříkají. Anomálie totiž nikdy nepovažují za protipříklady paradigmatu, i když ve slovníku filosofie vědy jako protipříklady zůstávají. Naše zobecnění je do jisté míry pouhým tvrzením o dějinných faktech, výrokem založeným na případech jako byly ty, jež jsme uvedli dříve, nebo které - ve větší míře - ještě uvedeme. Tyto příklady narážejí na něco, co naše další zkoumání procesu zavržení paradigmatu odkryje ve větší šíři: jakmile vědecká teorie dosáhne postavení paradigmatu, je prohlášena za neplatnou jen tehdy, když se naskytne jiná teorie jako kandidát, který by mohl její místo zaujmout. Žádný z procesů, jež byly dosud při studiu dějin vědeckého vývoje odhaleny, se vůbec nepodobá metodologickému stereotypu založenému na falsifikaci přímým srovnáním s chováním přírody. Tato poznámka nemá znamenat, že pro odmítnutí vědecké teorie nejsou experimentální zkušenosti podstatné. Jejím těžištěm má být tvrzení, že akt souzení, který vede vědce k odmítnutí dosud přijímané teorie, vždy spočívá na něčem více než na pouhém porovnání teorie se světem. Rozhodnutí o odmítnutí jednoho paradigmatu je vždy současně rozhodnutím o přijetí paradigmatu jiného a soud, který k tomuto rozhodnutí vede, v sobě zahrnuje jak porovnání obou paradigmat s přírodou, *tak* porovnání paradigmat navzájem.

Existuje i další důvod, proč pochybovat o tom, že odmítnutí paradigmatu vychází z toho, že vědci musejí čelit anomáliím nebo protipříkladům. Samo rozvinutí mého argumentu nastíní další důležitou tezi tohoto eseje. Důvody k výše načrtnutým pochybnostem byly čistě faktické, to jest, byly to protipříklady proti převládající epistemologické teorii. Je-li mé současné stanovisko správné, pak tyto

protipříklady samotné mohou napomoci vzniku krize, nebo přesněji řečeno, mohou posílit již existující krizi. Samy o sobě nemohou zpochybnit a také nezpochybní filosofickou teorii, protože její obránci učiní přesně to, co jsme viděli činit vědce vystavené nějaké anomálii. Aby odstranili očividný rozpor, budou vymýšlet četné nové formulace a *ad hoc* modifikovat své teorie. Mnoho takových modifikací a přehodnocení je již ve skutečnosti v literatuře obsaženo. Tyto epistemologické protipříklady nemají představovat pouhý malý dráždivý prvek, nýbrž mají napomoci objevu nových, odlišných analýz vědy, analýz, v jejichž oboru již nebudou pouhým zdrojem obtíží. Navíc dá-li se na tomto místě použít typické schéma, které později budeme moci pozorovat u vědeckých revolucí, pak se již nebude zdát, že jsou tyto anomálie prostými fakty. Z hlediska nové teorie vědeckého poznání se mohou jevit jako tautologie, tedy takové výroky o situacích, o kterých není možné uvažovat jiným způsobem.

Často se například ukázalo, že Newtonův druhý pohybový zákon - přesto, že jeho formulace si vyžádala století obtížného výzkumu v oblasti faktu i teorie výzkumu - zůstal pro přívržence Newtonovy teorie ryze logickým výrokem, který se nedá žádným pozorováním vyvrátit.⁷³ V desátém oddíle uvidíme, že chemický zákon pevných slučovacích poměrů, který v době před Daltonem byl pouze příležitostným experimentálním zjištěním a jehož obecná platnost byla velmi pochybná, se po Daltonově práci stal součástí definic chemických substancí, definic, které by se nedaly vyvrátit žádnou experimentální prací. Něco podobného se také stane, když zobecníme tvrzení, že vědci, jsou-li nuceni čelit anomáliím a protipříkladům, nejsou schopni odmítnout paradigma. Toho schopni skutečně nejsou, a přesto nepřestávají být vědci.

Není pochyb o tom, že někteří lidé - přesto, že historické záznamy o jejich jménech nesouhlasí - byli vyhnáni do pouště vědy jen proto, že nebyli schopni vyrovnat se s krizí. Tvůrčí vědci musí být stejně jako umělci občas schopni žít v odděleném světě - tuto nutnost jsem popsal na jiném místě jako „základní napětí“, které implicitně patří k vědeckému výzkumu.⁷⁴ Ale odmítnutí vědy kvůli jiné

⁷³ Zvláště viz pojednání N. R. Hanson, *Patterns of Discovery*, Cambridge 1958, str. 99-105.

⁷⁴ T. S. Kuhn, *The Essential Tension: Tradition and Innovation in Scientific*

VIII. ODPOVĚĎ NA KRIZI

činnosti je podle mého názoru jediným typem odmítnutí paradigmatu, k němuž lze uvést protipříklady. Po vzniku prvního paradigmatu, v němž je nalezen určitý názor na přírodu, už neexistuje výzkum bez jakéhokoli paradigmatu. Odmítnout paradigma a nenahradit je zároveň paradigmatem jiným znamená vzdát se vědy jako takové. Tento čin neovlivní pouze paradigma, nýbrž i člověka - vědce. Jeho kolegové v něm nutně budou vidět „tesaře, který kvůli vlastní nešikovnosti haní své nástroje“.

Totéž tvrzení platí přinejmenším stejně účinně i obráceně: neexistuje výzkum bez protipříkladů. Co totiž odlišuje normální vědu od vědy ve stavu krize?

Jistě ne to, že by se v normální vědě nevyskytovaly protipříklady. Na druhé straně to, co jsme dříve nazvali hádankou zakládající normální vědu, existuje jen proto, že žádné z paradigmat poskytujících základ normálnímu výzkumu nikdy neřeší všechny jeho problémy. Těch několik málo paradigmat, u nichž se zdálo, že skutečně všechny problémy řeší (např. geometrická optika), záhy přestalo zcela vytvářet badatelské problémy a místo toho se z nich staly nástroje inženýrských řešení. S výjimkou problémů, které jsou ryze instrumentálního rázu, je možno v každé hádance normální vědy spatřovat protipříklad, a tedy i zdroj krize. Koperník za protipříklad považoval to, co ostatní Ptolemaiovi následovníci považovali za hádanky vznikající ze zápasu mezi pozorováním a teorií. Lavoisier považoval za protipříklad to, co podle Prestleyova názoru bylo hádankou nacházející postupně řešení v průběhu artikulace flogistonové teorie. Einstein považoval za protipříklad to, co Lorentz, Fitzgerald a další viděli jako hádanku, jež byla součástí artikulace Newtonovy a Maxwellovy teorie. Ani samotná existence krize neproměňuje hádanku v protipříklad. Taková ostrá oddělovací čára neexistuje. Věc se má tak, že při zmnožení verzí nějakého paradigmatu uvolňuje krize pravidla normálního řešení hádanek tak, že nakonec umožní vznik paradigmatu nového. Myslím, že existují pouze dvě možnosti: buď nikdy ne-

Research, in: *The Third (1959) University of Utah Research Conference on the Identification of Creative Scientific Talent*, Calvin W. Taylor (vyd.), Salt Lake City 1959, str. 162-177. O podobném srovnatelném jevu u umělců viz F. Barron, *The Psychology of Imagination*, in: *Scientific American*, CXCV, září 1958, str. 151-166, zvl. str. 160.

musí žádná vědecká teorie čelit protipříkladům, nebo jim musí čelit vždy a všechny teorie.

Jak je možné, že se situace může zdát být jiná? Tato otázka nutně vede k historicko-kritickému rozboru filosofie, to však není téma, kterým bychom se zde chtěli zabývat. Můžeme však alespoň okrajově uvést dva důvody, proč se zdálo, že věda poskytuje vhodný názorný příklad pro zobecněné tvrzení, že pravda a nepravda se dají jedinečně a jednoznačně určit porovnáním teoretických tvrzení s fakty. Normální vědy musí usilovat o stále těsnější shodu mezi teorií a fakty. To také činí, a tuto činnost lze jednoduše pokládat za hledání různých potvrzení teorie, jejich vyvrácení nebo testování. Avšak předmětem vědy je řešení hádanek a sama existence hádanek je podmíněna platností paradigmatu. Selže-li úsilí o dosažení nějakého řešení, pak se tím znevažuje pouze vědec, nikoli však teorie. Zde více než v předchozím případě platí pořekadlo: „Je špatný ten tesař, který haní své nástroje.“ také způsob, jímž se ve vědecké výchově vzájemně proplétají výklad teorie s poznámkami o příkladech jejího použití, pomáhá posilovat teorii potvrzování, odvozenou převážně z jiných zdrojů. Člověk, který čte vědecký text, může snadno i z nejslabších důvodů považovat aplikace určité teorie za její důkazy, tedy za důvody, proč je třeba teorii věřit. Studenti však nepřijímají teorie proto, že by je považovali za dokázané, ale díky autoritě učitelů a učebních textů. Jakou jinou možnost mají? Co jiného jsou schopni udělat? Aplikace nejsou v daném textu uváděny jako důkazy, ale proto, že učit se jim je součástí na běžné praxi založeného učení se paradigmatu. Pokud by aplikace byly v textech uváděny jako důkazy, pak neschopnost textu uvádět alternativní výklady nebo pojednávat o problémech, u nichž se vědcům nepodařilo vytvořit paradigmatická řešení, by své autory usvědčovala z mimořádné předpojatosti. A pro takové obvinění není sebemenšího důvodu.

Vraťme se nyní k původní otázce: jaká je reakce vědců, když si uvědomí, že v souhlasu teorie s přírodou existuje nějaká anomálie? Z právě řečeného se zdá, že dokonce ani neshody mnohem větší než jsou ty, které jsme ukázali na uvedených příkladech aplikací teorie, nemusí nutně vést k výrazné reakci. Někaké neshody existují vždy. Dokonce i ty nejvytrvalejší neshody koneckonců odpovídají normální praxi. Velmi často jsou vědci ochotni s řešením posečkat, zvláště pokud se i v dalších oblastech jejich oboru vyskytuje mnoho

VIII. ODPOVĚĎ NA KRIZI

problémů. Už jsme například uvedli, že po šedesát let po Newtonových výpočtech zůstávala předpokládaná hodnota perigea Měsíce ve srovnání s pozorováními pouze poloviční. Když se nejlepší evropští fyzikální matematici potýkali s touto známou neshodou, objevily se (u některých z nich) návrhy na změnu převrácené hodnoty druhé mocniny v Newtonově zákonu v závislost jiného tvaru. Ale nikdo tyto návrhy nebral příliš vážně. Praxe prokázala, že u většiny anomálií je na místě trpělivost. Clairaut byl schopen v roce 1750 ukázat, že v této aplikaci byl nesprávný pouze způsob použití matematiky a že Newtonova teorie může zůstat nezměněna.⁷⁵ Dokonce i v případech, kdy se zdálo, že téměř nepřichází v úvahu sebemenší chyba (třeba proto, že použité matematické postupy byly jednodušší nebo důvěrně známé a v jiných aplikacích úspěšně používané), nevyvolala setrvávající a všeobecně známá anomálie nutně krizi. Nikdo vážně nezpochybňoval Newtonovu teorii jen proto, že dlouhou dobu bylo známo, že existuje neshoda mezi předpovědí učiněnou na základě této teorie a mezi rychlostí zvuku nebo pohybem Merkuru. Neshoda v teorii rychlosti zvuku se nakonec zcela nečekaně vyřešila díky pokusu v oblasti výzkumu tepla, provedenému za zcela jiným účelem. Druhá neshoda vymizela s objevem obecné teorie relativity, po krizi, v níž tato neshoda nehrála žádnou roli.⁷⁶ Zjevně se ani jedna z těchto neshod nezdála být dostatečným důvodem vyvolání takových obtíží, které by s sebou přinášely krizi. Byly označeny jako protipříklady a odsunuty stranou pro pozdější zpracování.

Z toho plyne, že má-li nějaká anomálie vyvolat krizi, nemůže být pouze anomálií. V oboru vzájemného souhlasu paradigmatu a přírody se vždy vyskytují nějaké obtíže. Mnohé z nich jsou dříve či později napraveny předem nepředvídatelným postupem. Kdyby vědec přerušoval svůj výzkum kvůli zkoumání každé anomálie, kterou zaznamená, pak by jen stěží mohl dělat nějakou podstatnou práci. Musíme si proto položit otázku: co způsobuje, že se anomálie jeví být hodna nějakého podrobného prozkoumání? Obecná odpověď na tuto otázku asi neexistuje. Případy, o kterých jsem dosud uvažoval,

⁷⁵ W. Whewell, *History of the Inductive Sciences*, II, upr. vyd. London 1847, str. 220-221.

⁷⁶ Rychlost zvuku viz T. S. Kuhn, *The Caloric Theory of Adiabatic Compression*, in: *Isis*, XLIV, 1958, str. 136-137. Dlouhodobý posun perihelia Merkurů viz E. T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, II, London 1953, str. 151 a 179.

jsou sice charakteristické, ale stěží je můžeme považovat za normativní. Někdy anomálie zproblematizuje některá jasná, základní a obecně platná tvrzení paradigmatu, jak tomu bylo v případě strhávání etheru u těch, kdo přijali Maxwellovu teorii. Nebo -jak tomu bylo v případě koperníkovské revoluce - může anomálie vyvolat krizi, jestliže aplikace, ze které anomálie vznikne, má zvláštní důležitost pro praxi - v tomto případě pro výpočet kalendáře a pro astrologii. Jiný příklad pocházející z historie chemie osmnáctého století poukazuje na fakt, že se vývojem normální vědy mohla ve zdroj krize přeměnit anomálie, která byla dosud pouhou nepříjemností: problém poměrných hmotností měl po rozvinutí techniky chemie plynů v této vědě zcela jiné postavení. Pravděpodobně existují i další okolnosti, které mohou nějakou anomálii obdařit zvláštní naléhavostí, a jistě se vyskytují vzájemné kombinace těchto okolností. Například jsme již uvedli, že jediným zdrojem krize, které byl Koperník nucen čelit, byla délka doby, během níž se astronomové neúspěšně potýkali s odstraněním zbývajících neshod v Ptolemaiově systému.

Když z těchto nebo jiných důvodů dojde k tomu, že se nějaká anomálie začne zdát něčím důležitějším než ostatní hádanky normální vědy, začne věda přecházet do krize a místo vědy normální nastupuje věda mimořádná. Odborníci jsou pak v mnohem větší míře schopni anomálii jako takovou rozpoznávat. Stále více významných mužů věnuje anomálii v daném oboru rostoucí pozornost. A pokud anomálie jejich úsilí stále odolává (jak tomu však obvykle není), dojdou mnozí z nich k názoru, že vyřešení právě této anomálie je *pravou* podstatou jejich disciplíny. Sám jejich obor se bude jevit jinak než dosud. Tato změna obrazu daného oboru je výsledkem nového stanoviska vědeckého posuzování. Ještě důležitějším zdrojem změn je různorodost povahy mnoha částečných řešení, která vznikají jako důsledek pozornosti věnované danému problému. První útoky na odolávající problém musejí být v úzké shodě s paradigmatickými pravidly. S tím, jak bude problém neustále odolávat řešení, bude tyto útoky stále více a více směřovat na některé druhořadé nebo již ne zcela druhořadé artikulace paradigmatu. Řešení si nebudou vzájemně podobná, každé bude částečně úspěšné, ale žádné ne v té míře, aby bylo celou skupinou přijato za paradigma. V důsledku zmnožení různých artikulací (a ty budou stále častěji prováděny *ad hoc*) se začnou pravidla normální vědy čím dál

VIII. ODPOVĚĎ NA KRIZI

více rozmazávat. A i když paradigma bude stále existovat, jen několik málo odborníků bude schopno dosáhnout úplné shody v tom, co vlastně tímto paradigmatickým je. Problémem se stanou dokonce i dříve standardní řešení problémů.

Někdy rozpoznají krizi v jejím akutním stadiu sami vědci, jichž se tato situace týká. Koperník si stěžuje, že soudobí astronomové byli „v (astronomických) výzkumech tak nedůslední..., že dokonce nedovedli vysvětlit či pozorováním určit stálou délku roku“. „Jsou jako umělec,“ pokračuje Koperník, „který by spojil ruce, nohy, hlavu a další části těla, ale každou podle odlišných modelů. Každá by byla skvěle namalována, ale nevztahovaly by se všechny k jednomu tělu, a protože by spolu navzájem nesouhlasily, byla by výsledkem spíše příšera než člověk.“⁷⁷ Einstein, který se s ohledem na dobové zvyklosti omezil na méně květnatý jazyk, napsal jen: „Bylo to, jako by člověku vzali půdu pod nohama, jako by v dohledu nebyl žádný pevný základ, na němž by se dalo stavět.“⁷⁸ Wolfgang Pauli několik měsíců před uveřejněním Heisenbergova článku o maticové mechanice, v kterém byla ukázána cesta ke kvantové teorii, svému příteli napsal: „V tuto chvíli je fyzika opět hrozně zmatená. V každém případě je pro mne příliš těžká a přál bych si, abych byl filmovým hercem nebo něčím podobným a abych nikdy o fyzice neslyšel.“ Toto svědectví je zvlášť působivé v porovnání s Pauliho slovy o pět měsíců později: „Mechanika Heisenbergova typu mi opět dala naději a radost ze života. Samozřejmě, nedává řešení hádanky, ale již zase věřím, zeje možné jít kupředu.“⁷⁹

Takové jasné vědomí zhroucení vědy je mimořádně vzácné, ale účinky krize naprosto nejsou závislé na vědomém rozpoznání krize. O jaké účinky jde? Jen dva se zdají mít všeobecnou platnost. Každá krize začíná rozmazáním paradigmatu a následnou ztrátou pravidel normálního výzkumu. V tomto ohledu výzkum v průběhu krize silně připomíná výzkum v předparadigmatickém období

⁷⁷ Pasáž v uvozovkách uvedena v T. S. Kuhn, *The Copernican Revolution*, Cambridge (Mass.) 1957, str. 138.

⁷⁸ A. Einstein, *Autobiographical Note*, in: *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, P. A. Schlipp (vyd.), Evanston, III, 1949, str. 45.

⁷⁹ R. Kronig, *The Turning Point*, in: *Theoretical Physics in the Twentieth Century: A Memorial Volume to Wolfgang Pauli*, M. Fierz - V. F. Weisskopf (vyd.), New York 1960, str. 22, 25-26. Větší část tohoto článku popisuje krizi kvantové mechaniky v letech těsně před rokem 1925.

s tou výjimkou, že oblast rozdílů je u výzkumu v krizovém období menší a je jasněji vymezená. Všechny krize se také uzavírají tím, že se objeví nějaký nový uchazeč na místo paradigmatu, a následuje boj o jeho přijetí. Tato témata uvedeme v dalších oddílech, ale abychom uzavřeli tyto poznámky o vývoji a anatomii krizového stavu, musíme alespoň částečně předejmout to, co ještě bude řečeno.

Přechod od paradigmatu nalézajícího se v krizi k paradigmatu novému, z něhož může vzejít nová tradice normální vědy, je vzdálen kumulativnímu procesu, artikulace nebo rozšíření paradigmatu starého. Tento přechod je spíše znovuoobením oboru na nových základech, které změní některé z nejelementárnějších teoretických zobecnění i mnohé z paradigmatických metod a jejich aplikací. V průběhu období přechodu bude docházet k rozsáhlému, avšak neúplnému překrývání problémů, jež mohou být vyřešeny jak v rámci paradigmatu starého, tak i nového. Bude však existovat zásadní rozdíl mezi oběma způsoby řešení. V závěru tohoto přechodu změní odborníci pohled na svůj obor, na jeho metody i cíle. Když nedávno jeden vnímavý dějepisec zpozoroval klasický případ změny vědecké orientace způsobené změnou paradigmatu, popsal jej jako: „uchopení hole za opačný konec“, jako proces, který zahrnuje: „takové zacházení se stejným souborem dat jako dříve, a s tím, kdy se tento soubor umístí do nového systému vzájemných vztahů a datům se tak dá nový rámeček“.⁸⁰ Jiní, kteří tuto stránku vědeckého vývoje zaznamenali, zdůraznili její podobnost se změnou vzhledu útvaru (*visual Gestalt*): znaku nakresleného na papíře, v němž byl původně spatřován pták a který se nyní jeví jako antilopa - nebo naopak.⁸¹ Tato paralela však může být zavádějící: vědci nevidí něco *jako* něco jiného: danou věc jednoduše vidí. Již jsme zkoumali některé problémy, které vznikají tím, že se řekne, že Priestley viděl kyslík jako flogistonu zbavený vzduch. Vědci také neponechávají útvaru (*Gestalt*) svobodu, která dovoluje přechod tam i zpět mezi různými způsoby vidění. Dnes dobře známá změna *Gestalt* je nicméně užitečným elementárním prototypem toho, co nastává při úplném posunu paradigmatu.

⁸⁰ H. Butterfield, *The Origins of Modern Science 1300-1800*, London 1949, str. 1-7.

⁸¹ N. R. Hanson, cit. d., kap. I.

VIII. ODPOVĚĎ NA KRIZI

Uvedená předpojetí nám pomohou rozpoznat v krizi předehtu objevů nových teorií. Již při pojednání o vzniku objevů jsme podrobili zkoumání omezené verze téhož procesu. Právě proto, že vznik nové teorie ukončuje jednu tradici vědecké praxe a uvádí tradici novou, která se řídí jinými pravidly a která se pohybuje v universu odlišného diskursu, se zdá, že k tomuto vzniku dochází jen tehdy, naroste-li u vědců pocit, že původní tradice sešla z pravé cesty. Tato poznámka je však pouze předehtou ke zkoumání krizového stavu a otázky, ke kterým vede, by bohužel vyžadovaly spíše schopnosti psychologa než dějepisce. Jaký vůbec je mimořádný výzkum? Jak se z anomálie stane cosi jako zákon? Jak vůbec mohou vědci pokračovat v práci, když jedině, čeho jsou si vědomi, je, že na rovině, pro niž je vědecký výcvik patřičně nevybavil, je něco podstatným způsobem špatně? Tyto otázky vyžadují širší zkoumání a ne všechna budou historického typu. Následující bude nutně mnohem méně závazné a úplné než to, co bylo uvedeno dosud.

Paradigma často vzniká - podobně jako embryo -ještě předtím, než se krize široce rozvine nebo než jasně vstoupí do podvědomí. Lavoisierova práce je toho příkladem. Zapečetěné Lavoisierovy poznámky byly uloženy ve Francouzské akademii po necelém roce zevrubného studia váhových poměrů v teorii flogistonu, a tedy dříve, než Priestleyho zveřejněné výsledky odhalily v plném rozsahu krizi v chemii plynů. Stejně tak se první vysvětlení vlnové teorie světla objevilo v nejranějším stadiu rozvíjející se krize optiky, krize, která by bez Youngova příspěvní zůstala bez povšimnutí, nebýt toho, že v průběhu jednoho desetiletí po Youngově prvních zápisech přerostla v mezinárodní vědecký skandál. O tomto a podobných případech by se dalo říci, že k vyvolání toho, aby se někdo podíval na určitý obor jiným způsobem, stačilo zhroucení paradigmatu v nějaké maličkosti a spolu s tím i rozmazání pravidel paradigmatu normální vědy. To, co se událo mezi prvním náznakem potíží a rozpoznáním nějaké možné změny v paradigmatu, bylo nutně neuvědomělé.

V jiných případech - Koperníkově, Einsteinově nebo v současné teorii jaderné fyziky - uplynula značná doba mezi prvním uvědoměním si zhroucení paradigmatu a vznikem paradigmatu nového. Teprve poté mohli historici zachytit alespoň náznaky toho, co je vlastně mimořádná věda zač. Stojí-li vědec před nějakou nepochybně důležitou anomálií v teorii, směřuje často jeho úsilí k tomu, aby ji

přesněji izoloval a strukturoval. Ačkoli si je v té chvíli vědom toho, že pravidla normální vědy nemohou být zcela v pořádku, přesto je prosazuje ještě důsledněji v oblasti, v níž se objevují obtíže, a snaží se zjistit, do jaké míry mohou fungovat. Současně se snaží poruchu zveličit, dělá ji ještě nápadnější a důležitější, než jakou mu ukázal výsledek experimentu, o němž se domníval, že jej dopředu zná. Při svém dalším úsilí pak nebude překračovat běžný typický obraz vědce v kterémkoli jiném období postparadigmatického vývoje vědy. V první řadě se bude zdát být člověkem, který zkoumá náhodným způsobem, který se snaží svými experimenty pouze uvidět co nastává, člověkem, který pozoruje účinky, jejichž povahou si nemůže být docela jist. Protože však zároveň platí, že experiment nelze myslet bez nějaké teorie, bude se vědec po dobu krize neustále snažit vytvářet spekulativní teorie, které - kdyby byly úspěšné - by otevřely cestu k novému paradigmatu a kterých - kdyby úspěšné nebyly - by se bylo možné poměrně snadno vzdát.

Keplerova zpráva o přetrvávajících potížích s pohybem Marsu a Priestleyův popis reakce na rychlé zmnožení počtu nových plynů poskytují klasické příklady výzkumu prováděného namátkou, jenž vzniká jako důsledek uvědomění si anomálie.⁸² Ale snad nejlepší názorný příklad pochází ze současného výzkumu v oboru teorie elementárních částic. Dálo by se vůbec ospravedlnit ohromné úsilí vynakládané na detekci neutrina, kdyby nebylo krize nutící vědce uvědomit si, kam až sahají pravidla normální vědy? Nebo: byla by vůbec navržena a testována zásadní hypotéza o nezachování parity, kdyby v nějakém blíže neurčeném bodě nedošlo ke zřejmému selhání pravidel? Tyto pokusy ve fyzice posledního desetiletí byly z velké části snahou o nalezení a vymezení zdroje narůstajícího souboru anomálií.

Tento druh mimořádného výzkumu je často - ale ne vždy - doprovázen jiným výzkumem. Podle mého názoru zvláště v období, kdy krize vstoupila do podvědomí, se vědci obracejí k filosofické analýze jako k nástroji odemykajícímu hádanky jejich oboru. Obec-

⁸² Zmínka Keplerova díla o Marsu viz J. L. E. Dreyer, *A History of Astronomy from Thales to Kepler*, 2. vyd., New York 1953, str. 380-393. I přes občasné nepřesnosti je Dreyerův stručný přehled velmi potřebným materiálem. Priestley viz jeho vlastní dílo, zvláště *Experiments and Observations on Different Kinds of Air*, London 1774-1775.

VIII. ODPOVĚĎ NA KRIZI

ně vzato, vědci nikdy nemuseli být nebo nechtěli být filosofové. Ve skutečnosti si obvykle normální věda drží filosofii od těla a má pro to pravděpodobně dobré důvody. Dokud se může normální výzkumná práce řídit používáním paradigmatu jako svého modelu, není třeba, aby její pravidla a předpoklady byly jasně formulované. V pátem oddíle jsme viděli, že úplný soubor pravidel, jaký hledá filosofická analýza, dokonce ani nemusí existovat. Tím se však neříká, že hledání předpokladů (dokonce i neexistujících) nemůže být účinným způsobem, jak uvolnit mysl ze sevření tradice a vytyčit základ tradice nové. Není náhodou, že vznik newtonovské fyziky v sedmnáctém století a vznik kvantové mechaniky ve století dvacátém předcházely a provázely důležité filosofické rozbory soudobé výzkumné tradice.⁸³ také není náhodou, že v obou těchto obdobích hrály pro pokrok ve výzkumu tak důležitou roli takzvané myšlenkové experimenty. Jak jsem již uvedl na jiném místě, analytické myšlenkové experimenty, které do značné míry zaplňují spisy Galileovy, Einsteinovy a Bohrovy a dalších, jsou přesně vypočteny na to, aby se v nich proti sobě postavily staré paradigma a současné poznání tak, aby se kořen krize izoloval s jasností, jakou by nebylo možno dosáhnout v laboratoři.⁸⁴

Spolu s rozvinutím těchto mimořádných procedur-jednotlivě či najednou - se může však ukázat ještě další věc. Tím, že krize soustřeďuje pozornost vědců na oblast potíží a připravuje jejich mysl na rozpoznání experimentálních anomálií, často zároveň rozšiřuje počet nových objevů. Už jsme poznamenali, že právě vědomím krize se Lavoisierova práce o kyslíku lišila od práce Priestleyovy. Kyslík však nebyl jediným plynem, který vědci, vědomi si anomálie, byli v Priestleyově díle schopni objevit. Nové objevy v optice se také rychle nahromadily právě před vznikem vlnové teorie světla a v průběhu jejího vzniku. Některé z nich, jako například polarizace a odraz světla, byly výsledkem náhody, ale díky soustředěné práci v dané oblasti potíží se zvýšila pravděpodobnost jejich vzniku. (Malus učinil objev bezprostředně po zahájení práce na esejí o dvojitěm

⁸³ Filosofické pozadí mechaniky sedmnáctého století viz R. Dugas, *La mécanique au XVII^e siècle*, Neuchâtel 1954, zvl. kap. XI. Podobné události devátého století viz kniha stejného autora *Histoire de la mécanique*, Neuchâtel 1950, str. 419-443.

⁸⁴ T. S. Kuhn, *A Function for Thought Experiments*, in: *Mélanges Alexandre Koyré*, R. Taton a I. B. Cohen (vyd.), vydáno u Hermann, Paris 1963.

lomu, kterou se chtěl ucházet o cenu Akademie. Velmi dobře se vědělo, že problém dvojitého lomu je v neuspokojivém stavu.) Jiné problémy, například světelná skvrna ve středu stínu kruhového disku, byly předpovídaný na základě nové hypotézy, jejíž úspěšnost napomohla k tomu, že se hypotéza přeměnila v paradigma další práce. Jiné problémy, jako například problém barev vrypů nebo barev tlustých desek, byly jako pouhé jevy často pozorovány a příležitostně zaznamenány již v minulosti, ale - stejně jako tomu bylo u Priestleyova kyslíku - byly přirovnány ke známým jevům, a to zabránilo, aby se ukázaly být tím, čím skutečně jsou.⁸⁵ Podobně lze vyložit i mnohé další objevy, které přibližně od roku 1895 trvale provázely vznik kvantové mechaniky.

Mimořádný výzkum má jistě ještě další projevy a účinky, ale v této oblasti jsme pouze na počátku hledání otázek, jež je třeba položit. Ale možná, že na tomto místě není třeba jít dále. Dosavadní poznámky by měly dostatečně ukázat, jak krize uvolňuje stereotypy a zároveň poskytuje stále více údajů, nutných pro podstatný posun paradigmatu. Někdy je obrys nového paradigmatu již předznačen ve struktuře, kterou anomálii dal mimořádný výzkum. Einstein napsal, že již dříve, než měl nějakou náhradu za klasickou mechaniku, si uvědomoval vzájemné vztahy mezi známými anomáliemi záření absolutně černého tělesa, fotoelektrického jevu a specifického tepla.⁸⁶ Obvykle však tuto strukturu není možno předem znát. Naopak, nové paradigma nebo jeho dostatečný podnět k další artikulaci paradigmatu se objevují najednou, někdy i uprostřed noci, v myslí člověka, který hluboce uvízl v krizi. Podstata tohoto stavu - kdy nějaký jedinec najde (nebo si myslí, že našel) nový způsob uspořádání nashromážděných údajů - musí prozatím, a možná, že navždy, zůstat mimo náš rozbor. Budiž mi dovoleno poznamenat k tomu jedině. Téměř vždy byli lidé, kteří takových podstatných nápadů nového paradigmatu dosáhli, buď velmi mladí, nebo byli čerstvými nováčky v oboru, jehož paradigma změnili.⁸⁷ Snad není třeba tento

⁸⁵ Nové optické objevy obecně viz V. Ronchi, *Histoire de la Lumière*, Paris 1956, kap. VII. Dřívější vysvětlení jednoho z těchto jevů viz J. Priestley, *The History and Present State of Discoveries Relating to Vision, Light and Colours*, London 1772, str. 498-520.

⁸⁶ A. Einstein, cit. d.

⁸⁷ Toto zobecnění role mládí v základním vědeckém výzkumu je tak známé, že se z něj stalo klišé. Zběžný pohled na téměř jakýkoli seznam základních

VIII. ODPOVĚĎ NA KRIZI

bod zdůrazňovat, protože je zřejmé, že lidé, které předchozí praxe jen málo váže k tradičním pravidlům normální vědy, pravděpodobně uvidí, že tato pravidla už nevymezují hru, kterou by bylo možno dále hrát, a vymyslí si jiný soubor pravidel, jimiž stará pravidla nahradí.

Výsledný přechod k novému paradigmatu je vědeckou revolucí a k její tematizaci můžeme po dlouhé přípravě nyní přistoupit přímo. Ještě si však povšimněme jednoho zřejmě nesnadno pochopitelného aspektu, k němuž nám připravil cestu materiál posledních tří oddílů. Až do šestého oddílu, v němž byl poprvé uveden pojem anomálie, se mohlo zdát, že termíny „revoluce“ a „mimořádná věda“ jsou si rovny. také se mohlo zdát, že ani jeden z termínů neznamená více, než „ne-normální věda“. Zdání, že se jedná o odkaz kruhem, snad mohlo některé čtenáře zmást. Ve skutečnosti tomu tak nemuselo být. Brzy se ukáže, že podobný kruhový charakter je pro vědecké revoluce běžný. Ale ať už nás to znepokojuje či nikoli, tato kruhovost už není bezpodmínečná. Tento oddíl a dva předcházející rozvinuly mnohá kritéria zhroucení činnosti normální vědy, kritéria, která ne vždy závisí na tom, zda po tomto zhroucení následuje revoluce. Setkají-li se vědci s nějakou anomálií či krizí, zaujmají k existujícímu paradigmatu různé postoje a podle toho se mění i povaha jejich výzkumu. Zmnožení vzájemně soupeřících artikulací teorie, ochota zkusit cokoli, výraz jasné nespokojenosti, odvolávání se na filosofii a spory o základ, to vše jsou příznaky přechodu od normálního k mimořádnému výzkumu. Obsah pojmu normální vědy závisí spíše na existenci těchto příznaků než na existenci revoluce.

příspěvků k vědecké teorii podá působivé potvrzení. Nicméně toto zobecnění nutně vyžaduje systematické prozkoumání. H. C. Lehman, *Age and Achievement*, Princeton 1953, poskytuje mnoho užitečných údajů, ale nesnaží se o vyčlenění těch příspěvků, které obsahují podstatnou změnu v pojmech. také nepojednává o zvláštních okolnostech (pokud snad takové existují), které mohou provázet vědeckou produktivitu poměrně pokročilého věku.

IX

POVAHA A NEZBYTNOST VĚDECKÝCH REVOLUCÍ

Uvedené úvahy nám dovolují věnovat se problémům vyjádřeným v titulu tohoto eseje. Co jsou to vědecké revoluce a jaká je jejich funkce ve vývoji vědy? Mnohé z odpovědí na tyto otázky byly naznačeny v předcházejících oddílech. Tyto rozbory zejména naznačily, že za vědecké revoluce pokládáme takové nekumulativní události ve vývoji vědy, v nichž je staré paradigma zcela nebo zčásti nahrazeno novým, které je s paradigmatem starým neslučitelné. To je však třeba rozvést a velká část dalších úvah může být uvedena tak, že si položíme jednu z následujících otázek: Proč se dá změna paradigmatu nazvat vědeckou revolucí? Vezmeme-li v úvahu obrovský a podstatný rozdíl mezi vývojem vědy a vývojem společnosti, jaká paralela pak může ospravedlnit metaforu, která v obou typech vývoje hledá revoluci?

Jedna stránka této paralely je již zřejmá. Politické revoluce vznikají tak, že vzrůstá pocit - často omezený na nějakou část politického společenství -, že stávající instituce přestaly odpovídajícím způsobem řešit problémy, které před ně staví prostředí těmito institucemi částečně vytvořené. Téměř stejně vznikají i vědecké revoluce, a to tak, že narůstá pocit - často omezený na nějakou část vědeckého společenství -, že stávající paradigma přestalo odpovídajícím způsobem fungovat při průzkumu těch stránek přírody, ke kterým samo paradigma na své předchozí cestě vedlo. V obou případech, ve vývoji politickém i vědeckém, pak tento pocit špatného fungování vede ke krizi, a ta je nutnou podmínkou revoluce. Navíc - i když možná tuto metaforu příliš zatěžujeme - to platí nejen pro většinu změn paradigmatu, jako jsou například změny připisované Koperníkovi a Lavoisierovi, ale také pro změny menší, spojené s připojováním a přizpůsobováním jevů nového druhu k paradigmatu, jako byl objev kyslíku nebo paprsků X. Jak jsme poznamenali v pátém oddíle, mohou se vědecké revoluce zdát revoluční pouze těm, jejichž

paradigmatu se týkají. Vnějšímu pozorovateli se může zdát, že jsou to součástí procesu vývoje stejně jako třeba balkánská revoluce na počátku dvacátého století. Například astronomové mohli přijmout paprsky X jako pouhý přídavek ke svým poznatkům, protože jejich paradigma zůstalo objevem nového záření nedotčeno. Ale pro muže, jako byli Kelvin, Crookes a Roentgen, jejichž výzkum se týkal teorie záření nebo záření katodových trubíc, objev paprsků X nutně narušil jedno paradigma proto, že vytvořil jiné. Proto bylo možno tyto paprsky objevit, pouze když s normálním výzkumem bylo něco v nepořádku.

Genetická stránka paralely mezi politickým a vědeckým vývojem by už dále neměla vyvolávat pochyby. Má však ještě druhou, hlubší stránku, a na té závisí význam stránky první. Politické revoluce se snaží o změnu politických institucí prostředky, které jsou těmito institucemi zakázány. Úspěch revoluce tedy nutně obsahuje alespoň částečné opuštění jednoho souboru institucí, upřednostnění souboru jiného a mezidobí, ve kterém není společnost institucemi vůbec ovládána. Krize je původně to, co oslabuje úlohu politických institucí, nebo, jak jsme viděli, paradigmatu. Vyrůstá počet jedinců, kteří se odcizují politickému životu a kteří se v politickém životě chovají stále výstředněji. Když se krize prohlubuje, začnou tito jedinci věřit určitému konkrétnímu návrhu na rekonstrukci společnosti v novém institučním rámci. V této chvíli je společnost rozdělena na soupeřící tábory nebo strany, jedny se snaží bránit staré institucionální uspořádání, druhé se pokoušejí institučně založit uspořádání nové. Jakmile se jednou tato polarizace objeví, *selhávají politické opravné prostředky*. Strany revolučního sporu se nakonec musí uchýlit k technikám masového přesvědčování - často používající sílu -, protože se navzájem liší v názoru na institucionální základ, na němž se dosahuje politické změny a jejího hodnocení, a protože se nemohou vzájemně dohodnout na institucionálním rámci pro rozsazení rozporů, které jsou kořenem revoluce. I když revoluce sehrály ve vývoji politických institucí rozhodující úlohu, je tato úloha závislá na tom, že jsou událostmi mimopolitickými a mimoinstitucionálními.

Tento esej se dále snaží ukázat, že historický průzkum změn paradigmatu odkrývá velmi podobné stránky i ve vývoji věd. Stejně jako volba mezi soupeřícími politickými institucemi se také volba mezi soupeřícími paradigmaty ukazuje být volbou mezi neslučitel-

nými mody života společenství. Protože má volba tento charakter, není a nemůže být určena pouze hodnotícími postupy charakteristickými pro normální vědu, neboť tyto postupy částečně závisí na určitém paradigmatu a toto paradigma se stává problémem. Vstoupí-li paradigmata do sporu o výběr - a to se děje nutně - jejich role se nezbytně spojí v kruh. Každá skupina používá své paradigma k tomu, aby jím argumentovala při obraně paradigmatu samotného.

Kruhový charakter samozřejmě neznamená, že by argumentace byla špatná nebo neúčinná. Člověk, který vychází z paradigmatu při argumentaci na jeho obranu, však může jasně ukázat, jaká bude vědecká praxe těch, kteří na nový pohled na přírodu přistoupí. Takový obrázek může být hluboce přesvědčivý a téměř neodolatelný. Avšak bez ohledu na sílu, kterou má, spočívá statut argumentace kruhem jedině v tom, že přesvědčuje. Pro ty, kteří odmítají do tohoto kruhu vstoupit, nemůže mít logickou nebo pravděpodobnostní přesvědčivost. Předpoklady a hodnoty, které dvě strany ve sporu o paradigma společně sdílejí, pro to neposkytují dostatečný prostor. Stejně jako při politické revoluci je i při volbě paradigmatu nejvyšším měřítkem souhlas společenství. Při průzkumu působení vědeckých revolucí budeme muset zkoumat nejen vliv přírody a logiky, ale také přesvědčovací techniky a argumentace, jež působí uvnitř speciální skupiny tvořené společenstvím vědců.

Máme-li odhalit, proč se nedá na otázku výběru paradigmatu jednoznačně odpovědět pouze prostředky logiky a experimentu, musíme podrobit krátkému zkoumání i rozdíly, které oddělují zastánce tradičního paradigmatu od jejich revolučních následovníků. Toto zkoumání je ústředním tématem oddílů tohoto a následujícího. Mnohé příklady takových rozdílů jsme již uvedli a dějiny by jistě mohly poskytnout příklady další. Není pochyb o tom, že takové příklady existují, co však musíme zvážit především, je otázka, zda takové příklady podávají zásadní informace o povaze vědy. Uznáme-li, že odmítnutí paradigmatu je dějinnou skutečností, pak vystává otázka, zda toto odmítnutí poukazuje na něco jiného než na pouhou lidskou důvěřivost a zmatenost? Existují vnitřní důvody pro to, aby přijetí nových druhů jevů nebo nové vědecké teorie vyžadovalo odmítnutí staršího paradigmatu?

Nejprve poznamenejme, že takové důvody, pokud existují, neplynou z logické struktury vědeckého poznání. Nový jev se může principiálně objevit, aniž by se zničujícím způsobem odrazil na některé

části stávající vědecké praxe. I když by objev života na Měsíci dnes zničil stávající paradigma (to totiž tvrdí o Měsíci věci, které se zdají být neslučitelné s existencí života), objev života v některé z méně známých částí galaxie by takový důsledek neměl. Stejně tak nová teorie nemusí být nutně ve sporu s teoriemi předcházejícími. Může se týkat výlučně jevů, které dosud nebyly známy, jako se třeba kvantová teorie (do značné míry, nikoli však výlučně) zabývá subatomárními jevy, které až do 20. století nebyly známy. Nová teorie také může být jednoduše na vyšší úrovni než teorie dřívější, může spojit skupinu teorií nižší úrovně dohromady tak, že se podstatným způsobem nezmění žádná z nich. Teorie zachování energie dnes představuje právě takové pojitko mezi dynamikou, chemií, naukou o elektřině, optikou, teorií tepla atd. A je možné uvažovat i o dalších vztazích vzájemné slučitelnosti mezi teoriemi starými a novými. Kterýkoli z nich je možno vzít za příklad dějin vývoje vědy. Kdyby tomu tak bylo, pak by vědecký vývoj musel být čistě kumulativním procesem. Nové jevy by prostě ukazovaly uspořádání v těch oblastech přírody, kde žádné uspořádání dosud nebylo pozorováno. Ve vývoji vědy by nový poznatek spíše nahrazoval nevědomost než vědomost jiného, s předchozím poznáním neslučitelného druhu.

Věda (nebo nějaká jiná méně působivá činnost) se, samozřejmě, mohla vyvíjet zcela kumulativním způsobem. Mnozí věřili, že tomu tak skutečně je, a zdá se, že jiní dosud předpokládají, že kumulace je ideálem, který by se na dějinném vývoji mohl dokázat, kdyby nebyl tak často pokřívován lidskou zmatečností. Pro takové přesvědčení existují vážné důvody. V desátém oddíle uvidíme, jak úzce je pohled na vědu jako kumulativní proces spojen s převládajícím epistemologickým názorem, že poznání je konstrukce použitá myšlením bezprostředně na čistá smyslová data. V jedenáctém oddíle zjistíme, jak silnou podporu tomuto historiografickému schématu poskytuje svými technikami tak vlivný činitel, jakým je vědecká výchova. Přestože je tento ideální obraz velmi dobře přijatelný, narůstají důvody k pochybnostem, zda je skutečně obrazem *vědy*. Ve skutečnosti si na konci předparadigmatického období všechny nové teorie a téměř všechny druhy jevů nového druhu vynutily destrukci předchozího paradigmatu. Následoval spor mezi soupeřícími školami vědeckého myšlení. Kumulativní způsob objevování nepředpokládaných novinek se v rámci pravidel vědeckého vývoje ukázal být téměř neexistující výjimkou. Člověk, který bere vážně

historická fakta, musí dojít k názoru, že věda nesměruje k ideálu, který by plynul z představy o jejím kumulativním charakteru. Snad může existovat jiný podnik tohoto druhu.

Poté co nás setrvalý charakter faktů dovedl až sem, může se při druhém pohledu na námi již odkrytou půdu zdát, že novinky získávané kumulativním způsobem jsou nejen vzácné, nýbrž v principu i nepravděpodobné. Normální výzkum, který skutečně *je* kumulativní, vděčí za svůj úspěch schopnosti vědců pravidelně volit problémy, které je možno řešit pojmovými a instrumentálními technikami blízkými technikám stávajícím. (Proto nějaké výstřední řešení užitečných problémů - bez ohledu na jejich vztah ke stávajícím znalostem a technikám - může bránit vývoji vědy.) Člověk, který se snaží vyřešit problém vymezený stávajícími znalostmi a současnou technikou, netápe. Ví, čeho chce dosáhnout, a podle toho navrhuje své nástroje a zaměřuje své úsilí. Nečekaná novinka nebo nový objev se mohou objevit, pouze pokud se ukáží být očekávání stran chování přírody a vlastností instrumentů nesprávná. Často je důležitost výsledného objevu úměrná nejen rozsahu anomálie, která tento objev předznamenala, ale i obtížím s jejím řešením. Je zřejmé, že musí docházet ke sporu mezi paradigmatem, které odhaluje anomálie, a tím, které anomálie uvádí jako něco, co se blíží zákonu. Příklady objevů učiněných destrukcí paradigmatu, které jsme zkoumali v šestém oddíle, před nás nestaví pouhé historické náhody. Neexistuje účinnější způsob odhalování objevů.

Stejný argument se dá ještě průkazněji použít u objevů nových teorií. Existují v principu pouze tři typy jevů, o nichž lze rozvinout novou teorii. První se týká jevů, které již byly v rámci existujícího paradigmatu dostatečně prozkoumány, a ty jen zřídka poskytují motiv nebo východisko pro konstruování teorie. Pokud se tak stane, jak tomu bylo v případě tří slavných anticipací zmíněných v sedmém oddíle, pak vědci výsledné teorie zřídka přijímají, protože příroda neposkytuje důvody pro upřednostnění jedné teorie před druhou. Druhou skupinu jevů tvoří ty, jejichž povahu stávající paradigma naznačuje, ale jejichž podrobnosti je možno pochopit jen formulací další teorie. Na tyto jevy se věda zaměřuje po většinou, ale takový výzkum spíše pomáhá artikulaci paradigmatu stávajícího než objevu paradigmatu nového. Jen když pokusy o artikulaci selžou, setkávají se vědci s třetím typem jevů, s anomáliemi, jejichž charakteristickým rysem je, že houževnatě vzdorují přizpůsobení se

stávajícímu paradigmatu. Nové teorie vznikají pouze zjevů tohoto typu. Paradigma poskytuje všem jevům - s výjimkou anomálií - ve vědeckém zorném poli místo, které je určené teorií.

Vznikají-li nové teorie kvůli vyřešení anomálie vztahující se k již existující teorii přírody, pak ty z nich, které jsou úspěšné, musí v určitém bodu dovolit předpovědi odlišné od předpovědi vycházejících z teorií minulých. Tento rozdíl by nenastal, kdyby tyto dvě teorie byly logicky slučitelné. Během procesu asimilace musí druhá teorie nahradit prvou. Dokonce i taková teorie, jako zákon zachování energie, která se dnes zdá být logickou superstrukturou vztahující se k přírodě pouze prostřednictvím nezávisle ustavených teorií, se historicky vyvinula na základě destrukce paradigmatu. Vznikla z krize, jejíž podstatným prvkem byla otázka slučitelnosti newtonovské dynamiky a některých dříve formulovaných důsledků kalorické teorie tepla. Teorie zachování energie se mohla stát součástí vědy, až když byla kalorická teorie tepla zavržena.⁸⁸ A teprve když už byla nějakou dobu součástí vědy, mohlo se ukázat, že jde z hlediska logiky o teorii vyššího typu, která není ve sporu s teoriemi předcházejícími. Je těžké si představit, že by nové teorie mohly vzniknout, aniž by destruktivním způsobem změnily představy o přírodě. Představa, že vyšší teorie může logicky zahrnout teorii nižší, je sice jedním z možných pohledů na vztah mezi po sobě následujícími vědeckými teoriemi, avšak z historického hlediska je nepřijatelná.

Podle mého názoru by ještě před sto lety bylo možno problém nevyhnutelnosti vědeckých revolucí opustit na tomto místě. Dnes se to však bohužel učinit nedá, protože výše rozvíjený názor na tento problém za předpokladu, že přijmeme v současnosti převažující interpretaci povahy a funkce vědecké teorie, nelze udržet. Tuto interpretaci, která je úzce spojena s raným logickým pozitivismem, jeho nástupci kategoricky neodmítli. Omezila by však rozsah a význam přijaté teorie do té míry, že by byl odstraněn možný spor s nějakou teorií pozdější, jejíž předpovědi by se vztahovaly k témuž přírodnímu jevu. Nejznámější a nejsilnější případ tohoto omezeného pojetí vědecké teorie se objevil během diskuse o vztahu mezi současnou einsteinovskou dynamikou a rovnicemi starší dynamiky,

⁸⁸ S. P. Thompson, *Life of William Thomson Baron Kelvin of Largs*, I, London 1910, str. 266-281.

kteří vyplývají z Newtonových *Principu*. Z hlediska našeho eseje jsou tyto dvě teorie zásadně neslučitelné, stejně jako koperníková a ptolemaiovská astronomie: Einsteinova teorie může být přijata pouze za předpokladu, že Newtonova teorie bude prohlášena za chybnou. Tento názor je dnes v menšině.⁸⁹ Musíme proto prozkoumat nejrozšířenější námitky proti tomuto názoru.

Jádro těchto námitek se dá rozvinout následujícím způsobem: relativistická dynamika nemůže ukázat, že newtonovská dynamika špatná, protože ji dosud s velkým úspěchem používá většina inženýrů a - u některých vybraných aplikací - i mnozí fyzikové. Oprávněnost této starší teorie se dá navíc prokázat z teorie, která ji v ostatních aplikacích nahradila. Einsteinova teorie se dá použít k důkazu, že předpovědi učiněné na základě newtonovských rovnic jsou stejně dobré jako naše měřicí přístroje, a to ve všech aplikacích, které vyhoví jistému malému počtu omezujících podmínek. Má-li například Newtonova teorie poskytnout dobré přibližné řešení, musí vzájemná rychlost uvažovaných těles být malá ve srovnání s rychlostí světla. Na základě těchto a několika dalších podmínek se proto dá newtonovská teorie odvodit z teorie einsteinovské jako její speciální případ.

Stále však lze namítnout, že žádná teorie nemůže být ve sporu s některým ze svých speciálních případů. Zdáni, že einsteinovská věda prokázala nesprávnost newtonovské dynamiky, plyne pouze z toho, že někteří newtoniáni byli neopatrní a tvrdili, že newtonovská teorie poskytuje výsledky zcela přesné nebo takové, které platí i při vysokých relativních rychlostech. Pro takové tvrzení neměli žádný důkaz, a tím se zpronevěřili standardům vědy. Až doposud byla newtonovská teorie teorií vpravdě vědeckou, byla podporována platnými důkazy, a stále takovou je. Pouze výstřední tvrzení o této teorii - která by se nikdy nebyla stala součástí vědy - se v rámci Einsteinovy teorie mohla ukázat jako chybná. Je-li newtonovská teorie prostě těchto pouze lidských výstředností, pak nebude a nemůže být zpochybnována.

Některé z těchto argumentů stačí na to, aby jakoukoli teorii používanou ve větší skupině vědců učinily odolnou vůči možným útokům. Například i ta nejočerňovanější teorie - teorie flogistonu -

*» Viz např. poznámku P. P. Wienera v *Philosophy of Science*, XXV, 1958, str. 298.

dala vzniknout mnoha fyzikálním a chemickým jevům. Vysvětlovala, proč tělesa hoří - byla bohatá na flogiston - a proč kovy mají tolik společných vlastností s rudami. Všechny kovy byly složeny z různých elementárních zemin sloučených s flogistonem, a ten, protože byl společný všem kovům, byl příčinou jejich společných vlastností. Flogistonová teorie také vysvětlovala mnoho reakcí, při nichž vznikala kyselina v důsledku hoření substancí, jako jsou síra či uhlík. Vysvětlovala také zmenšování objemu vzduchu v případě, že k hoření docházelo v uzavřeném prostoru - flogiston uvolňovaný hořením „kazil“ pružnost vzduchu, který flogiston absorboval, stejně jako oheň „kází“ pružnost ocelové pružiny.⁹⁰ Pokud by si teoretici flogistonu činili svou teorií nárok pouze na tyto jevy, pak by jejich teorie nemohla být nikdy zpochybněna. Podobný argument by bylo možno uplatnit na jakoukoli teorii použitou na nějaký obor jevů.

Má-li se teorie tímto způsobem zachránit, pak obor její aplikace musí být omezen na jevy a přesnost pozorování, pro které již existují experimentální důkazy.⁹¹ Jsou-li tyto aplikace dovedeny o krok dále (a tomuto kroku se dá stěží zabránit poté, co byl učiněn krok první), stanovená omezení nedovolují vědci tvrdit, že hovoří „vědecky“ o dosud nepozorovaných jevech. Už dnešní forma těchto omezení brání vědcům opírat se ve vlastním výzkumu o teorii všude tam, kde výzkum vstupuje do oblastí, pro kterou dosavadní praxe ani teorie nenabízejí precedens, nebo kde se snaží o dosud bezprecedentní stupeň přesnosti. Je logické, že tyto zákazy jsou bez výjimek. Kdyby však byly přijaty, znamenalo by to konec výzkumu, kterým se věda může dále rozvíjet.

Až dosud byl náš problém zdánlivě tautologií. Bez víry v nějaké paradigma by nemohla normální věda existovat. Tato víra musí navíc být rozšířena i na oblasti a stupně přesnosti, pro které dosud neexistují precedenty. Kdyby tomu tak nebylo, nemohlo by paradigma poskytovat dosud nevyřešené hádanky. Na důvěře v paradigma

⁹⁰ J. B. Conant, *Overthrow of the Phlogiston Theory*, Cambridge 1950, str. 13-16 a J. R. Partington, *A Short History of Chemistry*, 2. vyd., London 1951, str. 85-88. Nejúplnějši a nejzasvěcenější výčet výsledků flogistonové teorie viz H. Metzger, *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique*, Paris 1930, častil.

⁹¹ Srv. důsledky, k nimž se došlo naprosto rozdílnými způsoby analýzy u R. B. Braithwaitea, *Scientific Explanation*, Cambridge 1953, str. 50-87, zvl. str. 76.

však nezávisí pouze normální věda. Kdyby existující teorie spojovala vzájemně vědce pouze v ohledu na existující aplikace, nemohla by existovat žádná překvapení, žádné anomálie nebo krize. Ale to jsou právě milníky, které vyznačují cestu k mimořádné vědě. Kdybychom měli brát doslova pozitivistická omezení oboru, v němž lze legitimně aplikovat teorie, musel by přestat fungovat mechanismus, který vědeckému společenství určuje, co může vést k důležité změně. Pokud se tak stane, vrátí se společenství nevyhnutelně k jakémusi předparadigmatickému stavu, k podmínkám, v nichž všichni členové společenství pracují vědecky, ale hrubý produkt jejich práce vědu jen stěží připomíná. Je možné se divit, že za významný vědecký rozvoj se platí rizikem, že se víra v paradigma ukáže být neoprávněná?

Podstatné je, že se odkrývá logická mezera v pozitivistické argumentaci, a ta nás bezprostředně uvede zpět do povahy revolučních změn. Dá se newtonovská dynamika skutečně *odvodit* z dynamiky relativistické? Jak by takové odvození vypadalo? Představme si řadu výroků E_1, E_2, \dots, E_n , která dohromady dává soubor zákonů relativistické teorie. Tyto výroky obsahují proměnné a parametry zastupující polohu v prostoru, čas, klidovou hmotnost atd. Z nich lze za pomoci logického a matematického aparátu odvodit celou řadu dalších výroků, včetně těch, které mohou být ověřeny pozorováním. Abychom prokázali přiměřenost newtonovské dynamiky jako speciálního případu relativity, musíme k této řadě připojit další výrok E_i ve tvaru $(v/c^2) \ll 1$, kterým se obor parametrů a proměnných omezí. S rozšířenou řadou výroků se potom pracuje tak, aby výsledkem byla nová řada N_1, N_2, \dots, N_m , která je co do své formy totožná z newtonovskými zákony pohybu, s gravitačním zákonem atd. Je vidět, že newtonovská dynamika byla odvozena z dynamiky einsteinovské za několika málo omezujících podmínek.

Toto odvození bylo však - přinejmenším doposud - nesprávné. I když N_i jsou speciálním případem relativistické mechaniky, nejsou to Newtonovy zákony. Přinejmenším jimi nejsou, dokud je nebudeme interpretovat způsobem, který by byl možný i před Einsteinovou prací. Proměnné a parametry, které v einsteinovských výrocích E_i zastupují polohu v prostoru, čas, hmotnost atd., se ale objevují v N_i a tam zastupují také einsteinovský prostor, čas a hmotnost. Ale fyzikální pojmy v einsteinovském pojetí nejsou nijak totožné s pojmy v pojetí newtonovském, i když nesou totéž jméno.

(Newtonovská hmotnost se zachovává; einsteinovská se dá převést na energii. Pouze při malých rychlostech se obě dají měřit stejným způsobem a ani tehdy je nelze považovat za totožné.) Nezměníme-li definice proměnných obsažených v N_1 , nejsou námi odvozené výroky newtonovské. Pokud je změníme, nemůžeme vlastně říci, že jsme *odvodili* Newtonovy zákony, přinejmenším ne ve všeobecně známém významu slova „odvodit“. Naše argumenty samozřejmě vysvětlily, proč se zdálo, že Newtonovy zákony fungují. Tím jsme například vysvětlili jednání řidiče automobilu, který žije v jakoby newtonovském vesmíru. Stejný argument se používá při odůvodňování faktu, že zeměměřiči se učí geocentrické astronomii. Tento argument však dosud nesplnil to, co bylo mým úmyslem. Neukázal totiž Newtonovy zákony jako hraniční případ zákonů Einsteinych. Při hraničním přiblížení se však nemění pouze forma zákonů. Musíme současně změnit také základní strukturní prvky z nichž se skládá vesmír, na který tyto zákony aplikujeme.

Nutnost změny významu zavedených a všeobecně známých pojmů je ústředním bodem revolučního působení Einsteinovy teorie. Jakkoli pronikavé jsou změny od geocentrismu k heliocentrismu, od flogistonu ke kyslíku, od částic k vlnám, výsledná změna pojmů neúčinkuje na v minulosti zavedená paradigmatata nějakým podstatně destruktivním účinkem. V těchto změnách můžeme dokonce spatřovat prototyp revolučního obratu v orientaci vědy. Právě proto, že přechod od newtonovské mechaniky k mechanice einsteinovské v sobě nezahrnuje zavedení nějakých nových předmětů nebo pojmů, podává obzvláště jasný a názorný příklad, v němž se vědecká revoluce ukazuje jako přesun pojmové sítě, skrze niž vědci pohlížejí na svět.

Tyto úvahy by měly dostatečně ukázat to, co by v jiném filosofickém prostředí mohlo platit. Přinejmenším pro vědce se zjevné rozdíly mezi zrušenou vědeckou teorií a jejím nástupcem většinou ukazují jako skutečné. I když lze na starší teorii pohlížet jako na zvláštní případ jejího aktuálního nástupce, je nutno ji pro tento účel pozměnit. A tato přeměna se dá podniknout jen při výhodně zaujatém stanovisku k minulosti, pod výslovným vedením teorie novější. I kdyby tato přeměna byla legitimním prostředkem k využití starší teorie, jejím výsledkem by byla pouze teorie omezená do té míry, že by mohla znovu formulovat jen to, co již bylo dříve známo. Z eko-

nomického hlediska by opětovná formulace mohla být užitečná, avšak nestačí k tomu, aby vedla výzkum.

Shodně se na tom, že rozdíly mezi po sobě jdoucími paradigmaty jsou nutné a nesmiřitelné. Můžeme pak říci s větší jasností, jakého druhu tyto rozdíly jsou? Nejzjevnější rozdíly jsme již opakovaně ukázali na příkladech. Po sobě následující paradigmatata tvrdí o částech vesmíru a o jejich chování odlišné věci. Vzájemně se liší v otázkách existence subatomárních částic, hmotné povahy světla, zachování tepla či energie. To jsou podstatné rozdíly mezi po sobě jdoucími paradigmaty, které nepotřebují další vysvětlení. Paradigmatata se však liší ve své podstatě, nejen protože se týkají přírody, nýbrž zpětně také vědy, ze které vznikla. Jsou zdrojem metod, okruhů problémů a standardních řešení, které v dané době vědecké společnosti přijímá. Proto přijetí nového paradigmatu nutně vyvolá nové vymezení té které vědy. Některé starší problémy mohou být postoupeny jiným vědám nebo mohou být prohlášeny za zcela „nevědecké“. Jiné, které dosud neexistovaly nebo byly triviální, se mohou v rámci nového paradigmatu stát archetypy důležitých vědeckých výsledků. A stejně jako problémy se mění i standardy, podle kterých se rozlišuje mezi pravým vědeckým řešením a pouhou metafysickou spekulací, slovní hříčkou nebo matematickou hrou. Tradice normální vědy, která se objeví v průběhu vědecké revoluce, je nejen neslučitelná s tradicí minulou, ale často je s ní zcela nesouměřitelná.

Vliv Newtonovy práce na normální tradici vědecké praxe sedmáctého století poskytuje působivý příklad pronikavého účinku vyvolaného posunem paradigmatu. Před Newtonovým narozením se „nové vědě“ 17. století podařilo alespoň odmítnout aristotelské a scholastické výklady, založené na esencích hmotných těles. Tvzení, že kámen padá proto, že jeho „přirozenost“ jej žene směrem ke středu vesmíru, se tak ukázalo být pouhou tautologickou slovní hříčkou. Tak tomu ovšem dříve nebylo. Od opuštění teorie esencí se celý proud smyslových jevů, včetně barvy, chuti a dokonce i hmotnosti vysvětloval pomocí rozměrů, tvarů a pohybů elementárních částíček, které tvořily základ hmoty. Připisovat další kvality elementárním atomům znamenalo uchýlovat se k okultismu, a tedy k něčemu za hranicemi vědy. Molière přesně zachytil tohoto ducha, když se vysmíval doktorovi vysvětlujícímu uspávací účinek opia tím, že mu připisoval uspávací potenci. Ve druhé polovině sedm-

náctého století by možná vědci spíše řekli, že okrouhlý tvar částic opia jim umožňuje konejšit nervy, kterými se pohybují.⁹²

V předchozím období bylo vysvětlování jevů pomocí okultních, skrytých kvalit nedílnou součástí tvůrčí vědecké práce. Ale víra sedmnáctého století v mechanicko-částicová vysvětlení se ukázala být pro mnoho věd ohromně plodná proto, že odstranila problémy, které odolávaly obecně přijímaným řešením, a na jejich místo postavila problémy jiné. Například v dynamice jsou tři Newtonovy pohybové zákony spíše než výsledkem nových experimentů pokusem reinterpretovat všeobecně známá pozorování pohybem a vzájemným působením primárně neutrálních částic. Vezměme pouze jeden názorný příklad. Protože neutrální částice na sebe mohou vzájemně působit pouze dotykem, zaměřil mechanicko-korpuskulární názor na přírodu pohled vědy na zcela nový předmět studia, na změny pohybu částic v důsledku vzájemných srážek. Descartes tento problém otevřel a poskytl jeho první zdánlivé řešení. Huyghens, Wren a Wallis problém dovedli dále, částečně v experimentech se srážkami kyvadlových závaží, ale zvláště tak, že předcházející všeobecně známé charakteristiky pohybu použili na nový problém. „Akce“ a „reakce“, které se ve třetím pohybovém zákonu rovnají, jsou ty změny „množství“ pohybu, jež se odehrávají u částic při srážce. Tatáž změna pohybu poskytuje definici dynamické síly, která je zahrnuta ve druhém zákonu. V tomto a mnoha jiných případech dalo částicové paradigma v sedmnáctém století vzejít novému problému a do značné míry i jeho řešení.⁹³

Přestože bylo Newtonovo dílo zaměřeno převážně na problémy mechanicko-korpuskulárního pohledu na svět, z něhož vycházely i standardy do díla začleněné, vyvolal účinek paradigmatu vzniklého z tohoto díla v oblasti problémů a standardů pro vědu legitimních změny, a to zčásti destruktivní. Tíže vyložená jako vlastní přitažlivost mezi oběma členy každé dvojice částic hmoty byla skrytou kvalitou v témže smyslu jako scholastický „sklon padat“ k zemi. Pro ty, kteří v situaci, kdy si standardy korpuskulárního přístupu

⁹² Částicová teorie viz M. Boas, *The Establishment of the Mechanical Philosophy*, in: *Osiris*, X, 1952, str. 412-541. Účinek tvaru částic na chuť viz tarnt, str. 483.

⁹³ R. Dugas, *La mécanique au XVII^e siècle*, Neuchâtel 1954, str. 177-185, 284-298, 345-356.

uchovaly svou působnost, přijali *Principia* za své paradigma, bylo hledání mechanického vysvětlení tíže jedním z nejnáléhavějších problémů. Newton, stejně jako mnozí jeho následovníci v osmnáctém století, věnoval tomuto vysvětlení velikou pozornost. Zjevně jedinou možností v této situaci bylo odmítnutí Newtonovy teorie, neboť ta ve svém úsilí o vysvětlení tíže selhala. Tuto možnost vědci v široké míře přijímali. Nakonec však nezvítězil žádný z těchto názorů. Protože vědci nebyli schopni provozovat vědu bez *Principu* ani přizpůsobit toto dílo standardům korpuskulární teorie sedmáctého století, přijímali postupně názor, že tíže je skutečně něčím tělesům vlastním. V polovině osmnáctého století byl tento výklad přijat téměř všeobecně a jeho výsledkem byl návrat ke scholastickým standardům (ten však neměl povahu kroku zpátky). Přitažlivost a odpudivost tvořily spolu s velikostí, tvarem, polohou a pohybem fyzikálně nepřevoditelné prvotní vlastnosti hmoty.⁹⁴

Změna standardů a okruhů problémů fyzikálních věd měla opět své důsledky. Například ve čtyřicátých letech osmnáctého století mohli badatelé v oboru elektřiny hovořit o přitažlivé „síle“ elektrické tekutiny, aniž by tím na sebe přivolali posměch, se kterým se o sto let dříve setkal Moliérův doktor. Díky úvahám o přitažlivé síle elektrické tekutiny začaly elektrické úkazy postupně ve stále větší míře vykazovat poněkud jiný řád, než když byly elektrické jevy považovány za účinek mechanického výtoku. Ten mohl působit pouze při přímém dotyku. Teprve když se elektrické působení na dálku stalo po právu předmětem studia, byl jako jeden z účinků tohoto působení pozorován jev, který dnes nazýváme elektrickým nabíjením indukcí. Do té doby byl tento jev - pokud vůbec byl pozorován - připisován přímému působení elektrické „atmosféry“ nebo elektrickým svodům, jimž se v žádné laboratoři nebylo možno vyhnout. Nový pohled na účinky indukce byl na druhé straně klíčovým pro Franklinův rozbor leydenské láhve, a tedy pro vznik nového paradigmatu elektřiny. Dynamika a elektrostatika nebyly jedinými vědeckými obory, které byly ovlivněny tím, že se hledání vnitřních sil hmoty ukázalo jako oprávněné. Velká část literatury osmnáctého století vztahující se k chemickým afinitám a chemic-

⁹⁴ I. B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof*, Philadelphia 1956, kap. VI-VII.

kým substitučním řadám byla odvozena na základě tohoto supramechanického aspektu newtonovské teorie. Chemikové, kteří věřili v rozdíly mezi přitažlivostí mezi rozličnými chemickými složkami, navrhovali dosud neznámé pokusy a hledali nové druhy reakcí. Bez údajů a chemických pojmů, které se během tohoto procesu vyvinuly, by nebylo pozdější Lavoisierovo dílo - a zvláště dílo Daltonovo - srozumitelné.⁹⁵ Změny standardů určujících přípustnost problémů, pojmy a vysvětlení mohou proměnit celou vědu. V následujícím oddíle dokonce budu tvrdit, že v jistém smyslu mohou změnit svět.

Další příklady těchto nepodstatných rozdílů mezi po sobě následujícími paradigmaty můžeme čerpat z dějin kterékoli vědy a z téměř jakéhokoli období jejího vývoje. Pro tuto chvíli se spokojme s dvěma mnohem stručnějším příklady. Před revolucí v chemii spočíval jeden ze všeobecně uznávaných úkolů v tom, že se hledalo vysvětlení kvalit chemických substancí a jejich změn v průběhu chemických reakcí. S pomocí několika málo elementárních „principů“ - z nichž jedním byl flogiston - vysvětlovali chemikové, proč jsou některé substance kyselé, jiné mají vlastnosti kovů, jiné jsou hořlavé atd. V tomto směru se dosáhlo určitého úspěchu. Už jsme uvedli, že pomocí flogistonu se vysvětlovalo, proč jsou kovy takové, jaké jsou. Podobné argumenty se našly i pro kyseliny. Avšak Lavoisierova reforma s konečnou platností odstranila chemické „principy“, a tím připravila chemii o určitou, částečně skutečnou a z velké části potenciální sílu podávat vysvětlení. Aby se tato ztráta vyrovnala, bylo třeba provést změny standardů. Z toho, že se v průběhu devatenáctého století nepodařilo vysvětlit kvality sloučenin, nebylo možno vinit chemickou teorii.⁹⁶

Clerk Maxwell sdílel v devatenáctém století s dalšími zastánci vlnové teorie přesvědčení, že světelné vlnění se šíří jen díky hmotnému etheru. Standardním problémem pro nejschopnější Maxwellovy současníky byl návrh mechanického prostředí, které by takové vlnění neslo. Vlastní Maxwellova elektromagnetická teorie světla však vůbec neuvažovala o nějakém prostředí nesoucím světelné vlny, a tím způsobila, že nalezení nějakého možného vysvětlení takového prostředí bylo mnohem těžší než kdykoli předtím. Zprvu

⁹⁵ Elektřina viz tamt., kap. VIII a IX. Chemie viz H. Metzger, cit. d., část I.

⁹⁶ E. Meyerson, *Identity and Reality*, New York 1930, kap. X.

byla Maxwellova teorie zavrhována právě z tohoto důvodu. Ale stejně jako u Newtonovy teorie se i u teorie Maxwellovy ukázalo, že obejít se bez ní je obtížné, a tak se jí dostalo statutu paradigmatu právě toho společenství, které bylo touto teorií změněno. Během prvních desetiletí dvacátého století se Maxwellovo lpění na názoru, že existuje mechanický ether, zdálo být stále více a více něčím, pro co existují jen ústní argumenty - i když tomu tak původně nebylo - a od pokusů o vytvoření takového étherického prostředí se upustilo. Vědci už nepovažovali za nevědecké hovořit o elektrických „přesu-
nech“, aniž by se určilo, co se přesouvá. Výsledkem opět byla nová řada problémů a standardů a ta měla přímou souvislost se vznikem teorie relativity.⁹⁷

Tyto charakteristické posuny v pojetí legitimních problémů a standardů vědeckého společenství by nebyly pro tento esej tak významné, kdyby se dalo předpokládat, že šlo o posuny od metodologicky nižšího typu k vyššímu. V takovém případě by se zdálo, že účinek těchto posunů je kumulativní. Není tedy divu, že někteří dějepisci tvrdili, že dějiny vědy zaznamenávají neustálý nárůst vyzrávání a zjemňování pojetí povahy vědy.⁹⁸ Problém kumulativního vývoje vědeckých problémů a standardů je však obtížnější než problém kumulace teorií. Pokus o vysvětlení tíže - i když jej vědci v 19. století většinou úspěšně odmítali - se nezaměřoval na vnitřně neoprávněný problém, námitky proti vlastním silám nesměřovaly ani k jeho podstatné nevědeckosti, ani metafysičnosti v hanlivém slova smyslu. Neexistovaly vnější standardy, které by dovolovaly takové soudy. To, co se objevilo, nebyl ani zánik, ani vznik standardů, ale jednoduše změna vyvolaná přijetím nového paradigmatu. Navíc bylo a dosud je možno tuto změnu zvrátit zpět. Einstein ve dvacátém století úspěšně vysvětlil gravitační přitažlivost a jeho vysvětlení vrátilo do vědy řadu kánonů a problémů, které, v tomto zvláštním ohledu, jsou mnohem podobnější problémům Newtonových předchůdců než jeho následovníků. Vývoj kvantové mechaniky také zvrátil metodologický zákaz, který měl svůj původ v chemické re-

⁹⁷ E. T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, II, London 1953, str. 28-30.

⁹⁸ Skvělý a zcela současný pokus o uložení vědeckého vývoje do tohoto Prokrustova lože viz C. C. Gillispie, *The Edge of Objectivity: An Essay in the History of Scientific Ideas*, Princeton 1960.

IX. POVAHA A NEZBYTNOST VĚDECKÝCH REVOLUCÍ

voluci. Chemikové se nyní s velkým úspěchem pokoušejí vysvětlit barvu, skupenství a další kvality látek, které používají a vytvářejí ve svých laboratořích. Podobný zvrát se může skrývat i pod povrchem teorie elektromagnetického pole. Prostor pro současnou fyziku už není tím netečným a homogenním podkladem, který používají Newtonova i Maxwelllova teorie; některé z vlastností prostoru nejsou nepodobny vlastnostem etheru; jednou možná zjistíme, co je vlastně onen elektrický přesun zač.

Předchozí případy nám posunem důrazu z kognitivní funkce paradigmatu na funkci normativní dovoluji rozšířit porozumění způsobům, jimiž paradigma formuje vědecký život. Původně jsme zkoumali roli paradigmatu v principu tak, jakoby paradigma bylo hybnou silou vědecké teorie. V této roli funguje paradigma tak, že vědcům říká, které entity do přírody patří a které ne, a ohlašuje i jejich způsoby chování. Tato informace poskytuje mapu, jejíž detaily jsou postupně osvětlovány vyspělým vědeckým výzkumem. A protože je příroda příliš složitá a proměnlivá na to, aby byla prozkoumávána náhodným způsobem, je tato mapa pro setrvalý vývoj vědy stejně podstatná jako pozorování a experiment. Paradigma se díky teoriím, jež v sobě začleňuje, ukazuje být tím, co zakládá vědeckou činnost. V jiném ohledu však existují další základy vědy, a ty budou teď středem našeho zájmu. Důležité je, že předchozí příklad nám ukazuje, že paradigma poskytuje vědcům nejen mapu, nýbrž i jisté směry, které jsou pro mapování podstatné. Učí-li se vědec paradigmatu, osvojuje si teorii, metody a standardy, a to vše najednou, obvykle ve spleťtí směsici. Proto tam, kde se paradigma mění, se obvykle vyskytují posuny jak v kritériích oprávněnosti problémů, tak v kritériích oprávněnosti jejich předpokládaných řešení.

Toto pozorování nás vrací zpět do bodu, z něž tento oddíl vyšel, protože nám poskytuje první výslovný náznak toho, proč se při volbě mezi dvěma soupeřícími paradigmaty pravidelně objevují otázky, jež není možno řešit za použití kritérií normální vědy. Do té míry, do jaké se budou vzájemně rozcházet v otázce toho, co je problém a co řešení, se budou dvě soupeřící vědecké školy nevyhnutelně mjet při diskusi o relativní hodnotě toho kterého paradigmatu. Ve zvláštní argumentaci kruhem, která je pravidelně výsledkem takové diskuse, se ukáže, že každé z paradigmat více nebo méně odpovídá těm kritériím, které si samo dává, a že úplně nebo zčásti nevyhovuje kritériím, které jsou určeny jeho soupeřem. Exis-

tuji však i další důvody neúplnosti logické souvislosti, která setrvale charakterizuje diskusi paradigmat. Protože například žádné z paradigmat neřeší všechny problémy, jež si samo určí, a protože nejsou taková dvě paradigmata, která by nechala nevyřešeny tytéž problémy, vyvolává diskuse mezi paradigmaty vždy otázku: Který problém je důležitější vyřešit dříve? Stejně jako při problému soupeřících standardů, může být tato otázka hodnoty vyřešena pouze za použití kritérií, která leží vně normální vědy, a právě toto odvolání se na vnější kritéria naprosto zřejmě činí diskusi mezi paradigmaty revoluční. Avšak jde o něco mnohem podstatnějšího, než jsou standardy a hodnoty. Dosud jsem tvrdil, že pouze paradigma má pro vědu zakládající ráz. Nyní bych chtěl ukázat, v jakém smyslu jsou paradigmata zakládající i vůči přírodě.

X

REVOLUCE JAKO ZMĚNY POHLEDU NA SVĚT

Při zkoumání záznamů o minulých výzkumech z hlediska současné historiografie může být historik vědy v pokušení zvolat, že tam, kde se mění paradigma, mění se s tímto paradigmatickým i svět sám. Vědci, vedeni novým paradigmatickým, si osvojují nové nástroje a vyhlížejí neprobádané oblasti. A co je ještě důležitější: v průběhu revoluce začínají vědci vidět nové a odlišné věci i tam, kde se důvěrně známými nástroji obracují do již probádaných oblastí. Jakoby společenství odborníků bylo náhle přeneseno na jinou planetu, kde se důvěrně známé předměty ukazují v odlišném světle a kde se s nimi pojí předměty dosud neznámé. Samozřejmě, nic takového nenastane: takové přemístění v prostoru neexistuje; vně laboratoře pokračují každodenní události tak jako předtím. Změny paradigmatického nicméně způsobují, že vědci vidí odlišně svět svého vědeckého působení. Jestliže jedinými poukazy na tento svět jsou pouze jejich pozorování a práce, pak po vědecké revoluci je vidět, že vědci reagují na jiný svět.

Známé příklady projevů skokových změn vizuálního *Gestalt* to ukazují velmi zřetelně a mohou sloužit jako elementární prototyp přeměn vědeckého světa. Kachny předrevolučního světa se ve světě po revoluci ukáží být králíky. Člověk, který zprvu viděl shora vnějšek krabíčky, vidí nyní zdola její vnitřek. Ačkoli podobné proměny nastupují obvykle pozvolna a téměř vždy nevratně, jsou přesto běžnými součástmi vědecké průpravy. Dívají-li se student a kartograf na obrysovou mapu, pak jeden vidí křivku na papíře, druhý obrázek terénu. Dívá-li se student na fotografii z bublinové komory, vidí změť lomených čar tam, kde fyzik vidí záznam nějaké známé jaderné události. Teprve po určitém počtu proměn svého pohledu se student stane obyvatelem vědeckého světa a vidí to, co vidí vědci, a reaguje na to, nač také vědci reagují. Svět, do kterého vědec vstupuje, však není světem daným jednou pro vždy: s přírodou na

jedné straně a vědou na straně druhé. Svět je spíše určován současně okolím i speciální tradicí normální vědy, kterou se student naučil následovat. V době revoluce, kdy se tradice mění, musí u vědce dojít k převýchově vnímání okolí. Vědec se musí naučit vidět i v některých důvěrně známých situacích nějaký nový *Gestalt*. Když se to naučí, bude se mu svět jeho výzkumu zdát zcela nesouměřitelný se světem, jehož obyvatelem až doposud byl. To je další důvod, proč se školy vedené odlišnými paradigmaty vždy poněkud míjejí.

Experimenty *Gestaltpsychologie* ve své nejobvyklejší formě názorně ukazují pouze povahu proměn vnímání. Neříkají však nic o roli paradigmatu nebo o předchozí zkušenosti získané v procesu vnímání. K tomuto problému však existuje bohatý fond psychologické literatury, z níž většina vychází z průkopnických prací Hannoverského institutu. Experimentální osoba, která si nasadí brýle s převraccíjícími čočkami, zprvu vidí celý svět hlavou dolů. Zpočátku pracuje vnímací ústrojí tak, jak bylo naučeno bez brýlí - výsledkem je úplná ztráta orientace a vážná osobní krize. Avšak poté, co se pokusná osoba začne učit, jak zacházet s tímto novým světem, se celé její vizuální pole převrátí. Obvykle se tak stane po nějakém přechodném období, během kterého je vidění jednoduše zmatené. Potom už osoba vidí předměty tak, jak je viděla před nasazením brýlí. Reakcí na změnu vizuálního pole bylo přizpůsobení tohoto samotného, původně anomálního pole." V doslovném i metaforickém smyslu slova lze říci, že vidění člověka, který si zvykl na převraccíjící čočky, prošlo revoluční proměnou.

Experimentální osoba, která podstoupila experiment s anomálními kartami zmíněný v oddílu VI, zakusila podobnou proměnu. Dokud se tyto osoby po déle trvající zkušenosti nenaučily, že vesmír obsahuje anomální karty, viděly pouze ty typy karet, kterými je vybavila jejich předchozí zkušenost. Jakmile jim jednou zkušenost poskytla potřebné dodatečné kategorie, byly schopny vidět všechny anomální karty na první pohled. Ten trval jen po dobu nezbytně dlouhou, aby vůbec bylo možno nějakou identifikaci provést. Jiné experimenty ukazují, že vnímání rozměru, barvy atd. experimentál-

⁹⁹ Původní experimenty provedl G. M. Stratton, *Vision without Inversion of the Retinal Image*, in: *Psychological Review*, IV, 1897, str. 341-360, 463-481. Přehled novějšího data poskytuje H. A. Carr, *An Introduction to Space Perception*, New York 1935, str. 18-57.

X. REVOLUCE JAKO ZMĚNY POHLEDU NA SVĚT

ně ukazovaných předmětů se mění v závislosti na předchozím výcviku a na zkušenosti pokusné osoby.¹⁰⁰ Když člověk prochází bohatou odbornou literaturu, z níž jsou vzaty uvedené příklady, začne mít podezření, že něco jako paradigma je samo vůbec nutnou podmínkou vnímání. To, co člověk vidí, závisí na tom, nač se dívá, a také na tom, co se na základě předchozí vizuálně-pojmové zkušenosti naučil vidět. Bez takového výcviku by - slovy Williama Jamese - existoval jen „hloupý vířící zmatek“.

V minulých letech zjistili badatelé v oboru vědy, že experimenty výše popsaného druhu jsou velmi podnětné. Zvláště N. R. Hanson použil příklady z *Gestaltpsychologie* k vypracování některých důsledků vědeckého přesvědčení, kterými se zde zabývám já.¹⁰¹ Ostatní kolegové upozorňovali na to, že dějiny vědy by dávaly lepší a souvislejší smysl, kdyby se předpokládalo, že vědci občas zakoušejí podobný posun ve vnímání, jaký jsme popsali výše. Přestože jsou psychologické experimenty podnětné, nemohou být z povahy věci samé něčím více. Ukazují charakteristiku vnímání, které je *snad pro* vědecký vývoj ústřední, ale vůbec neukazují, že pečlivá a systematická pozorování, jež vědečtí výzkumníci provádějí, takový charakter mají. Sama povaha uvedených experimentů znemožňuje v tomto ohledu přímý důkaz. Má-li nějaký příklad z dějin ukázat, že jsou tyto psychologické experimenty relevantní, pak je třeba nejprve uvést, které druhy důkazu mohou či nemohou dějiny poskytnout.

Experimentální osoba, která podstupuje některý z pokusů, jež jsme uvedli jako příklady v rámci *Gestaltpsychologie*, ví, že se její vnímání posouvá proto, že tento posun může provést opakovaně tam i zpět, zatímco v ruce drží stále též kousek papíru nebo tutéž knihu. Protože si je tento člověk vědom toho, že se v jeho okolí nic nezměnilo, nezaměřuje postupně svou pozornost na obrázek (kachny či králíka), nýbrž stále více na čáry na papíře, na které se dívá. Dokonce se může nakonec naučit dívat se na tyto křivky, aniž by vůbec nějaký obrázek viděl. Potom můžeme říci (a to jsme dříve legitimně nemohli), že to, co skutečně vidí, jsou křivky, ale zeje vidí střídavě

«) Viz např. A. H. Hastorf, *The influence of Suggestion on the Relationship between Stimulus Size and Perceived Distance*, in: *Journal of Psychology*, XXIX, 1950, str. 195-217 a J. S. Bruner- L. Postman - J. Rodrigues, *Expectations and the Perception of Color*, in: *American Journal of Psychology*, LXIV, 1951, str. 216-227.

¹⁰¹ N. R. Hanson, *Patterns of Discovery*, Cambridge 1958, kap. I.

jako kachnu nebo jako králíka. Osoba, která se účastní experimentu s anomálními kartami, ví (či přesněji: dá se přesvědčit), že k posunu v jejím vnímání muselo dojít díky nějaké vnější autoritě, experimentátorovi, který ji ujišťoval, že bez ohledu na to co vidí, se dívá vždy na černou srdcovou pětku. V obou těchto případech, stejně jako ve všech podobných psychologických experimentech, závisí působivost důkazu na tom, zda je možno jej takto analyzovat. Pokud následuje nějaký vnější standard, vzhledem k němuž se posun ve vidění dá prokázat, není možno o případných proměnách vnímání vyvodit žádný závěr.

Avšak v případě vědeckého pozorování je situace právě opačná. Vědec se s tím, co vidí svými očima a za pomoci svých přístrojů, nemá k čemu odvolat. Pokud by existovala taková autorita, k jejímuž pohledu by bylo možno se odvolat, aby se ukázalo, zda došlo k nějaké změně vidění, pak tato autorita sama by se stala zdrojem dat a způsob jejího vidění by se stal zdrojem problémů (podobně jako je pokusná osoba zdrojem problémů pro psychologa). Problémy stejného druhu vyvstanou, pokud se bude chtít vědec „přepínat“ tam a zpět, jako to činila osoba, která byla předmětem experimentu *Gestaltpsychologie*. Doba, během které bylo světlo „někdy vlněním a někdy mělo částicovou povahu“, byla obdobím krize - obdobím, kdy něco bylo v nepořádku - a tato doba skončila teprve rozvojem vlnové mechaniky a zjištěním, že světlo je zvláštní samostatnou entitou, odlišnou jak od vlnění, tak od částic. Proto pokud je ve vědě změna paradigmatu provázena skokovou změnou vnímání, nedá se očekávat, že by vědci o takové změně mohli svědčit přímo. Vědec, který se přiklonil ke koperníkovskému názoru, neřekne: „Dosud jsem viděl planetu, teď ale vidím oběžnici.“ Přívrženec nové astronomie místo toho spíše řekne: „Kdysi jsem považoval Měsíc za planetu (nebo: spatřoval jsem v Měsíci planetu), ale byl to omyl.“ Taková tvrzení se opakují během doznívání vědeckých revolucí. Pokud se za nimi skrývají nějaké posuny vědeckého vidění nebo jiné myšlenkové proměny stejného účinku, nemůžeme čekat, že budou o takovém posunu bezprostředně svědčit. Důkaz toho, že se s novým paradigmatem změnil způsob vidění vědce, musíme hledat spíše nepřimo - ve vědcově chování.

Vraťme se nyní k faktům a položme si otázku, jaké druhy proměn vědeckého světa může odhalit historik, který v takové změny věří. Objev Uranu sirem Williamem Herschelem poskytuje první příklad,

X. REVOLUCE JAKO ZMĚNY POHLEDU NA SVĚT

který je také blízkou paralelou k experimentu s anomálními kartami. V nejméně sedmnácti různých případech mezi roky 1690 až 1781 pozorovali mnozí astronomové - včetně několika evropských nejvýznamnějších pozorovatelů - takové postavení hvězd, které podle našich dnešních předpokladů muselo být stejné jako v době objevu planety Uran. Jeden z nejlepších pozorovatelů z této skupiny skutečně pozoroval po čtyři po sobě jdoucí noci roku 1796 hvězdu, avšak nezaznamenal její pohyb, který by jej mohl inspirovat k jiné identifikaci. Když Herschel o dvanáct let později pozoroval tentýž objekt, měl o hodně vylepšený teleskop vlastní výroby. Proto byl schopen zaznamenat výrazně okrouhlý tvar, který byl u hvězd neobvyklý. Něco tu nesedělo, a proto odložil identifikaci objektu na další zkoumání. To odhalilo pohyb Uranu vůči hvězdám a Herschel proto ohlásil, že spatřil novou kometu. Teprve o několik měsíců později po bezvýsledných pokusech přiblížit pozorovaný pohyb objektu oběžné dráze komety, Lexell naznačil, že oběžná dráha odpovídá dráze planety.¹⁰² Když byl tento návrh přijat, bylo ve světě odborných astronomů o několik hvězd méně a o jednu planetu více. Na nebeské těleso, které střídavě bylo i nebylo pozorováno téměř po celé jedno století, se po roku 1781 začalo pohlížet jinak, protože - stejně jako v případě anomálních karet - je nebylo možno dále přizpůsobovat kategoriím vnímání (hvězda či kometa), poskytovaných doposud převažujícím paradigmatem.

Posun v pohledu, který dovolil astronomům vidět v Uranu planetu, neovlivnil pouze vnímání jediného, v minulosti již pozorovaného objektu. Je pravděpodobné - i když pro to neexistuje jednoznačný důkaz -, že malá změna paradigmatu vyvolaná Herschelem pomohla astronomům připravit se na rychlý sled objevů mnoha menších planet a asteroidů po roce 1801. Tyto planety a asteroidy však díky svým malým rozměrům nevykazovaly anomální zvětšení, které upozornilo Herschela. Avšak astronomové, připravení nalézat další planety, jich byli schopni za pomoci standardních přístrojů identifikovat v průběhu prvních padesáti let devatenáctého století dvacet.¹⁰³ Dějiny astronomie poskytují mnoho dalších příkladů pa-

¹⁰² P. Doig, *A Concise History of Astronomy*, London 1950, str. 115-116.

¹⁰³ R. Wolf, *Geschichte der Astronomie*, München 1877, str. 513-515 a 683-693. Zejména pozoruhodné je to, jak Wolfovo chápání ztěžuje pochopení těchto objevů jako důsledku Bodeho zákona. •

radigmaticky vyvolaných změn vědeckého vnímání, i když některé z nich nejsou tak jednoznačné. Je například možné myslet si, že to, že západní astronomové spatřili změny na dosud neměnném nebi právě během půlstoletí po prosazení nového Koperníkova paradigmatu, je pouhá náhoda? Číňané, jejichž kosmologické pojetí nevyklučuje změny na nebesích, zaznamenali objev mnoha nových hvězd již mnohem dříve. Systematicky také zaznamenávali skvrny (dokonce bez pomoci teleskopu), objevující se na Slunci, a to mnoho staletí před tím, než je uviděli Galileo a jeho současníci.¹⁰⁴ Skvrny na Slunci a nové hvězdy však nebyly jedinými příklady nebeských změn, které se objevily na poli západní astronomie bezprostředně po Koperníkovi. Astronomové sklonku šestnáctého století za použití tradičních nástrojů - někdy dokonce tak jednoduchých, jako byl kousek nitě - opakovaně zaznamenávali, že komety putují libovolně prostorem až dosud vyhrazeným neměnným planetám a hvězdám.¹⁰⁵ Snadnost a rychlost, s nimiž astronomové spatřovali nové věci při pohledu na staré objekty starými přístroji, nás svádí k tvrzení, že astronomové žili v odlišném světě. V každém případě z jejich výzkumu se zdá, jako by tomu tak bylo.

Předchozí příklady byly vybrány z oboru astronomie proto, že zprávy o pozorování oblohy jsou často podávány pomocí slovníku skládajícího se z poměrně čistých termínů vztahených na pozorování. Pouze u takových zpráv můžeme doufat, že nalezneme něco jako úplnou paralelu mezi viděním vědce a viděním pokusné osoby v psychologickém experimentu. Nemusíme však trvat na úplnosti paralely a uvolněním měřítek můžeme dokonce získat. Spokojí-li se s všedním použitím slovesa „vidět“, brzy poznáme, že už jsme se setkali s mnoha dalšími příklady posunu ve vědeckém vnímání, doprovázejícími změnu paradigmatu. Rozšířené používání slov „vnímání“ a „vidění“ si bude třeba brzy obhájit, ale budiž mi nejprve dovoleno ukázat na několika příkladech, jak se tyto termíny používají v praxi.

Podívejme se opět na okamžik na dva předchozí příklady z dějin elektřiny. V průběhu sedmnáctého století, kdy výzkumu elektřiny

¹⁰⁴ J. Needham, *Science and Civilization in China*, III, Cambridge 1959, str. 423-29 a 434-436.

«" T. S. Kuhn, *The Copernican Revolution*, Cambridge (Mass.) 1957, str. 206-209.

X. REVOLUCE JAKO ZMĚNY POHLEDU NA SVĚT

vládla ta či ona teorie emanace, výzkumníci elektrických jevů opakovaně viděli, jak byly kovové pásky odpuzovány od těles, kterými byly nejprve přitahovány, nebo jak tyto pásky od nabitých těles odpadávají. Pozorovatelé v sedmnáctém století mohli říci, že to přinejmenším takto viděli, a na základě jejich zpráv nemáme důvod pochybovat o tom, že by jejich pozorování byla jiná než naše. Pokud by byl moderní pozorovatel postaven před tentýž přístroj, viděl by (místo mechanického nebo gravitačního odrazu) elektrostatické odpuzování. Z historického hlediska však nikdo elektrostatické odpuzování - až na jednu všeobecně opomíjenou výjimku - nepozoroval, a to až do doby, kdy Hauksbeeho přístroj silně zvětšil oblast jeho projevů. Odpuzování po elektrickém nabití dotykem bylo však jen jedním z mnoha jevů odpuzování, které Hauksbee viděl. Díky jeho výzkumu spíše než díky náhlé změně *Gestalt* se odpuzování stalo rázem základním projevem elektrického nabíjení a tím, co si žádalo vysvětlení, bylo vzájemné přitahování.¹⁰⁶ Elektrické jevy, pozorované na počátku devatenáctého století byly jemnější a různorodější než ty, které viděli pozorovatelé ve století sedmnáctém. Jinak řečeno, pozorovatelé, kteří se dívali na leydenskou láhev v době po přijetí Franklinova paradigmatu viděli něco jiného než před jeho přijetím. Z tohoto zařízení se náhle stal kondenzátor, který nemusel být nutně ze skla a ani nemusel mít tvar láhve. Místo toho nabyly na důležitosti dvě vodivá pokrytí - jedno z nich nebylo součástí původního zařízení. Jak dosvědčují zapsaná zkoumání i zakreslené obrázky, staly se dvě kovové desky a nevodič mezi nimi prototypem přístroje této třídy.¹⁰⁷ Současně s tím se dostalo nového popisu dalším indukčním jevům a jiné podobné jevy byly zaznamenány vůbec poprvé.

Posuny tohoto druhu se neomezují na astronomii a výzkumy elektřiny. Již jsme uvedli některé podobné proměny vidění, které lze odvodit z dějin chemie. Říkáme, že Lavoisier viděl kyslík tam, kde Priestley viděl deflogistovaný vzduch a kde jiní neviděli vůbec nic. Tím, že se Lavoisier naučil vidět kyslík, však zároveň změnil pohled na mnohé další dobře známé substance. Viděl například složeninu rud tam, kde Priestley a jeho současníci viděli elementární zeminu,

¹⁰⁶* D. Roller - D. H. D. Roller, *The Development of the Concept of Electric Charge*, Cambridge (Mass.) 1954, str. 21-29.

¹⁰⁷ Viz pojednání v VII. kap. a literatura, kterou uvádí tam zmíněná pozn. 9.

a takových změn bylo více. Výsledkem objevu kyslíku bylo přinejmenším to, že Lavoisier viděl přírodu odlišným způsobem. A není-li možno se odvolat na nějakou hypoteticky neměnnou přírodu, kterou „viděl jinak“, pak zásada ekonomie nás nutí říci, že Lavoisier po objevu kyslíku pracoval v jiném světě.

Za okamžik budeme zkoumat možnost, jak tomuto podivnému způsobu vyjadřování zamezit, ale nejprve zkoumejme další příklad jeho použití, totiž příklad získaný z jedné z nejlépe známých částí Galileova díla. Již v dávné minulosti viděli mnozí lidé, že hmotné těleso se na struně či řetězu houpe sem a tam tak dlouho, dokud se nakonec nezastaví. Pro aristoteliky, kteří věřili, že hmotné těleso se díky své vlastní povaze pohybuje z vyšší polohy do přirozeného klidového stavu - polohy nižší, bylo kývající se těleso něčím, co padá, ovšem s určitou obtíží. Těleso omezené v pohybu řetězem mohlo dosáhnout klidové polohy v nejnižším bodě jen po křivoláckém pohybu a určitém čase. Na druhé straně Galileo viděl při pohledu na kývající se těleso kyvadlo, těleso, kterému se téměř daří opakovat tentýž pohyb znovu a znovu do nekonečna. Tím, že to viděl, vypožadoval Galileo mnoho dalších vlastností kyvadla a na nich postavil mnoho nejvýznačnějších a originálních částí své nové dynamiky. Z vlastností kyvadla například Galileo odvodil svůj jediný úplný a nesporný argument pro nezávislost rychlosti pádu na hmotnosti, stejně jako argument pro vztah mezi vertikální výškou a konečnou rychlostí pohybu na nakloněné rovině.¹⁰⁸ Všechny tyto přírodní jevy viděl odlišným způsobem, než jakým na ně bylo nazíráno dosud.

Proč došlo k tomuto posunu pohledu? Samozřejmě, došlo k němu díky Galileově osobní genialitě. Připomeňme však, že to, co se samo ukázalo v přesnějším nebo objektivnějším pozorování kývajícího se tělesa, nebyla ona genialita. Z popisného hlediska je aristotelské vnímání stejně přesné. Zaznamenal-li Galileo, že perioda kyvu kyvadla nezávisí na amplitudě, a ta že nepřesáhne 90°, pak jeho způsob pohledu na kyvadlo jej vedl k tomu, že v něm viděl mnohem více pravidelností, než bychom v něm mohli odhalit dnes.¹⁰⁹ Spíše se zdá, že to, co hrálo roli, bylo geniální využití možných způsobů

¹⁰⁸ G. Galilei, *Dialogues concerning Two New Sciences*, III, přel. H. Crew a A. de Salvio, Evanston 1946, str. 80-81.

J .E(U)EIDTÍ! B,-qr,ú . l i V v minbajpf; siV ™

X. REVOLUCE JAKO ZMĚNY POHLEDU NA SVĚT

vnímání. Tyto posuny umožnil posun středověkého paradigmatu. Galileo nebyl vychován zcela aristotelsky. Naopak, naučil se provádět rozbor pohybu v rámci teorie impetu, tedy v rámci paradigmatu pozdního středověku. V tomto paradigmatu se předpokládalo, že pohyb, který pokračuje i po té, co přestala působit bezprostřední příčina, se děje díky vnitřní síle, kterou tělesu uděluje to, co pohyb prvotně způsobilo. Jean Buridan a Nikolai Oresmus, scholastikové čtrnáctého století, kteří dovedli teorii impetu až k nejdokonalejším formulacím, byli první mužové, o nichž se ví, že v kmitavém pohybu viděli alespoň částečně to, co v něm spatřoval Galileo. Buridan popisuje pohyb kmitající struny tak, že je při něm impetus nejprve udělen úderem na strunu; impetus se následně spotřebovává tím, že se struna pohybuje proti odporu svého napětí. Napětí pak přitahuje strunu zpět a udílí narůstající impetus, dokud není dosaženo střední polohy; pak impetus pohybuje strunou do opačného směru, opět proti směru napětí struny, a tak dále, v symetrickém ději, který může pokračovat donekonečna. Později v témže století Oresmus načrtl podobný rozbor kývajících se kamene, který se dnes ukazuje být prvním pojednáním o kyvadle.¹¹⁰ Je zřejmé, že jeho pohled je velmi blízký pohledu, se kterým Galileo poprvé přistoupil ke zkoumání kyvadla. Přinejmenším v případě Oresmově a téměř jistě také v případě Galileově to byl způsob pohledu, který byl možný jen díky přechodu od aristotelského paradigmatu pohybu k paradigmatu scholastického impetu. Dokud nedošlo k objevu scholastického paradigmatu, neexistovala pro vědce k vidění žádná kyvadla, ale pouze kývajících se kameny. Kyvadlo se prolomilo do existence něčím, co se velmi podobalo paradigmatem způsobené změně *Gestalt*.

Je však skutečně nutné, abychom to, co dělí Galilea od Aristotela a Lavoisiera od Priestleyho, popisovali jako proměnu pohledu? Viděli tito mužové *skutečně* rozdílné věci, když se *dívali* na předměty téhož druhu? Má skutečně legitimní smysl říkat, že svým výzkumům se věnovali v rozdílných světech? Tyto otázky už nelze déle odkládat, protože zřejmě existuje jiný, mnohem obvyklejší způsob, jak všechny tyto výše načrtnuté historické příklady popsat. Mnozí čtenáři jistě budou chtít říci, že změny paradigmatu jsou pouze vědeckou interpretací pozorování, která sama jsou jednou provždy

¹¹⁰ M. Claeet, *The Science of Mechanics in the Middle Ages*, Madison (Wis.)

fixována povahou prostředí a nástroji vnímání. Z tohoto pohledu viděli Priestley i Lavoisier kyslík, ale svá pozorování interpretovali různě; Aristoteles i Galileo viděli kyvadlo, ale lišili se vzájemně v interpretaci toho, co viděli.

Budiž mi zde dovoleno říci, že tento velmi obvyklý názor na to, k čemu dochází, když vědci mění svůj názor na důležité věci, nemůže být ani zcela špatný, ani pouhým omylem. Je spíše bytostnou částí filosofického paradigmatu, které začalo u Descarta a rozvíjelo se ve stejné době jako newtonovská dynamika. Toto paradigma sloužilo jak vědě, tak filosofii. Jeho využití, stejně jako použití dynamiky samotné, bylo plodné - přineslo základní poznání, kterého by asi nebylo možno dosáhnout jiným způsobem. Příklad newtonovské dynamiky však také ukazuje, že dokonce ani nejnovější ohromující úspěchy nezaručují, že se krize může odkládat donekonečna. Všechny dnešní výzkumy ve filosofii, psychologii, lingvistice a dokonce i v historii směřují k závěru, že s tradičním paradigmatem není něco v pořádku. Selhávání paradigmatu je také stále zřejmějším při studiu dějin vědy, kterým zde většinou věnujeme svou pozornost.

Žádná z těchto krizí ohlašujících problém však doposud neposkytla nějakou životaschopnou alternativu k tradičnímu epistemologickému paradigmatu. Všichni však začali prohlašovat, jaká má být charakteristika takového paradigmatu. Jsem si kupříkladu sám dobře vědom nesnázi, které vzniknou tím, že se řekne, že když se Aristoteles i Galileo dívali na kývající se kámen, viděl Aristoteles vázaný pád a Galileo kyvadlo. Stejně potíže spočívají - v dokonce ještě podstatnější formě - v úvodní větě tohoto oddílu: ačkoli se svět se změnou paradigmatu nemění, přesto vědci po takové změně pracují v odlišném světě. Jsem nicméně přesvědčen, že se musíme naučit dávat smysl přinejmenším podobným tvrzením. To, co se děje během vědecké revoluce, se nedá plně převést na reinterpretaci jednotlivých pevných faktů. Za prvé: tato data nejsou jednoznačně pevná. Kyvadlo není padající kámen a kyslík není deflogistovaný vzduch. Jak ale brzy uvidíme, jsou data, která vědci o rozličných objektech shromažďují, sama o sobě různá. A co je ještě důležitější - proces, ve kterém jedinec nebo společenství vykonává přechod od omezovaného pádu ke kyvadlu, od deflogistovaného vzduchu ke kyslíku, nemá charakter interpretace. Jak by také mohl být interpretací, když zde nejsou žádné pevné údaje, jež by vědci mohli interpretovat? Vědec, který se chopí nového paradigmatu, spíše než

X. REVOLUCE JAKO ZMĚNY POHLEDU NA SVĚT

interpretem je člověkem, jenž nosí obrácené brýle. Je postaven před tutéž konstelaci předmětů jako doposud a ví, že tomu tak je. Přesto však shledává, že tyto předměty jsou v mnoha detailech veskrze přeměněny.

Žádná z těchto poznámek nemá naznačit, že vědci neinterpretují pozorování či údaje charakteristickým způsobem. Naopak, Galileo interpretoval pozorování kyvadla, Aristoteles interpretoval padající kameny, Musschenbroek pozorování láhve naplněné nábojem a Franklin pozorování kondenzátoru. Ale každá z těchto interpretací měla za svůj předpoklad nějaké paradigma. Všechny interpretace byly částí normální vědy, činností, jejímž cílem, jak jsme viděli, bylo zjemňovat, rozšiřovat a dále artikulovat již existující paradigma. Oddíl III poskytuje mnoho příkladů, v nichž interpretace hraje ústřední roli. Tyto příklady vykreslují převažující typ výzkumu. V každém z těchto příkladů si byl vědec dobře vědom přijatého paradigmatu, známých dat, toho, jakými nástroji je možno je získat a jaké pojmy jsou pro jejich interpretaci odpovídající. Je-li dáno určité paradigma, pak interpretace dat je ústřední činností, při níž se tohoto paradigmatu využívá.

Ale interpretační činnost - a to bylo těžištěm předchozího odstavce - může paradigma pouze artikulovat, ale nikoli opravovat. Paradigmata vůbec nejsou opravitelná v rámci normální vědy. Naopak, jak jsme již viděli, normální věda vede nakonec pouze k rozpoznání anomálií a ke krizi. A anomálie a krize končí nikoli úvahami a interpretacemi, ale poměrně náhlou a nestrukturovanou událostí, jako je změna *Gestalt*. Vědci pak často mluví o „šupinách spadlých z očí“, „ozařujícím záblesku“, který „zaplavuje“ doposud podivný hlavolam a který dovoluje, aby se jeho části ukázaly novým způsobem, poprvé umožňujícím jeho rozluštění. Jindy přichází osvětlení ve spánku.¹¹¹ Žádný z běžných významů slova „interpretace“ není v souladu s těmito záblesky intuice, v nichž se rodí nové paradigma. I když taková intuice závisí na anomálních i souhlasných zkušenostech získaných v rámci starého paradigmatu, přesto není logicky ani

¹¹¹ J. Hadamard, *Subconscient intuition, et logique dans la recherche scientifique (conference faite au Palais de la Découverte le 8 Décembre 1945, Alecon)*, str. 7-8. Úplnější, i když na matematické novinky výlučně omezený výčet viz text téhož autora *The Psychology of Invention in the Mathematical Field*, Princeton 1949.

částečně spojena se zvláštními složkami takové zkušenosti, jako je tomu u interpretace. Shromažďuje však velkou část těchto zkušeností a proměňuje je v poněkud odlišný soubor, který bude posléze svázán nikoli s paradigmatem starým, ale s novým.

Abychom se více dozvěděli o tom, jaké mohou být rozdíly ve zkušenosti, vraťme se na okamžik k Aristotelovi, Galileovi a kyvadlu. Jaká data mohla pro každého z nich zpřístupnit interakce mezi paradigmatem (rozdílným) a jejich (společným) prostředím? Aristotelik, který by pozoroval vázaný pád, by změřil hmotnost kamene, vertikální výšku pádu a čas potřebný k dosažení klidové polohy (nebo by se těmito veličinami alespoň zabýval - aristotelici jen zřídka měřili). Spolu s odporem prostředí to byly pojmové kategorie, které aristotelská věda vyvinula, když se zabývala padajícími tělesy.² Normální výzkum, který by se řídil těmito kategoriemi, by nemohl vytvořit zákony, jež objevil Galileo. Tento výzkum mohl pouze vést - a v jistém směru i vedl - k řadě krizí, z nichž se vynořil Galileův způsob pohledu na kývající se kámen. Díky těmto krizím a některým vedlejším intelektuálním změnám viděl Galileo kývající se kámen zcela odlišným způsobem. Archimédova práce o plovoucích tělesech ukazovala prostředí jako něco, co není podstatné; teorie impetu ukazovala pohyb jako symetrický a trvalý; novoplatonismus vedl Galileovu pozornost ke kruhovému pohybu.³ Proto také měřil Galileo pouze hmotnost, poloměr, úhlové posunutí a dobu kyvu, což jsou přesně ty údaje, které je třeba interpretovat, aby se došlo k zákonu kyvadla. V tomto případě se interpretace ukazuje být téměř zbytečnou. Když bylo Galileovo paradigma stanoveno, bylo možno prozkoumat i pravidla pohybů, které se kyvadlovému pohybu podobaly. Jak jinak bychom mohli vysvětlit Galileův objev toho, že perioda kyvu závaží je zcela nezávislá na amplitudě, tedy objev, který věda vycházející od Galilea zcela vykořenila a který dnes naprosto nejsme schopni dokumentovat? Pravidla, která nemohla pro aristotelika existovat (a která se ve skutečnosti nedají na příkladech z přírody přesně ukázat), byla pro

² T. S. Kuhn, *A Function for Thought Experiments*, in: *Mélanges Alexandre Koyré*, R. Taton - I. B. Cohen (vyd.), publikováno Hermann, Paris 1963.

³ A. Koyré, *Études Galiléennes*, I, Paris 1939, str. 46-51 a *Galileo and Plato* in: *Journal of the History of Ideas*, IV, 1943, str. 400-428.

X. REVOLUCE JAKO ZMĚNY POHLEDU NA SVĚT

člověka, jenž na kývajícím se kámen pohlížel tak jako Galileo, důsledkem bezprostřední zkušenosti.

Tento příklad je snad příliš násilný, protože aristotelici nezaznamenali žádná zkoumání kývajících se kamenů. Pro jejich paradigma to byl jev mimořádně složitý. Aristotelici však zkoumali jednodušší případ, kamen padající bez mimořádných omezení. Na tomto případě jsou zjevné tytéž rozdíly v pohledu. Uvažoval-li aristotelik o padajícím kameni, viděl spíše změnu stavu než nějaký proces. Významnými měrami pohybu pro něj proto byly vzdálenost, kterou kámen urazil, a čas, který přitom uplynul, tedy parametry, jež bychom dnes nenazvali rychlostí, nýbrž průměrnou rychlostí.¹⁴ Protože kámen byl puzen svou přirozeností k tomu, aby dosáhl své konečné klidové polohy, považoval Aristoteles za význačný parametr každého okamžiku pohybu spíše vzdálenost *ke* konečné poloze než vzdálenost *od* počátku pohybu.¹⁵ Tyto pojmové parametry jsou základem většiny Aristotelových „zákonů pohybu“ a dávají těmto zákonům smysl. Avšak zčásti díky paradigmatu impetu a zčásti díky učení o rozlehlosti forem změnila scholastická kritika způsob pohledu na pohyb. Kámen, který se pohybuje díky impetu, získává tohoto impetu stále více, protože se vzdaluje od bodu počátku pohybu; významným parametrem se stává spíše vzdálenost *od* než vzdálenost *k*. U scholastiků se také Aristotelovo pojetí pohybu rozdělilo do dvou pojmů, které se krátce po Galileovi staly naší průměrnou rychlostí a rychlostí okamžitou. Ale při pohledu na tato pojetí z pozice paradigmatu, jehož byly částmi, vykazují padající kámen i kyvadlo zákony, jimiž se řídí, téměř na první pohled. Galileo nebyl prvním člověkem, který tvrdil, že kámen padá rovnoměrně zrychleným pohybem.¹⁶ Galileo také svou poučku o tomto jevu rozvinul spolu s mnoha jejími důsledky dříve, než začal dělat pokusy s nakloněnou rovinou. Tato poučka byla pouze další ze sítě nových pravidel, která se geniálnímu duchu stala přístupná ve světě určeném nejen přírodou, ale i paradigmatem, v němž byli Galileo i jeho současníci odchovaní. Galileo mohl žít v tomto světě a přitom (kdyby chtěl) vysvětlit, proč Aristoteles viděl to, co viděl. Nicméně bezpro-

¹⁴ T. S. Kuhn, *A Function for Thought Experiments*, in: *Mélanges Alexandre Koyré* (viz pozn. č. 14- úplná citace).

¹⁵ A. Koyré, cit. d., II, str. 7-11.

¹⁶ M. Clagett, cit. d., kap. IV, VI a IX.

střední Galileova zkušenost s padajícími kameny nebyla stejná jako zkušenost Aristotelova.

Není samozřejmě vůbec jasné, zda je třeba se tak široce zabývat „bezprostřední zkušeností“ - tedy těmi stránkami vnímání, které paradigma zdůrazňuje do té míry, že se jejich pravidla ukazují téměř na první pohled. Tyto stránky se přirozeně musí měnit spolu s důvěrou vědce v paradigma, ale jsou vzdáleny tomu, co obvykle máme na mysli, když mluvíme o hrubých údajích nebo holé zkušenosti, na jejichž základě, jak se všeobecně soudí, probíhá vědecký výzkum. Možná lze bezprostřední zkušenost odsunout stranou jako něco příliš prchavého a místo ní se zabývat konkrétními operacemi a měřeními, jež vědci ve svých laboratořích provádějí. Nebo by snad měla být analýza provedena na základě bezprostředních daností. Mohla by být například provedena pomocí nějakého neutrálního pozorovacího jazyka, který by byl sestaven tak, že by byl přizpůsoben stopám na oční sítnici, stopám, které zprostředkovávají, co vědec vidí. Pouze jedním z těchto způsobů si lze osvojit pole, v němž je zkušenost jednou provždy stálá, v němž kyvadlo i vázaný pád nejsou nikoli rozdílné vjemy, nýbrž různé interpretace jednoznačných údajů pocházejících z pozorování kývajících se kamene.

Je však smyslová zkušenost pevná a neutrální? Jsou teorie pouhé člověkem vytvořené interpretace daných údajů? Epistemologické stanovisko, které převládalo v západní filosofii, diktuje po tři staletí bezprostřední a jednoznačné: Ano! V situaci, kdy neexistuje nějaká jiná rozvinutá alternativa, shledávám, že je nemožné toto stanovisko zcela opustit. A to přesto, že už dále není účinným způsobem funkční a že pokus učinit je funkčním uvedením nějakého neutrálního pozorovacího jazyka se mi zdá být beznadějný.

Operace a měření, které vědci provádějí v laboratoři, nejsou „danou“ zkušeností, nýbrž spíše zkušeností „nesnadno získanou“. Ta není tím, co vědci vidí - přinejmenším dokud není výzkum dostatečně pokročilý a soustředěný. Operace a měření jsou spíše určitými poukazy na obsah mnohem elementárnějších vjemů, a jako takové jsou po důkladném posouzení vybírány z normálního výzkumu proto, že slibují být příležitostí pro nějaké přínosné rozpracování již přijatého paradigmatu. Je jasné, že operace a měření jsou určovány mnohem více paradigmatem než bezprostřední zkušeností, z níž jsou částečně získávány. Věda se nezabývá všemi možnými laboratorními manipulacemi, ale vybírá si ty, které jsou významné pro

X. REVOLUCE JAKO ZMĚNY POHLEDU NA SVĚT

porovnání paradigmatu s tou bezprostřední zkušeností, kterou paradigma již částečně určilo. V důsledku toho se vědci s rozdílnými paradigmaty zabývají rozdílnými laboratorními postupy. Měření prováděná na kyvadle neodpovídají měřením v případě vázaného pádu. také postupy při vysvětlování vlastností kyslíku nejsou jednoznačně stejné jako ty, které je třeba použít při vysvětlování vlastností deflogistovaného vzduchu.

Možná, že někdo vymyslí čistý jazyk pozorování. Ale tři století po Descartovi závisí naše naděje v takovou možnost výlučně na teoriích vnímání a myšlení. Moderní psychologické pokusy v rychlém tempu zmnožují jevy, jichž by se taková teorie mohla týkat jen stěží. Pokus s kachnou/zajícem ukazuje, že dva lidé, kteří mají na sítnici tentýž počítěk, mohou vidět rozdílné věci; obracející čočky ukazují, že dva lidé s rozdílnými počítky na sítnici mohou vidět stejnou věc. Psychologie poskytuje o tomto jevu velké množství dalších důkazů. Pochybnosti, které z nich plynou, jsou jen posilovány dějinami pokusů o vybudování nějakého skutečného jazyka pozorování. Žádný z pokusů o dosažení tohoto cíle se dosud nepřiblížil nějakému obecně použitelnému jazyku čistých vjemů. Ty, které se cíli přibližují nejvíce, sdílejí jeden společný rys, a ten velmi posiluje některá z hlavních tvrzení tohoto eseje. Tyto pokusy totiž od samého počátku předpokládají existenci nějakého paradigmatu převzatého z právě aktuální vědecké teorie nebo z části každodenních diskusí a pokoušejí se z nich odstranit mimo-logické a mimo-vjemové termíny. V několika málo oblastech vědeckého diskursu bylo toto úsilí dovedeno velmi blízko cíli a má uchvacující výsledky. Není sporu, že se takové úsilí ubírá správnou cestou. Výsledkem je ale jazyk, který - stejně jako jazyky používané ve vědě - představuje určitá očekávání vzhledem k přírodě a který ve své funkci selhává ve chvíli, kdy jsou tato očekávání porušena. Právě tento bod zdůraznil Nelson Goodman při popisu cíle svého textu *Structure of Appearance*: „Naštěstí není problémem nic jiného (než jevy o nichž se ví, že existují), protože pojem ‚možných‘ případů, případů, které neexistují nebo které by mohly existovat, není ani zdaleka jasný.“¹¹⁷ Proto v žádném z jazyků omezujících se na po-

¹¹⁷ N. Goodman, *The Structure of Appearance*, Cambridge (Mass.) 1951, str. 4-5. Citát si zaslouží rozsáhlejší uvedení: „Mají-li ryšavé vlasy pouze ti obyvatelé Wilmingtonu, kteří váží mezi 175 a 180 librami, pak vymezení ‚1947 ryšavých obyvatel Wilmingtonu‘ a ‚1947 obyvatel Wilmingtonu, kteří váží mezi

pis předem zcela známého světa není možno vytvořit pouze neutrální a objektivní zprávu o „daném“. Filosofické výzkumy doposud neposkytly ani náznak toho, že by jazyk, ve kterém by to bylo možné, mohl existovat.

Za těchto okolností můžeme mít dokonce podezření, že vědci mají teoreticky i prakticky pravdu, když považují kyslík i kyvadlo (a snad také atomy a elektrony) za základní složky své bezprostřední zkušenosti. Jako výsledek v paradigmatu ztělesněné zkušenosti rasy, kultury a konečně i profese se svět vědců stal plným planet a kyvadel, kondenzátorů a součástí zemin a mnoha dalších těles. Ve srovnání s předměty vnímání jsou provedená měření i vjemy na sítnici složitými konstrukcemi, k nimž má zkušenost přímý přístup jen tehdy, když je vědec speciálnímu účelu bádání přizpůsobí. Nechceme například tvrdit, že to jediné, co by vědec mohl vidět, když se dívá na kývajícím se kámen, je kyvadlo. (Již jsme uvedli, že členové jiného vědeckého společenství by viděli vázaný pád.) Tvrdíme však, že vědec, který se dívá na kývajícím se kámen, nemůže mít elementárnější zkušenost než vidění kyvadla. Alternativou zde není nějaký „fixovaný“ způsob vidění, ale pohled v rámci jiného paradigmatu, takového, které z kývajícím se kamene udělá něco jiného.

To vše se snad ukáže více odůvodněné, vzpomeneme-li si, že ani vědec, ani laik nezískávají vědění o světě po částech nebo položku po položce. S výjimkou případů, kdy jsou všechny pojmové a pracovní kategorie předem připraveny - např. u objevu dalších přechodových prvků nebo zachycování vzhledu nového domu - si vědec i neoborník vyčlení z proudu zkušenosti celé oblasti. Když dítě přenáší slovo „máma“ ze všech lidí na všechny ženy a posléze na svou matku, neučí se pouze, co znamená „máma“, nebo kdo matka je. Učí se současně také rozdílům mezi ženami a muži i tomu, jak se k němu jedna jediná z těchto žen chová. Podle toho se také mění jeho reakce, očekávání, jeho důvěra - tedy valnou měrou celý vnímaný svět. Stejně tak Koperník, který odmítl přiřadit tradiční titul

175 a 180 librami' se dají spojit do konstrukční definice...Otázka, zda,by mohl' existovat někdo, na kterého se dal použít jeden z těchto predikátů, ale nikoli druhý, je neplodná...pokud jsme již určili, že taková osoba neexistuje... Je štěstí, že problémem není nic více (než jevy, o nichž se ví, že existují); protože pojem ‚možných' případů, případů, které neexistují nebo by mohly existovat, není ani zdaleka jasný."

„planety" Slunci, si neosvojoval pouze, co znamená „planeta" nebo Slunce, ale změnil význam slova „planeta" tak, že mohl nadále provádět smysluplná rozlišení ve světě, v němž se na všechna nebeská tělesa - nejen Slunce - nahlíželo jiným způsobem než dosud. Totéž se dá říci o kterémkoli z předchozích příkladů. Spatřovali-li vědci kyslík místo deflogistovaného vzduchu, kondenzátor místo leydenské láhve nebo kyvadlo místo vázaného pádu, bylo jejich vidění pouze částí celkového posunu vědeckého pohledu ne mnoho vzájemně souvisejících chemických, elektrických nebo dynamických jevů. Paradigma určuje v jediném okamžiku celé široké obory zkušenosti.

Hledání nějaké operační definice nebo čistého jazyka pozorování může začít, teprve když byla zkušenost takovým způsobem určena. Když se vědec nebo filosof ptá, jaké vjemy na sítnici nebo jaká měření dělají kyvadlo kyvadlem, musí již být schopen při spatření kyvadla je jako kyvadlo rozeznat. Kdyby místo kyvadla viděl vázaný pád, pak by taková otázka vůbec nevystala. Vidí-li vědec kyvadlo stejným způsobem, jako viděl vidlicovou ladičku nebo balanční váhy, pak se na jeho otázku nedá odpovědět. Přínejmenším se nedá odpovědět stejným způsobem, protože by nešlo o tutéž otázku. Přestože jsou otázky ohledně vjemů na sítnici a zvláštních laboratorních manipulací vždy legitimní a příležitostně i mimořádně přínosné, vždy již předpokládají svět, který je pojmově i co do způsobu vnímání jistým způsobem rozčleněn. V jistém smyslu jsou takové otázky součástí normální vědy, a proto závisí na existenci paradigmatu a v důsledku změny paradigmatu se jim dostává i odlišných odpovědí.

V závěru tohoto oddílu proto zanedbejme vjemy na sítnici a omezme svou pozornost na laboratorní postupy, jimiž si vědci opatřují konkrétní, i když zlomkovité poukazy o tom, co již viděli. Jeden ze způsobů, jímž se tyto laboratorní operace mění v závislosti na změně paradigmatu, jsme již opakovaně rozebírali. V době po vědecké revoluci jsou mnohá stará měření a mnohé postupy nezávazné a jsou nahrazeny jinými. Nelze stejným způsobem zkoumat kyslík i deflogistovaný vzduch. Ale změny tohoto druhu nejsou nikdy absolutní. Vše, co vědci vidí po revoluci, vypadá stejně jako ve světě před ní. také velká část jazykového aparátu i laboratorních přístrojů zůstává stejná, i když obojí bylo před revolucí používáno odlišným způsobem. Proto věda po revoluci vždy zahrnuje mnoho stejných postu-

pů, pracuje se stejnými nástroji a popisuje stejnými termíny jako její předrevoluční předchůdci. Pokud by se tyto postupy vůbec nezměnily, pak by se změna musela týkat jejich vzájemného vztahu nebo konkrétních výsledků. Tvrdím nyní, že nastávají oba tyto druhy změn a uvedu to alespoň na jednom příkladu. Při zkoumání práce Daltona a jeho současníků objevíme skutečnost, že když se jedna a táž operace používá na přírodu v rámci různých paradigmat, stane se poukazem na zcela odlišné stránky zákonitosti přírody. Uvidíme, že v některých případech dává starý postup v nové roli jiné konkrétní výsledky.

Po většinu osmnáctého století a až do století devatenáctého téměř všichni evropští chemici věřili, že chemické látky drží pohromadě silami vzájemné afinity. Hrudka stříbra tedy drží pohromadě díky silám afinity mezi částicemi stříbra (teprve po Lavoisierovi byly tyto částice považovány za složeniny částic ještě elementárnějších). Podle stejné teorie se stříbro rozpouští v kyselině (nebo sůl ve vodě) proto, že částice kyseliny přitahují částice stříbra (nebo částice vody přitahují částice soli) silněji, než se rozpouštěné částice přitahují navzájem. také měď se bude rozpouštět v roztoku stříbra a vysráží stříbro proto, že afinita mědi a kyseliny je větší než afinita stříbra a kyseliny. Tímto způsobem se vysvětlovaly mnohé další jevy. Teorie výběrové afinity byla v osmnáctém století obdivuhodným chemickým paradigmatem, využívaným při přípravě a rozboru chemických experimentů.¹¹⁸

Teorie afinity však načrtla hranici, která oddělila fyzikální směsi od chemických sloučenin, a to způsobem, který zůstal nepoužívaný od doby, kdy bylo přijato Daltonovo dílo. Chemikové osmnáctého století rozeznávali dva druhy procesů. Pokud při slučování vznikalo teplo, světlo, kypění nebo něco podobného, pak docházelo k chemickému slučování. Bylo-li na druhé straně možno částice směsi odlišit pouhým okem neboje mechanicky oddělit, šlo pouze o fyzikální směs. Ale ve velkém počtu přechodových případů - sůl ve vodě, slitiny, sklo, kyslík v atmosféře atd. - nebylo možno tato hrubá kritéria použít. Chemici vedeni svým paradigmatem pohlíželi na celý tento přechodový obor jako na obor chemický, protože procesy, na nichž tyto jevy spočívaly, byly všechny určovány silami stejného druhu. Rozpouštění soli ve vodě nebo kyslíku či dusíku ve

¹¹⁸ H. Metzger, *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique*, Paris 1930, str. 34-68.

X. REVOLUCE JAKO ZMĚNY POHLEDU NA SVĚT

vzduchu byly právě tak příklady chemického slučování jako třeba oxidace mědi. Důvody, proč spatřovat v roztocích sloučeniny, byly velmi silné. Teorie afinity se tím skvěle osvědčovala. Kromě toho vysvětloval vznik sloučenin také homogenitu pozorovaných roztoků. Pokud by například byly v atmosféře kyslík a dusík pouze smíšeny a nikoli sloučeny, pak by se těžší plyn, kyslík, usazoval u dna. Dalton, který považoval atmosféru za směs, nebyl nikdy schopen uspokojivě vysvětlit, proč tomu tak není. Přijetí jeho teorie atomů pak v posledku vytvořilo anomálii tam, kde dosud žádná nebyla.¹¹

Člověk je v pokušení říci, že chemikové, kteří viděli v roztocích sloučeniny, se od svých následovníků lišili pouze v definici. V jistém smyslu by tomu tak mohlo být. Ale ani v tomto smyslu se nedají definice považovat za pouhé výhodné konvence. V osmnáctém století se pomocí běžných testů plně nerozlišovalo mezi směsí a sloučeninou a zřejmě tomu tak ani nemohlo být. Když se chemici snažili takové testy nalézt, hledali vždy kritéria, podle kterých by roztoky byly sloučeninami. Rozlišení mezi směsí a sloučeninou bylo součástí paradigmatu - způsobu pohledu chemiků na celou oblast svého výzkumu - a toto paradigma jako takové předcházelo každému jednotlivému laboratornímu testu, ba dokonce celému souhrnu nashromážděných zkušeností chemie.

Ale při takovém pohledu na chemii byly chemické jevy příklady platnosti zákonů, jež se lišily od těch, které vzešly z přijetí Daltonova nového paradigmatu. Zejména kdyby roztoky zůstaly sloučeninami, pak žádné další chemické experimenty by samy o sobě nemohly dát vzniknout zákonu pevných slučovacích poměrů. Na konci osmnáctého století bylo obecně známo, že «ediere sloučeniny pravidelně obsahují své části v pevných váhových poměrech. Pro určitou třídu reakcí zaznamenal německý chemik Richter další pravidla, dnes zahrnutá do zákona chemických ekvivalentů.¹²⁰ Ale žádný z chemiků tato pravidla s výjimkou některých receptů nepoužíval a žádný nepomýšlel až do konce století na to, aby je zobecnil. Dokud existovaly takové protipříklady jako sklo nebo sůl ve vodě,

11» Tamt., str. 124-129 a 139-148. Dalton viz L. K. Nash, *The Atomic-Molecular Theory*, in: *Harvard Case Histories in Experimental Science*, Case 4, Cambridge (Mass.) 1950, str. 14-21.

•» J. R. Partington, *A Short History of Chemistry*, 2. vyd., London 1951, str. 161-163.

nebylo žádné zobecnění možné, aniž by byla opuštěna teorie afinit a aniž by byly znovu vytyčeny hranice působnosti chemie. Tyto důsledky vyplynuly výslovně na samém konci století, v debatě mezi francouzskými chemiky Proustem a Berthollem. Proust tvrdil, že chemické reakce probíhají při pevných slučovacíh poměrech, Berthollet tvrdil, že tomu tak není. Oba nashromáždili pro své názory působivé experimentální důkazy. Tito muži však nutně hovořili každý o něčem jiném, a proto nedospěla jejich debata k žádnému závěru. Kde Berthollet viděl sloučeninu, která mohla poměr svých částí měnit, viděl Proust pouhou fyzikální směs.¹²¹ Na tento problém se nehodil žádný experiment ani žádná změna definiční konvence. Mezi oběma muži panovalo tak zásadní nedorozumění, jako mezi Galileem a Aristotelem.

To byla situace let, během nichž se Dalton ujal zkoumání vedoucího k jeho slavné teorii atomů. Ale až do nejposlednějšího stadia tohoto výzkumu nebyl Dalton chemikem a ani se o chemii nezajímal. Byl meteorologem zkoumajícím problém, který byl pro něj problémem fyzikálním, totiž problém absorpce plynu ve vodě a vody v atmosféře. Nejen proto, že byl vycvičen v jiné odbornosti, ale také díky své práci v tomto oboru přistupoval k tomuto problému s paradigmatem jiným, než bylo paradigma soudobých chemiků. Viděl zejména míšení plynů nebo jejich absorpci ve vodě jako fyzikální proces, v němž síly afinity nehrají žádnou roli. Pozorovaná homogenita roztoků pro něj proto byla problémem, ale takovým, o kterém si myslel, že může být vyřešen určením poměrné velikosti a poměrné hmotnosti různých atomárních částic experimentální směsi. Právě toto určování rozměrů a vah způsobilo Daltonův obrat k chemii, přičemž Dalton od počátku předpokládal, že v omezeném oboru reakcí, jež považoval za reakce chemické, se atomy mohou slučovat pouze v poměru jedna ku jedné nebo jednoduchém poměru celých čísel.¹²² Tento přirozený předpoklad mu sice dovolil určit velikost a hmotnost elementárních částíček, ale učinil ze zákona pevných poměrů pouhou tautologii. Každá reakce, do níž nevstupuje

¹²¹ A. N. Meldrum, *The Development of the Atomic Theory: (1) Berthollet's Doctrine of Variable Proportions*, in: *Manchester Memoirs*, LIV, 1910, str. 1-16.

¹²² L. K. Nash, *The Origin of Dalton's Chemical Atomic Theory*, in: *Isis*, XLVII, 1956, str. 101-116.

valy součásti v pevných poměrech, nebyla pro Daltona *ipso facto* procesem čistě chemickým. Zákon, který nebylo možno před Daltonovou prací stanovit, se ve chvíli, kdy byla tato práce přijata, stal tak základním principem, že jej žádná jednoduchá řada chemických měření nemohla vyvrátit. Výsledkem našeho snad nejlepšího příkladu vědecké revoluce je, že tentýž chemický postup získal naprosto odlišný vztah k chemickým obecninám, než jaký měl dosud.

Není třeba zdůrazňovat, že Daltonovy závěry byly po svém uvedení ostře napadány. Zvláště Berthollet se jimi nedal nikdy přesvědčit. Vezmeme-li v úvahu charakter tohoto problému, pak to ani nebylo nutné. Pro většinu chemiků bylo nové Daltonovo paradigma přesvědčivé i tam, kde nebylo přesvědčivé Proustovo, a to proto, že mělo dalekosáhlejší a důležitější důsledky než nové kritérium pro rozlišování mezi směsí a sloučeninou. Pokud se například mohou atomy chemicky slučovat pouze v jednoduchém poměru celých čísel, pak nové prozkoumání již existujících chemických údajů by mělo odhalit příklady násobných i pevných poměrů. Chemici přestali tvrdit, že například dva kysličníky uhlíku obsahují jeden 56 procent a druhý 72 hmotnostních procent kyslíku; místo toho psali, že jeden hmotnostní díl uhlíku se slučuje buď s 1,3 nebo 2,6 dílu kyslíku. Když byly výsledky těchto starých postupů zapsány tímto způsobem, pak poměr 2:1 přímo udeřil do očí; to se stalo při rozboru mnoha dobře známých starých i mnoha nových reakcí. Daltonovo paradigma navíc umožnilo přijmout Richterovu práci a vidět ji v její plné obecnosti. Toto paradigma také inspirovalo k mnoha novým experimentům, zvláště ke Gay-Lussacově experimentu slučovacího objemu, a jejich výsledkem byly nové zákonitosti, o nichž se chemikům až dosud ani nesnilo. Chemikové od Daltona nepřevzali pouze experimentální zákony, ale také nový způsob provozování chemie (Dalton sám jej nazval „nový systém chemické filosofie“), a ten se rychle ukázal být tak přínosný, že jen málo chemiků staré generace ve Francii a v Británii mu dokázalo odolat.¹²³ V důsledku toho začali chemikové žít ve světě, v němž se chemické reakce chovaly zcela jinak než dosud.

¹²³ A. N. Meldrum, *The Development of the Atomic Theory: (6) The Reception Accorded to the Theory Advocated by Dalton*, in: *Manchester Memoirs*, LV, 1911, str. 1-10.

Když toto vše proběhlo, objevila se jiná typická a velmi důležitá změna. Tu a tam se v chemii počaly měnit samotné číselné údaje. Když Dalton poprvé hledal v chemické literatuře údaje na podporu své fyzikální teorie, zjistil, že některé záznamy reakcí skutečně souhlasí, ale nemohl se vyhnout tomu, že jiné záznamy s jeho teorií nesouhlasily. Například samotná Proustova měření dvou kysličníků mědi dávala hmotnostní poměr spíše 1,47 : 1 než 2 : 1, jak by vyžadovala atomární teorie. A právě Proust byl člověkem, od něhož by se čekalo, že dosáhne Daltonových poměrů.¹²⁴ Byl totiž pečlivým experimentátorem a jeho názor na vztah mezi směsmi a sloučeninami byl blízký názoru Daltonovu. Ale přizpůsobit přírodu paradigmatu je těžké. To je důvod, proč hádanky v normální vědě jsou takovou výzvou a proč měření bez paradigmatu pouze zřídka vede vůbec k nějakému závěru. Chemikové tedy nemohli přijmout Daltonovu teorii jednoduše na základě důkazů, protože ty zůstaly v mnoha případech pouze negativní. Po přijetí Daltonovy teorie však museli vtěšňovat přírodu do hranic této teorie, což byl proces, který zaměstnal téměř celou další generaci. Když byl konečně završen, změnila se dokonce i procentuální složení známých sloučenin. Změnily se samotné údaje. A to je poslední význam tvrzení, že po revoluci žijí vědci v jiném světě.

¹²⁴ Proust viz A. N. Meldrum, *Berthollet 's Doctrine of Variable Proportions*, in: *Manchester Memoirs*, LIV, 1910, str. 8. Podrobné dějiny postupných změn v měření chemických sloučenin a atomových hmotností dosud nebyly napsány, ale Partington, cit. d., k nim poskytuje mnoho užitečných vodítek.

XI

NEVIDITELNOST REVOLUCÍ

Musíme si nyní položit otázku, jak vědecké revoluce končí. Avšak dříve než tak učiníme, zdá se, že je třeba naposledy se pokusit posílit důvěru v náš názor na existenci a povahu těchto revolucí. Až dosud jsem se snažil ukázat revoluce na příkladech, a ty by se daly zmnožit *ad nauseam*. Je ovšem zřejmé, že mnohé z těch, které byly záměrně vybrány, protože jsou všeobecně známé, jsou obvykle považovány nikoli za revoluce, nýbrž za příspěvky k vědeckému poznání. Stejný názor lze mít na jakékoli další příklady, a ty se tak stanou neúčinné. Myslím, že existují dobré důvody, proč byly revoluce téměř neviditelné. Vědci i laici často přejímají své představy o tvořivé vědecké činnosti z autoritativního zdroje, který systematicky zakrývá - částečně z funkčních důvodů - existenci a význam vědeckých revolucí. Pouze pokud poznáme povahu této autority a analyzujeme ji, můžeme doufat, že budou historické příklady plně účinné. I když tento bod bude plně rozvinut teprve v posledním oddíle, naznačí tato analýza jeden z rysů vědecké práce, který ji zcela jasně odlišuje od jakékoli jiné tvořivé činnosti, snad s výjimkou teologie.

Zdrojem autority mám na mysli principiálně všechny vědecké učebnice spolu s pracemi popularizujícími vědu a všechny filosofické práce, které jsou podle jejich modelu vytvořeny. Všechny tyto tři kategorie - a donedávna neexistoval kromě praktického výzkumu žádný jiný významný zdroj informací o vědě - mají jednu věc společnou. Samy sebe podávají jako již artikulovaný soubor problémů, dat a teorií, vztažených nejčastěji k té speciální řadě paradigmat, jíž vědecké společenství věří právě v době vzniku těchto textů. Učebnice si kladou za úkol vyjadřovat slovník a syntaxi soudobého vědeckého jazyka. Popularizační práce se snaží popsat tytéž vědecké aplikace jazykem bližším každodennímu životu. Filosofie vědy - zvláště v anglicky mluvícím světě - rozebírá logickou strukturu celého souboru vědeckého poznání. I když by při podrobnějším zkoumání bylo nezbytně nutné zabývat se reálnými rozdíly mezi těmito třemi žánry, zajímá nás zde právě jejich vzájemná podobnost.

Všechny tři zaznamenávají *výsledek* minulé revoluce a představují tak základ současné tradice normální vědy. K tomu, aby splnily svou funkci, nemusí poskytovat autentické informace o způsobu, jímž byl základ tradice poprvé poznán a pak odborníky uchopen. Alespoň v případě učebnic existuje dobrý důvod, proč by měly být v tomto ohledu systematicky zavádějící.

Už ve druhém oddíle jsme viděli, že rostoucí důvěra v knihy nebo jim ekvivalentní texty je v každém z oborů vědy pevně spojena s výskytem prvního paradigmatu. V závěrečném oddílu tohoto eseje budeme tvrdit, že schéma vývoje vyspělé vědy ovládané takovými texty se význačným způsobem odlišuje od vývoje jiných oborů. Na tomto místě prostě předpokládáme, že základem znalostí laika i vědeckého odborníka jsou učebnice a některé další typy literatury odvozené z učebnic, a to v míře, která nemá obdoby v jiných oborech. Učebnice, které jsou z pedagogického hlediska hybnou silou trvání normální vědy, je nutno částečně nebo zcela přepsat vždy, když se změní jazyk, struktura problémů nebo standardy normální vědy. Stručně řečeno, musí být přepsány s dozvuky každé vědecké revoluce a při jejich přepisu se nevyhnutelně zakrývá nejen role revoluce, jež je vytvořila, nýbrž sama její existence. Dokud vědec nebo laický čtenář učebnicové literatury osobně nezakusí během svého života vědeckou revoluci, bude jeho historické povědomí sahat pouze k vyústění té revoluce, jež byla z historického hlediska poslední.

Učebnice proto začínají tak, že se vědci odřízne povědomí o dějinách jeho oboru a za to, co bylo odstraněno, se dosadí náhrada. Je příznačné, že vědecké učebnice obsahují zlomek dějin, ať už jako úvodní kapitolu nebo - a to častěji - jako roztroušené zprávičky o velkých hrdinech minulé doby. Na základě takových zpráv se studenti a odborníci začnou cítit účastníky dlouho trvající dějinné tradice. Avšak tradice, kterou si berou vědci z učebnic, tradice, z níž čerpají své vědomí účasti, nikdy neexistovala. Ze zřejmých důvodů funkčnosti pojednávají vědecké učebnice (a také mnoho starších knih o dějinách vědy) pouze o té části práce minulých vědců, v níž lze snadno vidět příspěvek k tvrzením a řešením problémů paradigmatu, jímž se text řídí. Rané období vědy je - částečně pomocí vhodného výběru a částečně zkresleně - podáno tak, jakoby vědci pracovali na stejném souboru pevně daných problémů a v souladu se stejnou řadou pevně daných kánonů vědeckých teorií a metod,

XI. NEVIDITELNOST REVOLUCÍ

jako jsou ty, které právě poslední z revolucí stanovila jako vědecké. Není divu, že učebnice a dějinná tradice, která z těchto učebnic vyplývá, musí být po každé vědecké revoluci přepsány. Není také divu, že vždy, když jsou učebnice přepisovány, ukazuje se v nich charakter vědy jako převážně kumulativní.

Vědci samozřejmě nejsou jedinou skupinou, která tíhne k tomu, vidět svůj obor jako něco, co se v minulosti vyvíjelo lineárně až k dnešnímu stavu. Pokušení přepisovat zpětně dějiny je všudypřítomné a věčné. Na vědce však toto pokušení působí více. Zčásti proto, že výsledky vědeckého výzkumu obvykle nevykazují přímou závislost na historickém kontextu zkoumání, částečně proto, že až na právě probíhající krize a revoluce se současné postavení vědce zdá být tak bezpečné. Více historických podrobností o přítomnosti či minulosti vědy nebo větší odpovědnost při uvádění historických podrobností by postavení člověka dodalo pouze statut subjektivnosti, omylnosti a zmatečnosti. Proč vyzdvihovat to, co věda ve svém nejlepší, nejvytrvalejším úsilí ukázala jako zanedbatelné? Potlačování historických skutečností je hluboce a snad i z důvodů funkčnosti zakořeněno v ideologii vědecké odbornosti, která nejvyšší hodnotu vidí ve faktických podrobnostech zcela jiného druhu. Whitehead zachytil tohoto nehistorického ducha vědeckého společenství, když napsal: „Věda, která se zdráhá zapomenout na své zakladatele, je ztracena.“ Neměl však tak docela pravdu, protože věda stejně jako jiné odborné činnosti potřebuje své hrdiny a uchovává si jejich jména. Naštěstí vědci na tyto hrdiny nezapomínají, ale byli a jsou schopni zapomenout na jejich dílo nebo toto dílo pozměnit.

Výsledkem je neustálá snaha učinit dějiny vědy lineární nebo kumulativní. Tato snaha ovlivňuje vědce vždy, když se ohlížejí zpět na svůj vlastní výzkum. Například se zdá, že všechny tři navzájem neslučitelné Daltonovy příspěvky k rozvoji chemického poznání ukazují, že Dalton se od počátku zajímal pouze o chemické problémy slučovacích poměrů, které později tak skvěle vyřešil. Ve skutečnosti se mu tyto problémy ukázaly spolu s jejich řešením teprve těsně před tím, než bylo jeho vlastní dílo završeno.¹²⁵ Všechny Daltonovy výklady totiž opomíjejí revoluční účinek faktu, že řada otázek a pojmů dosud omezovaných na fyziku a meteorologii byla

¹²⁵ L. K. Nash, *The Origins of Dalton's Chemical Atomic Theory*, in: *Isis*, XLVII, 1956, str. 101-116.

použita na chemii. Právě to Dalton učinil a výsledkem jeho činu byla změna orientace na nové pole - chemii. Po této změně se chemikové naučili klást si nové otázky a ze svých starých dat vyvozovat nové závěry.

A opět jiný příklad: Newton napsal, že Galileo objevil fakt, že konstantní gravitační síla působí pohyb úměrný druhé mocnině času. Ve skutečnosti však má tato Galileova kinematická poučka takovou formu jen tehdy, když je zasazena do soustavy pojmů Newtonovy vlastní dynamiky. Galileo však nic podobného neříká. Jeho pojednání o padajících tělesech se jen zřídka zmiňuje o silách, tím méně o jednotné gravitační síle, která způsobuje, že tělesa padají.¹²⁶ Tím, že Newton připisuje Galileovi odpověď na otázku, kterou by se Galileo nikdy neodvážil položit, zakrývá ve svém vlastním výkladu účinek malé, ale revoluční reformulace otázky, kterou vědci nebyli schopni - spolu s odpověďmi - přijmout. Ale právě takové změny ve formulaci otázek a odpovědí přispívají k přechodu od aristotelské dynamiky k dynamice galileovské a od galileovské k newtonovské, a to v mnohem větší míře než nové empirické objevy. Zakrýváním takových změn se díky sklonu učebnic k linearizaci vývoje vědy zakrývá proces, který leží v samotném srdci nejdůležitějších událostí vědeckého vývoje.

Všechny předchozí příklady - každý v kontextu určité revoluce - ukazují počátky rekonstrukce dějin, která se pravidelně završuje v porevolučních vědeckých textech. Ale toto završení zahrnuje více než pouhé zmnožení výše uvedených pokřivujících rekonstrukcí dějin. Tyto pozměňující rekonstrukce způsobují, že jsou revoluce neviditelné. Dosud viditelný materiál je ve vědeckých textech podán tak, že navozuje představu procesu, který - kdyby k němu došlo - by upřel revoluci její funkčnost. Protože úkolem učebnic je rychle seznámit studenta s tím, co soudobé vědecké společenství považuje za své vědomosti, uvádějí se v nich různé experimenty, pojmy, zákony a teorie současné normální vědy co nejvíce odděleně a popořádku. Tato pedagogická technika výkladu není ničím výji-

¹²⁶ Newton viz F. Cajori (vyd.): *Sir Isaac Newton 's Mathematical Principles of Natural Philosophy and His System of the World*, Berkeley (Calif.) 1946, str. 21. Srv. tuto pasáž s vlastním Galileovým pojednáním v *Dialogues concerning Two New Sciences*, III, přel. H. Crew a A. de Salvio, Evanston 1946, str. 154-716.

XI. NEVIDITELNOST REVOLUCÍ

mečná. Spojí-li se však s obecně nehistorickým ovzduším vědeckých spisů a s případnou výše uvedenou zavádějící rekonstrukcí dějin, pak se zdá, že převládá jediný silný dojem: věda dosáhla svého přítomného stavu řadou jednotlivých objevů a nápadů, které spojeny dohromady tvoří moderní soubor technického vědění. Od samého počátku vědecké činnosti plyne z poukazů v učebnicích, že vědci usilovali o právě tu speciální objektivitu, kterou ztělesňuje přítomné paradigma. V procesu, který se dá přirovnat k přidávání cihel k budově, přidávali vědci kousek po kousku fakta, pojmy, zákony nebo teorie k tomu souboru informací, který se pak ukazuje v soudobých vědeckých textech.

Tak se však věda nevyvíjí. Mnohé hádanky současné normální vědy před poslední vědeckou revolucí ještě neexistovaly. Je jen málo těch, jejichž stopu lze sledovat až k historickým počátkům vědy, v jejímž rámci se objevují. Dřívější generace sledovaly své vlastní problémy pomocí vlastních nástrojů a vlastních kánonů řešení. Tento postoj se nezměnil. Posunula se spíše celá síť faktů a teorií, kterou učebnice paradigmatu nasazují na přírodu. Je kupříkladu stálost chemických sloučenin pouhým faktem zkušenosti, jež by chemik mohl experimentálně zjistit v jakémkoli ze světů, v nichž kdy byla chemie provozována? Nebo je to spíše prvek - a to nesporný v konstrukci vzájemně propojených faktů a teorií, který Dalton přizpůsobil celku dřívějších zkušeností v chemii a který postupně změnil celou tuto zkušenost? Stejně tak můžeme říci: je konstantní zrychlení vyvolané konstantní silou pouhé faktum, které ti, kteří studovali dynamiku, vždy hledali, nebo je to odpověď na otázku, která se poprvé objevila pouze v rámci Newtonovy teorie, otázku, kterou tato teorie mohla zodpovědět ze souboru informací známého dříve, než byla tato otázka položena?

Tyto otázky se vztahují na to, co se v učebnicích ukazuje jako fakta odhalovaná kousek po kousku. Je však zřejmé, že důsledky těchto otázek zasahují nejen obsah textů samotných, ale i podstaty samotných teorií. Tyto teorie ovšem „souhlasí s fakty“ jen proto, že dosud dostupné informace byly proměněny ve fakta, která pro předchozí paradigma vůbec neexistovala. To znamená, že se teorie nevyvíjely kousek po kousku tak, aby souhlasily s fakty, která tu neustále byla. Teorie spíše vznikají spolu s fakty, s nimiž jsou v souhlasu, a to během revoluční reformulace předchozí vědecké tradice, v je-

jímž rámci nebyl vztah mezi vědcem a přírodou (zprostředkovaný věděním) úplně stejný.

Poslední z příkladů snad vyjasní náš výklad vlivu učebnicového výkladu na představu, který o vědeckém vývoji máme. Každý elementární chemický text musí pojednávat o pojmu chemického prvku. Téměř vždy, když je tento pojem uveden, se jeho původ připisuje Robertu Boyleovi, chemikovi, který žil v sedmnáctém století a v jehož knize *Sceptical Chymist* nalezneme pozorný čtenář definici prvku velmi blízkou dnes používané definici. Odkaz na Boyla pomůže nováčkovi, aby si uvědomil, že chemie nezačala sulfonamidy, nýbrž že jedním z tradičních vědeckých úkolů je nacházet pojmy tohoto druhu. Jako součást pedagogické výzbroje, jež z člověka dělá vědce, je takové přepisování objevu jedné osobě nesmírně působivé. Ale znovu se názorně ukazuje schéma historického omylu zavádějícího ve věci povahy vědeckého podnikání jak studenty, tak neoborníky.

Pokud jde o Boyla, ten se ovšem nemýlil, jeho „definice“ prvku nebyla ničím jiným než parafrází tradičního pojmu chemie; Boyle ji uváděl pouze proto, že zároveň tvrdil, že takové věci jako chemické prvky skutečně existují. Z historického hlediska je učebnicová verze Boyleova příspěvku zcela chybná.¹²⁷ Tato chyba je samozřejmě triviální, stejně jako další chybné interpretace dat. Co však není triviální, je dojem, který si věda přeje vyvolat, když poprvé takové chyby pospojuje a zabuduje je do struktury technického textu. Stejně jako „čas“, „energie“, „síla“ nebo „částice“ je i pojem prvku součástí učebnic, která neupoutá ničí pozornost a která zůstává neodhalena. Zvláště u Boyleovy definice se stopa dá sledovat zpět až k Aristotelovi a naopak přes Lavoisiera až do moderních textů. Tím však neříkáme, že ve vědě existoval moderní pojem prvku již od dob antiky. Slovní definice jako je Boyleova mají -jsou-li uvažovány samy o sobě - nepatrný vědecký obsah. Nejsou to plně logická vymezení významu (pokud to taková určení vůbec jsou). Mají mnohem blíže k pedagogickým pomůckám. Vědecký pojem, ke kterému směřují, nabývá svého plného významu pouze je-li vztažen - v textu nebo při jiném systematickém uvedení - k jiným vědeckým pojmům, výzkumným postupům a paradigmatickým aplikacím. Odtud plyne, že pojmy, jako je „prvek“ lze jen těžko objevit nezávisle na

¹²⁷ T. S. Kuhn, *Robert Boyle and Structural Chemistry in the Seventeenth Century*, in: *Isis*, XLIII, 1952, str. 26-29.

XI. NEVIDITELNOST REVOLUCÍ

kontextu. Je-li tu nějaký kontext, pak nebývá třeba je objevovat, protože jsou již k dispozici. Boyle i Lavoisier však důležitým způsobem pozměnili význam pojmu „prvku“ v chemii. Tento pojem však ani neobjevili, ani nepozměnili slovní formulaci, která sloužila jako jeho definice. Jak jsme také viděli, Einstein stejně tak neobjevil „čas“ a „prostor“ a jejich definici nepozměnil proto, aby jim dal v kontextu svého díla nový význam.

Jaká je tedy historická funkce té části Boyleova díla, která zahrnuje jeho slavnou „definici“? Boyle byl vůdcem vědecké revoluce, která změnou vztahu mezi pojmem „prvku“, chemickými postupy a teorií chemie proměnila tento pojem v nástroj zcela odlišný, než byl předtím, a proměnila postupně jak chemii, tak svět chemiků.¹²⁸ Bylo třeba dalších revolucí včetně té, která se soustředila okolo Lavoisiera, aby se tomuto pojmu dostalo moderní formy a funkce. Boyleův případ je typickým příkladem procesu, který je v každém z těchto stadií zahrnut, i toho, co se s tímto procesem stane, když jsou soudobé poznatky včleněny do učebnic. Pedagogické postupy určily předem náš pohled na povahu vědy a na roli objevu a vynálezu více než kterákoli jiná stránka vědy.

¹²⁸ Marie Boas se ve své práci *Robert Boyle and Seventeenth-Century Chemistry*, Cambridge 1958, na mnoha místech zabývá Boyleovým pozitivním příspěvkem k vývoji pojmu chemického prvku.

XII VYÚSTĚNÍ REVOLUCÍ

Učebnice, o nichž jsme právě pojednávali, vznikají teprve na sklonku vědeckých revolucí. Jsou základem pro novou tradici normální vědy. Když jsme kladli otázky po jejich struktuře, zřejmě jsme opominuli jeden důležitý krok. Jaký je to proces, v němž nové paradigma nahrazuje své předchůdce? Každá interpretace přírody, ať už jde o objev či nové teorie, se zrodí nejprve v mysli jednoho nebo několika málo jednotlivců. Ti se zprvu učí vidět vědu i svět odlišným způsobem a jejich schopnost provést tento přechod je podporována dvěma okolnostmi, které tito jedinci nesdílejí s ostatními vědci ve svém oboru. Jednak se jejich pozornost pravidelně zaměřuje na problémy, které vyvolávají krizi, jednak jsou tito lidé obvykle tak mladí nebo jsou v krizi postiženém oboru takovými nováčky, zeje praxe váže k pohledu na svět a k pravidlům určovaným starým paradigmatem méně než většinu jejich současníků. Jak je možné, že jsou schopni změnit způsob vidění vědy a světa v celém oboru nebo v podskupině tohoto oboru? Co je příčinou toho, že tato skupina odmítne jednu tradici normálního výzkumu a dá přednost tradici jiné?

Máme-li pochopit naléhavost těchto otázek, je třeba si připomenout, že odpovědi na ně jsou jediné historické rekonstrukce testování, ověřování nebo falzifikace ustavených vědeckých teorií. Potud je tedy výzkumný pracovník zapojen do normální vědy, pak netestuje paradigma, ale je řešitelem hádanek. Ačkoli při hledání řešení určité hádanky může i on vyzkoušet různé alternativní přístupy a odmítnout ty, které nedávají požadované výsledky, pak při této činnosti netestuje *paradigma*. Spíše se podobá hráči šachu, který, má-li před sebou na šachovnici fyzicky nebo mentálně nějaký problém, v průběhu hledání jeho řešení vyzkouší různé alternativní tahy. Tyto zkusmé pokusy - ať už jde o hráče šachu nebo vědce - jsou samy o sobě pouze pokusy, nikoli pokusy o změnu pravidel hry. Je možné je podniknout, jen pokud je samo paradigma považováno za platné. K testování paradigmatu proto dochází, teprve když toto

XII. VYÚSTĚNÍ REVOLUCÍ

paradigma opakovaně selhává při řešení nějaké důležité hádanky, z níž vzniká krize, a teprve když poznání krize vyvolalo potřebu nějakého nového uchazeče o místo paradigmatu. Ve vědě - na rozdíl od řešení hádanek - situace testování nikdy nespočívá v tom, že by se určité paradigma pouze porovnávalo s přírodou. Testování se objevuje jako část soutěže dvou soupeřících paradigmat o důvěru vědeckého společenství.

Při bližším zkoumání zjistíme, že tato formulace vykazuje nečekanou a pravděpodobně i významnou paralelu ke dvěma nejpopulárnějším současným filosofickým teoriím verifikace. Někteří filosofové vědy dosud hledají absolutní kritéria verifikace vědeckých teorií. Když poznají, že žádná teorie nemůže být podrobena všem možným odpovídajícím testům, pak si již nekladou otázku, zda byla teorie verifikována, ale ptají se po její pravděpodobnosti ve světle již existujících důkazů. Hledání odpovědi na tuto otázku vede jednu důležitou školu k tomu, že porovnává schopnost různých teorií vysvětlit známé důkazy. Vzájemné porovnávání teorií je dalším charakteristickým rysem historické situace, v níž jsou nové teorie přijímány. Velmi pravděpodobně to předznamenává jeden ze směrů, jimiž by se mohla budoucí diskuse o verifikaci ubírat.

Všechny pravděpodobnostní teorie verifikace se ve své nejobvyklejší formě musí odvolávat na nějaký čistý nebo neutrální jazyk pozorování, o kterém jsme pojednávali v X. oddíle. Jedna z pravděpodobnostních teorií pokládá za důležitý problém srovnávání jedné určité vědecké teorie se všemi ostatními, které jsou v souhlasu se stejným souborem pozorovaných dat. Jiná teorie vyžaduje myšlenkovou konstrukci všech možných testů, o kterých si lze myslet, že by je daná vědecká teorie mohla podstoupit.¹²⁹ Je zřejmé, že pro výpočty určitých pravděpodobností - absolutních či relativních - jsou nějaké takové myšlenkové konstrukce nezbytné, ale těžko lze zahlédnout způsob, jak se jich dá dosáhnout. Jestliže neexistuje žádný vědecký nebo empirický neutrální systém jazyka nebo pojmů, jak jsem tvrdil, pak navrhované konstrukce alternativ testů a teorií musí probíhat uvnitř té či oné paradigmatické tradice. To by znamenalo omezený přístup k možným zkušenostem nebo teoriím. Nako-

¹²⁹ Stručný nárys hlavních směrů pravděpodobnostních teorií verifikace viz E. Nagel, *Principles of the Theory of Probability*, sv. I, č. 6, in: *International Encyclopedia of Unified Science*, str. 60-75.

nec dospíváme k tomu, že pravděpodobnostní teorie zakrývají verifikační situace stejně tak, jako je osvětlují. V těchto teoriích se totiž tvrdí, že verifikační proces spočívá ve srovnání teorie s všeobecně známými důkazy, avšak teorie a pozorování jsou v úzkém vztahu k již existujícím teoriím a pozorováním. Verifikace se podobá přirozenému výběru: z daných možností určité dějinné situace si vybírá právě ty nejvíce životaschopné. Nemá smysl se ptát, zda je tato volba nejlepší možná, nebo zda by mělo jít o data jiného druhu. Neexistují žádné nástroje, které by se daly použít při hledání odpovědi na takové otázky.

Naprosto odlišný přístup k této celé síti problémů rozvinul Karl R. Popper, který popřel samu existenci nějakého verifikačního postupu.¹³⁰ Místo toho zdůrazňoval důležitost falzifikace, tedy testu, který, protože jeho výsledek je negativní, nezbytně vyžaduje odmítnutí existující teorie. Je zřejmé, že role, kterou falzifikace hraje, se spíše podobá roli anomální zkušenosti, tj. takové zkušenosti, která tím, že vyvolává krizi, připravuje cestu nové teorii. Nicméně nelze ztotožnit anomální zkušenost se zkušeností falzifikace. Pochybuji dokonce, že zkušenost falzifikace vůbec existuje. Již dříve jsme opakovaně zdůrazňovali, že žádná z teorií neřeší všechny hádanky, které před ní v dané době leží, a že dosažená řešení jsou často nedokonalá. Naopak, právě tato neúplnost a nedokonalost vzájemného souhlasu mezi daty a teorií v každém okamžiku stanoví mnohé hádanky, které normální vědu charakterizují. Kdyby nějaký nezdár nebo všechny tyto nezdarky v přizpůsobení teorie a dat byly důvodem pro odmítnutí teorie, pak by bylo třeba vždy odmítnout všechny teorie. Kdyby na druhé straně naprosté selhání teorie ospravedlnilo její odmítnutí, pak by Popperovi stoupenci vyžadovali ještě nějaké kritérium „nepravděpodobnosti“ nebo „stupně falzifikace“. Při snaze o vyvinutí takového kritéria by se téměř jistě střetli se stejnou sítí obtíží, do jaké se zapletli zastánci rozmanitých pravděpodobnostních teorií verifikace.

Mnohým z uvedených těžkostí bychom se mohli vyhnout, kdybychom si uvědomili, že oba tyto převládající a vzájemně opačné názory na základní logiku vědeckých zkoumání se pokoušejí stlačit dva oddělené procesy do procesu jediného. Popperova anomální

¹³⁰ K. R. Popper, *The Logic of Scientific Discovery*, New York 1959, zvl. kap. I-IV.

zkušenost je pro vědu důležitá, protože dává vzniknout soupeřům již existujícího paradigmatu. Ale falzifikace, i když k ní jistě dochází, neprobíhá zároveň se vznikem nějaké anomální nebo falzifikační situace nebo pouze díky ní. Je to proces následný a samostatný, který bychom mohli stejně tak dobře nazvat verifikací, protože představuje vítězství nového paradigmatu nad starým. Právě v tomto spojení procesů verifikace-falzifikace hraje pravděpodobnostní porovnávání teorií ústřední roli. Taková dvojstupňová formulace má podle mého názoru značnou pravděpodobnostní hodnotu, a tím nám snad dovolí začít s vysvětlením úlohy souhlasu (či nesouhlasu) faktů a teorie v procesu verifikace. Pro historika asi nemá dobrý smysl tvrdit, že verifikace je ustavením souhlasu mezi faktem a teorií. Všechny historicky významné teorie souhlasily s fakty, i když pouze ve větší či menší míře. Neexistuje přesná odpověď na otázku, zda nebo nakolik souhlasí určitá teorie s fakty. Podobnou otázku však lze položit ve chvíli, kdy uvažujeme o skupinách či dvojicích. Má velký smysl ptát se, která ze dvou aktuálních a vzájemně soutěžících teorií je v *lepší* souhlasu se skutečností. I když například ani Priestleyho, ani Lavoisierova teorie nesouhlasí přesně s existujícím pozorováním, přesto někteří jejich současníci více než jedno desetiletí váhali, zda z těchto dvou teorií právě Lavoisierova poskytuje lepší souhlas.

Taková formulace otázky však vytváří zdání, že úloha výběru mezi dvěma paradigmaty je snazší a více známá, než tomu skutečně je. Kdyby existoval pouze jeden soubor vědeckých problémů, jeden svět, ve kterém se na těchto problémech pracuje, a jeden soubor měřítek pro řešení těchto problémů, pak soutěžení mezi paradigmaty by se mohlo stát nějakým víceméně rutinním procesem, spočívajícím třeba ve zjišťování počtu problémů, které jedno nebo druhé paradigma vyřešilo. Ve skutečnosti se však nikdy neseťkáme s tím, že by všechny tyto podmínky byly splněny. Zastánci soupeřících paradigmat se vždy poněkud míjejí ve svých cílech. Žádná z obou stran nechce uznat neempirické předpoklady, které druhá strana potřebuje k provedení svých důkazů. Tak tomu bylo u Prousta a Bertholleta, kteří se přeli o složení chemických sloučenin, ale každý mluvil o něčem poněkud jiném. A i když oba mohli doufat, že obrátí toho druhého ke svému názoru na vědu a její problémy, žádný z nich nemohl doufat, že ten druhý uzná jeho důkazy. Soutěžení mezi paradigmaty není bitvou, která by se dala vyhrát důkazy.

Viděli jsme některé důvody, proč se zastáncům soupeřících paradigmat nemůže zcela zdařit úplně zaujmout stanovisko druhé strany. Souhrnně byly tyto důvody popsány jako nesouměřitelnost předrevoluční a porevoluční tradice normální vědy a zde je pouze stručně zopakujeme. Za prvé, zastánci soupeřících paradigmat budou zčásti vzájemně nesouhlasit, pokud půjde o seznam problémů, které uchažeč na funkci paradigmatu musí rozřešit. Dále se liší definice vědy a její měřítka. Musí teorie pohybu vysvětlit vzájemně přitažlivou sílu mezi částicemi hmoty, nebo může jednoduše pouze zaznamenat existenci takových sil? Newtonova dynamika byla ve velké míře odmítána proto, že na rozdíl od Aristotelovy a Descartovy teorie v sobě zahrnovala na tuto otázku jinou odpověď. Když pak byla Newtonova teorie přijata, byla tato otázka z vědy vykázána. Ale právě tuto otázku mohla obecná teorie relativity hrdě prohlásit za vyřešenou. V jiném případě Lavoisierova teorie rozšířená v devatenáctém století bránila chemikům, aby si položili otázku, proč jsou kovy takové, jaké jsou - otázku, kterou si flogistonová chemie položila a kterou také zodpověděla. Přechod k Lavoisierovu paradigmatu - stejně jako přechod k paradigmatu Newtonovu - znamenal ztrátu nejen přípustných otázek, ale i jejich řešení. Tato ztráta však nebyla trvalá. Ve dvacátém století vstoupily otázky po kvalitách chemických substancí spolu se svými odpověďmi do vědy znovu.

Náš problém však zahrnuje více než jen pouhou nesouměřitelnost měřítek. Protože se nová paradigmat rodí z paradigmat starých, pravidelně v sobě zahrnují velkou část slovníku a pojmových i experimentálních nástrojů vyvinutých v rámci paradigmatu předchozí tradice. Jen zřídka využívá nové paradigma tyto vypůjčené prvky tradičním způsobem. V rámci nového paradigmatu se staré termíny, pojmy a experimenty dostávají do vzájemně jiných vztahů. Výsledkem je to, co musíme nutně nazvat (i když tento pojem není zcela správný) neporozuměním mezi dvěma soupeřícími školami. O laikovi, který by se vysmíval Einsteinově obecné teorii relativity proto, že prostor nemůže být „zakřivený“ - nic takového dosud neexistovalo - , se nedá pouze jednoduše říci, že se mýlil. Stejně tak se nemýlili matematikové, fyzikové a filosofové, kteří se pokoušeli vytvořit eukleidovskou verzi Einsteinovy teorie.¹³¹ To, co se do té

¹³¹ Laické reakce na pojem zakřiveného prostoru viz P. Frank, *Einstein, His Life and Times*, přel. a vyd. G. Rosen a S. Kusaka, New York 1947, str. 142-146.

XII. VYÚSTĚNÍ REVOLUCÍ

doby rozumělo prostorem, bylo ploché, homogenní, izotropní a neovlivňované přítomností hmoty. Kdyby tomu tak nebylo, pak by newtonovská fyzika nefungovala. Při přechodu k einsteinovskému vesmíru se celá tato síť pojmů, jejímiž vlákny byly prostor, čas, hmota, síla atd., musela posunout a musela být na přírodu použita novým způsobem. Jedině člověk, který podstoupil nejen přechod mezi těmito dvěma postoji, ale i tuto proměnu, nebo se této proměně vyhnul, by byl schopen přesně odhalit, v čem si tyto dvě pozice odpovídaly a v čem nikoli. Možnost komunikace probíhající napříč tímto revolučním rozdělením je nutně pouze částečná. Uvažme případ jiného člověka jménem Koperník, kterého prohlašovali za blázna, protože tvrdil, že Země se pohybuje. Nemůžeme říci, že ti, kdo ho považovali za blázna, se pouze mýlili, ani že se mýlili zcela. To, co mínili „Zemí“, mělo pevnou polohu. Jejich Země se nemohla hýbat. Koperníkova novinka proto nespočívala pouze v tom, že se Země hýbá. Šlo o zcela nový pohled na problémy fyziky a astronomie, pohled, který nutně změnil význam pojmů „Země“ a „pohyb“.¹³² Bez těchto změn byla myšlenka pohybující se Země bláznovstvím. Jakmile bylo na druhé straně toto pojetí pochopeno, mohli se Descartes i Huyghens domnívat, že problém pohybu Země je pro vědu bezobsažný.¹³³

Tyto příklady poukazují k třetí a nejpodstatnější stránce nesouměřitelnosti soutěžících paradigmat. V jistém smyslu, který nejsem schopen dále vysvětlovat, provozují zastánci soupeřících paradigmat své řemeslo v rozdílných světech. Jeden svět obsahuje vázaná tělesa, která pomalu padají, druhý svět obsahuje kyvadla, která znovu a znovu opakují svůj pohyb. V jednom světě jsou roztoky sloučeniny, ve druhém směsi. Jeden svět je ponořen do pravidelné prostorové sítě, druhý do zakřivené. Tím, že dvě skupiny vědců pracují v rozdílných světech, vidí rozdílné věci, i když se ze stejného bodu dívají stejným směrem. Opakují, že tím se netvrdí, že mohou vidět cokoli chtějí. Obě skupiny se dívají na svět a to, nač se

Nové pokusy o uchování výsledků obecné relativity v eukleidovském prostoru viz C. Nordmann, *Einstein and the Universe*, přel. J. McCabe, New York 1922, kap.IX.

¹³² T. S. Kuhn, *The Copernican Revolution*, Cambridge (Mass.) 1957, kap. III, IV a VII. Hlavním tématem celé knihy je mira, do jaké byl heliocentrismus považován za něco více než pouze astronomický problém.

¹³³ M. Jammer, *Concepts of Space*, Cambridge (Mass.) 1954, str. 118-124.

dívají, se nemění. Ale v některých oblastech vidí odlišné věci ve vzájemně odlišných vztazích. To je důvod, proč zákon, který jedné skupině vědců není možno ani ukázat, se druhé skupině zdá intuitivně zřejmý. Je to také důvod konverze, kterou jsme nazvali paradigmatickým posunem a kterou jedna skupina musí projít dříve, než vůbec může doufat v dokonalou komunikaci se skupinou druhou. Právě proto, že přechod mezi dvěma soutěžícími paradigmaty je přechodem mezi nesouměřitelným, nemůže se uskutečnit krok za krokem za podpory logiky a neutrální zkušenosti. Stejně jako změna *Gestalt* musí také tento přechod nastat buď naráz (avšak nikoli nutně v jediném okamžiku), nebo nenastane vůbec.

Jak tedy dospívají vědci k tomu, že projdou touto změnou? Částečná odpověď zní tak, že tento překrok často neprovádějí. Koperníkův systém měl téměř sto let po Koperníkově smrti jen několik málo stoupenců. Newtonova práce zůstala obecně nepřijata — a to zvláště na evropském kontinentě - déle než půl století po vydání *Principií*.¹³⁴ Priesteley nikdy nepřijal kyslíkovou teorii a lord Kelvin teorii elektromagnetického pole, a tak dále. Potíže při přechodu často zaznamenali sami vědci. Darwin napsal v obzvlášť působivé pasáži na konci svého *Původu druhů*: „Ačkoli jsem plně přesvědčen o pravdivosti názorů uvedených v tomto díle...v žádném případě neočekávám, že přesvědčí zkušené přírodopisce, jejichž mysl je zaplněna množstvím faktů pozorovaných v průběhu mnoha let, ale ze stanoviska opačného než je mé. [...] Avšak s důvěrou hledím v budoucnost, k budoucím či začínajícím přírodopiscům, kteří budou schopni vidět nestranně obě stránky problému.“¹³⁵ Když Max Planck v *Scientific Autobiography* zpětně přehlížel svou životní dráhu, smutně poznamenal, že: „...nová vědecká pravda nevitězí proto, že by přesvědčila své odpůrce a otevřela jim oči, nýbrž proto, že její odpůrci časem zemřou a vyroste nová generace, která tuto pravdu přijme za svou.“¹³⁶

¹³⁴ I. B. Cohen, *Franklin and Newton: An Inquiry into Speculative Newtonian Experimental Science and Franklin's Work in Electricity as an Example Thereof*, Philadelphia 1956, str. 93-94.

¹³⁵ Ch. Darwin, *On the Origin of Species...*, autorizované vydání z 6. angl. vydání, New York, 1889, II, str. 295-296.

¹³⁶ M. Planck, *Scientific Autobiography and Other Papers*, přel. F. Gaynor, New York 1949, str. 33-34.

XII. VYÚSTĚNÍ REVOLUCÍ

Tyto a podobné skutečnosti jsou až příliš dobře známy a nepotřebují dalšího zdůraznění. Potřebují však přehodnocení. V minulosti byly nezdědky považovány za ukázkou toho, že vědec, který je také pouze člověk, si často neumí vždy přiznat svůj omyl, dokonce ani když před ním stojí silný důkaz. Chci tvrdit, že problémem v této věci není ani omyl, ani důkaz. Přenesení důvěry z jednoho paradigmatu na paradigma jiné znamená proměnu zkušenosti, proměnu, které se nedá dosáhnout donucením. Celoživotní odpor vědců připoutaných prací svého produktivního věku k starší tradici normální vědy není přestupkem proti vědeckým standardům, nýbrž poukazem na samu povahu vědeckého výzkumu. Zdroj jejich odporu tkví v přesvědčení, že starší paradigma nakonec vyřeší všechny své problémy, že přírodu lze ukázat v rámci jejich paradigmatu. V revolučním období toto přesvědčení nutně vyvolává dojem neústupnosti a tvrdohlavosti - a někdy takové i je. Je však také něčím více. Je samotnou podmínkou možnosti normální vědy, tedy vědy, která řeší hádanky. Jen díky normální vědě může být společenství vědců úspěšné. V první řadě využívá prostoru, jež starší paradigma poskytuje, toto paradigma upřesňuje a pak vymezuje obtíže, při jejichž zkoumání se pak může objevit paradigma nové.

Tvrdíme-li, že odpor vědců je nevyhnutelný a legitimní a že paradigma se nedá obhájit důkazem, neříkáme tím, že pro jeho obhajobu neexistují závažné argumenty, nebo že se vědci naprosto nedají přesvědčit, aby změnilí své smýšlení. I když je někdy potřeba celých generací vědců k tomu, aby se dosáhlo změny, znovu a znovu se stává, že společenství vědců přestupuje na nové paradigma. Dále se tato proměna neuskutečňuje navzdory skutečnosti, že vědci jsou pouze lidé, nýbrž právě díky ní. Přestože někteří vědci, zejména starší a zkušenější, mohou vzdorovat donekonečna, většina se jich tou či onou cestou dá získat. Proměna se uskuteční postupně, vždy v určité době u určité skupinky jedinců, a až jejich nejvytrvalejší odpůrci zemřou, bude celá skupina odborníků opět pracovat pod jediným, avšak zcela odlišným paradigmatickým. Musíme si proto položit otázku, co tuto změnu vyvolává, a jakým způsobem jí vědci kladou odpor.

Jaký druh odpovědi na tuto otázku můžeme očekávat? Protože se naše otázka týká techniky přesvědčování, argumentace a protiargumentace v situaci, ve které nemůže existovat žádný důkaz, je zcela nová a vyžaduje jisté dosud neprovedené zkoumání. Budeme se

nyní muset spokojit s velmi částečným a na dojmech založeným přehledem. Výše uvedené spojujeme s výsledkem tohoto přehledu tak, že se zdá, že když se tážeme spíše po přesvědčování než po důkazu, pak na otázku po povaze vědecké argumentace neexistuje jednoduchá nebo všeobecně platná odpověď. Jednotliví vědci se chápou nového paradigmatu z nejrůznějších důvodů a obvykle z několika různých důvodů najednou. Některé tyto důvody - jako například kult slunce, který Keplerovi pomohl stát se stoupencem Koperníka - leží zcela mimo viditelný rámec vědy.¹³⁷ Další důvody spočívají ve zvláštnostech životního osudu a osobnosti toho kterého vědce. Dokonce i národnost a dosavadní pověst objevitele novinek a jeho učitelů mohou někdy hrát význačnou úlohu.¹³⁸ Musíme se tedy naučit klást otázku jiným způsobem. Nebude se pak již týkat argumentů, které ve skutečnosti vyvolávají změnu postoje některého jedince, ale spíše se budeme ptát po druhu společenství, které se vždy, dříve či později, vyčlení jako zvláštní skupina. Tento problém však odsuneme do poslední kapitoly a mezitím prozkoumáme některé typy argumentace, které se ukázaly být v zápasech o změnu paradigmatu obzvláště účinné.

Snad nejrozšířenější nárok prosazovaný zastánci nového paradigmatu je ten, že jsou schopni řešit problémy, které u starého paradigmatu vedly ke krizi. Pokud tomu tak skutečně je, pak toto tvrzení patří mezi nejučinnější. Je známo, že oblast, v níž se paradigma prosazuje, se dostala do obtíží. Potíže byly znovu a znovu prozkoumány a pokusy o jejich odstranění se znovu a znovu ukázaly jako marné. Vědci dospěli k poznání, které experimenty jsou „rozhodující“ - byly to ty, které byly schopny zvláště ostře vzájemně oddělit dvě paradigmatu - ty podrobili testům dříve, než bylo nové paradigma vůbec nalezeno. Koperník tvrdil, že vyřešil dlouhodobý trýznivý problém délky ka-

¹³⁷ O roli kultu slunce v Keplerově myšlení viz E. A. Burt, *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, přepr. vyd., New York 1932, str. 44-49.

¹³⁸ o úloze pověsti svědčí následující: Lord Rayleigh v době, kdy se počala jeho pověst šířit, zaslal do British Association článek o některých elektrodynamických paradoxech. Když článek poprvé poslal, neúmyslně opomněl uvést své jméno a článek byl zprvu odmítnut jako práce nějakého „milovníka paradoxů“. Krátce nato byl tentýž článek - s řádně umístěným autorovým jménem - přijat a hojně obhajován. R. J. Strutt, IV. baron Rayleigh: *John William Strutt, Third Baron Rayleigh*, New York 1924, str. 228.

XII. VYÚSTĚNÍ REVOLUCÍ

lendářního roku, Newton tvrdil, že dovedl v soulad mechaniku pozemskou a nebeskou, Lavoisier, že vyřešil problémy identity plynů a váhových poměrů, a Einstein, že z elektrodynamiky učinil obor sluchitelný s poslední přepracovanou naukou o pohybu.

Tvrzení tohoto druhu budou mít pravděpodobně úspěch, pokud nové paradigma prokáže, že je výrazně kvantitativně přesnější než jeho starší soupeř. Kvantitativní nadřazenost Keplerových rudolfinských tabulek nad všemi tabulkami vypočítávanými na základě ptolemaiovské teorie byla převládajícím faktorem přechodu astronomů ke koperníkovskému systému. Newtonův úspěch při předpovídání kvantitativních astronomických pozorování byl pravděpodobně nejdůležitějším důvodem vítězství jeho teorie nad mnohem rozumnějšími, avšak ryze kvalitativními teoriemi jeho soupeřů. také v našem století velmi působivý kvantitativní úspěch Plancko-va radičního zákona a Bohrova modelu atomu rychle přesvědčily mnohé fyziky do té míry, že tyto zákony a modely přijali, a to přesto, že při pohledu na fyziku jako celek přinesly oba tyto příspěvky více problémů, než kolik jich vyřešily.¹³⁹

Tvrzení o vyřešení problémů, jež vyvolaly krizi, však jen zřídka stačí samo o sobě. Ne vždy se dá tento nárok také legitimně vznést. Koperníková teorie ve skutečnosti nebyla přesnější než Ptolemaiova a nevedla přímo k vylepšení kalendáře. také vlnová teorie světla nebyla během několika let po svém ohlášení při řešení polarizačních jevů, které byly prvotní příčinou krize, tak úspěšná jako její soupeřteorie částicová. Během volnější vědecké činnosti, která charakterizuje mimořádný výzkum, někdy vznikne uchazeč o místo paradigmatu, který zpočátku vůbec nepomáhá s řešením problémů vyvolávajících krizi. Pokud se tak stane, je třeba odvodit důkaz z jiné oblasti výzkumného oboru - a tak tomu také často je. Pokud nové paradigma umožňuje předvídat jevy, které při převládajícím starém paradigmatu byly zcela neočekávané, je možno rozvinout v těchto dalších oblastech zvláště přesvědčivé argumenty.

Koperníková teorie například tvrdila, že planety se podobají Zemi, že Venuše by měla vykazovat fázi, že vesmír musí být o mnoho větší, než jak se dosud předpokládalo. Když proto šedesát let po

¹³⁹ Problémy vzniklé s kvantovou teorií viz F. Reiche, *The Quantum Theory*, London 1922, kap. VI-IX. Ostatní příklady v tomto odstavci viz odkazy uvedené výše v této kapitole.

Koperníkově smrti ukázaly teleskopy pohoří na Měsíci, Venušinu fázi a velké množství dosud netušených hvězd, přivedla tato pozorování mnoho vědců, a zvláště neastronomů, do řad stoupců nové teorie.¹⁴⁰ V případě vlnové teorie světla působil zdroj profesionální konverze dokonce ještě dramatičtější způsobem. Když byl Fresnel schopen vykázat existenci bílé skvrny ve středu kruhového stínu, padl náhle v široké míře odpor francouzských vědců. Jednalo se o jev, který nepředpokládal ani sám Fresnel, ale který je podle Poissona, původně jednoho z Fresnelových odpůrců, absurdním, i když nutným důsledkem Fresnelovy teorie.¹⁴¹ Podobné argumenty se ukázaly jako zvláště přesvědčivé a jejich význam byl šokující take proto, že obvykle nebyly od samotného počátku „zabudovány“ do nové teorie. Někdy bylo možno využít mimořádné síly určitého jevu i tehdy, když byl pozorován dlouho před teorií, v jejímž rámci byl poprvé uveden. Například Einstein pravděpodobně nepředpokládal, že obecná teorie relativity by s takovou přesností vysvětlila dobře známou anomálii pohybu perihelia Merkuru, a když se tak stalo, pocíťoval patřičné zadostiučinění.¹⁴²

Všechny dosud zmíněné argumenty ve prospěch nového paradigmatu byly založeny na míře schopnosti soupeřících paradigmat vyřešit problémy. Tyto argumenty jsou pro vědce zpravidla nejdůležitější a nejpřesvědčivější. Předchozí příklady nás nenechávají pochybovat o ohromné přitažlivosti zdroje těchto argumentů. Existují však důvody - krátce k nim obrátíme svou pozornost - proč se nedají vnútit ani skupinám vědců, ani jednotlivcům. Naštěstí existuje i jiný druh uvažování, které vede vědce k odmítnutí starého paradigmatu a přijetí paradigmatu nového. Jsou to ty argumenty, které - ačkoli jen zřídka bývají uváděny výslovně - se dovolávají smyslu pro přiměřenost nebo smyslu estetického. Říká se, že nová teorie je „pěknější“, „přiměřenější“ nebo „jednodušší“ než stará. Tyto argumenty působí více v matematice než v ostatních vědách. První verze nových paradigmat jsou poněkud hrubé. Jejich estetická přitažlivost

i«) T.S.Kuhn, cit. d., str. 219-225.

¹⁴¹ E. T. Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, I, 2. vyd., London 1951, str. 108.

¹⁴² Vývoj obecné teorie relativity viz tamt., II, 1953, str. 151-180. Einsteinova reakce na přesný souhlas teorie a pozorovaného pohybu perihelia Merkuru viz dopis uvedený in: P. A. Schilpp (vyd.), *Albert Einstein, Philosopher-Scientist*, Evanston, Illinois 1949, str. 101.

XII. VYÚSTĚN! REVOLUCI

se může postupem času vyvíjet, ale většina vědeckého společenství dospěje ke konečnému přesvědčení jiným způsobem. Někdy však mohou mít estetické úvahy rozhodující význam. I když takové úvahy přitahují k nové teorii jen málo vědců, může právě na těchto několika vědcích záviset konečné vítězství teorie. Kdyby se jí totiž z ryze osobních důvodů rychle nechopili, nebyl by nový uchazeč o funkci paradigmatu nikdy rozvinut do té míry, aby si získal věrnost celého vědeckého společenství.

Abychom viděli důležitost subjektivních a estetických úvah, připomeňme si, jaké debaty o paradigmatu jsou. Když se nový uchazeč na funkci paradigmatu poprvé ohlásí, řeší jen zřídka více než několik málo problémů, které před ním stojí, a mnohá z těchto řešení jsou dosud nedokonalá. Až do Keplera koperníkovská teorie zlepšovala Ptolemaiovy předpovědi poloh planet jen zřídka. Když Lavoisier spatřoval v kyslíku „vzduch jako takový“, jeho teorie naprosto nepokrývala všechny problémy, které se ukázaly v souvislosti s množícím se počtem nových plynů. To byl bod, na který Priestley zaměřil svůj protiútok. Případy jako Fresnelova světelná stopa jsou mimořádně vzácné. Zpravidla je tomu tak, že teprve mnohem později, po té, co bylo nové paradigma již rozvinuto, přijato a využíváno, se rozvíjejí i rozhodující argumenty - připomeňme Foucaultovo kyvadlo ukazující zemskou rotaci nebo Fizeauův experiment ukazující, že světlo se ve vodě šíří pomaleji než ve vzduchu. Tvorba těchto argumentů je součástí normální vědy a tyto argumenty hrají svou roli nikoli ve sporech o paradigma, nýbrž v textech porevolučního období.

Dokud nejsou tyto texty napsány a dokud probíhají spory, je situace zcela odlišná. Odpůrci nového paradigmatu mohou obvykle legitimně tvrdit, že dokonce i v oblasti, v níž došlo ke krizi, nemůže být nové paradigma nadřazeno svým soupeřům. Jistě, s některými problémy zachází lépe a také ukazuje některá nová pravidla. Ale dá se předpokládat, že staré paradigma bude možno přeformulovat tak, aby na tyto námitky odpovědělo stejně jako na námitky dosavadní. Zeměstředný astronomický systém Tychona de Brahe i pozdější verze flogistonové teorie byly odpovědi na námitku vznesenou uchazečem na funkci nového paradigmatu, a obě byly úspěšné.¹⁴³

¹⁴³ To, že systém Tychona de Brahe byl geometricky rovnocenný systému Koperníkovu, viz. J. L. E. Dreyer, *A History of Astronomy from Thales to Kepler*, 2. vyd., New York 1953, str. 359-371. Poslední verze teorie flogistonu a její

Obránci tradiční teorie a tradičních procedur navíc mohli téměř vždy poukázat na problémy, které z jejich hlediska vůbec problémy nejsou, které však jejich protivníci nebyli schopni vyřešit. Než bylo objeveno složení vody, bylo hoření vodíku silným argumentem flogistonové teorie proti teorii Lavoisierově. I poté, co kyslíková teorie zvítězila, ještě nebyla schopna vysvětlit přípravu spalitelných plynů z uhlíku, což byl jev, na který flogistonová teorie poukazovala jako na bod podporující její stanovisko.¹⁴⁴ Dokonce i v samotné oblasti krize mohou být argumenty a protiargumenty velmi vyrovnané. Mimo tuto oblast se rovnováha často zvrátí ve prospěch tradičního pojetí. Koperník zničil dlouhou dobu uctívané vysvětlení pohybu Země; Newton učinil totéž se starším vysvětlením gravitace, Lavoisier s obecnými vlastnostmi kovů atd. Stručně řečeno, kdyby kandidát na nové paradigma byl od samého počátku posuzován tvrdohlavými lidmi, kteří by zkoumali pouze relativní schopnost paradigmatu řešit problémy, pak by věda prošla jen velmi malým počtem velkých revolucí. Připočítáme-li k tomu ještě protiargumenty, které vznikají tím, co jsme v předchozím textu nazvali nesouměřitelností paradigmat, pak by věda neměla procházet vůbec žádnými revolucemi.

Ale spory o paradigma ve skutečnosti neprobíhají pouze s ohledem na schopnost řešení problému, i když z dobrých důvodů na této schopnosti obvykle spočívají. Problémem však je také otázka, které z paradigmat bude moci vést v budoucnosti výzkum problémů, o nichž většinou nemůže žádné ze soupeřících paradigmat tvrdit, že je zcela vyřešilo. Je třeba rozhodnout mezi dvěma alternativními způsoby provozování vědy, a to za okolnosti, kdy rozhodnutí musí být založeno spíše na příslibech budoucnosti než na minulých výsledcích. Člověk, který se chápe nového paradigmatu v jeho raném období, tak musí často učinit navzdory důkazům plynoucím z řešení problémů. Musí totiž věřit, že nové paradigma bude úspěšné při řešení mnoha větších problémů, jež v budoucnosti vyvstanou, a musí si být přitom vědom toho, že staré paradigma selhalo pouze

úspěchy viz J. R. Partington - D. McKie, *Historical Studies of the Phlogiston Theory*, in: *Annals of Science*, IV, 1939, str. 113-149.

¹⁴⁴ Problémy týkající se vodíku viz J. R. Partington, *A Short History of Chemistry*, 2. vyd., London 1951, str. 134. Kyslíčník uhelnatý viz H. Kopp, *Geschichte der Chemie*, III, Braunschweig 1845, str. 294-296.

XII. VYÚSTĚNÍ REVOLUCÍ

v několika málo případech. Rozhodnutí tohoto druhu se dá provést pouze na základě víry.

To je jeden z důvodů, proč jsou předchozí krize tak důležité. Vědci, kteří neprošli zkušeností krize, se jen málokdy zřeknou jasného důkazu vzniklého řešením problému jen proto, aby šli za něčím, co se lehce může ukázat jako vzdušný zámek a co ostatní budou za vzdušný zámek považovat. Samotná krize však ještě nestačí. Musí ještě existovat určitý základ víry v tohoto zvoleného uchazeče o místo paradigmatu, i když tento základ nemusí být nutně racionální či zcela správný. „Něco“ musí alespoň v několika vědcích vzbudit pocit, že to nové, co se nabízí, je na správné koleji. To „něco“ jsou někdy pouze osobní a neurčité estetické úvahy. Lidé občas konvertují díky takovým úvahám, přestože většina technických argumentů ukazuje jiným směrem. Když byla Koperníková astronomická teorie a De Broglieova teorie hmoty poprvé zveřejněny, neexistovaly ani u jedné z nich důvody, proč by tyto teorie měly být přitažlivé. Dokonce i dnes přitahuje Einsteinova obecná teorie relativity lidi z principiálně estetických důvodů a tuto přitažlivost může pocítit jen velmi málo lidí mimo obor matematiky.

Tím však netvrdím, že nové paradigma vítězí díky nějaké mystické estetice. Naopak, jen málokterí lidé opustí tradici pouze z výše uvedených důvodů. Ti, kteří se takto obrátili, byli často zavedeni na scestí. Ale má-li nové paradigma vůbec kdy zvítězit, musí si nejprve získat podporu některých lidí. Ti budou paradigma rozvíjet, dokud nevyvinou praktické argumenty. Tyto argumenty se pak budou množit. Právě tyto argumenty nejsou ještě samy o sobě rozhodující. Protože jsou vědci rozumní lidé, ten či onen argument mnohé z nich nakonec přesvědčí. Ale neexistuje takový jedinečný argument, který by přesvědčil všechny. Spíše než k nějaké hromadné konverzi dochází k postupnému posunu v rozložení důvěry odborníků.

Na počátku může mít nový uchazeč o místo paradigmatu jen málo zastánců, a někdy mohou být jejich motivy pro přijetí paradigmatu podezřelé. Jsou-li to však zastánci kompetentní, budou své důvody vylepšovat, budou využívat jejich možností a budou ukazovat, co znamená patřit ke společenství, které se tímto paradigmatem řídí. Je-li toto paradigma jedno z těch, jež jsou předurčena k vítězství, bude postupně narůstat počet a síla přesvědčivých argumentů v jeho prospěch. více a více vědců bude konvertovat a s použitím tohoto paradigmatu půjdou kupředu. Postupně bude růst počet experimen-

tů, přístrojů, článků a knih založených na tomto paradigmatu. Stále více lidí přesvědčených o plodnosti nového názoru si bude osvojovat nový způsob provozování normální vědy, až nakonec u starého paradigmatu zůstane jen několik málo vytrvalců. Ale nemůžeme říci, že právě ti se mýlí. Přestože dějepisec může vždy nalézt lidi, kteří nerozumným způsobem vzdorují tak dlouho, jak jen mohou - například Priestley -, nelze najít žádný důvod, proč by takový odpor měl být nelogický nebo nevědecký. Nanejvýš se dá říci, že člověk, který pokračuje v odporu i po té, co celá jeho odbornost konvertovala, přestal být *ipso facto* vědcem.

XIII REVOLUCE JAKO ZDROJ POKROKU

Na předcházejících stránkách jsem rozvinul svůj poněkud schematický popis vývoje vědy v takové míře, jakou tento esej dovoluje. Dosud však nemohl být zcela uzavřen. V tomto popisu, zachycujícím podstatnou strukturu trvalého vědeckého vývoje, se současně objevil i jeden zvláštní problém: Proč se výše načrtnutý proces stále pohybuje kupředu způsobem jiným než třeba umění, politické teorie nebo filosofie? Proč je pokrok výsadou vyhrazenou téměř výlučně činnosti, kterou nazýváme vědou? Nejobvyklejší odpovědi na tuto otázku jsme v tomto eseji odmítli. Musíme se tedy zeptat, zda za ně nelze nalézt nějakou náhradu.

Všimněme si hned na začátku, že je tato otázka částečně sémantická. Pojem „věda“ je do značné míry vyhrazen pro oblasti, v nichž se pokrok odehrává navenek způsobem zjevným. Tento fakt se nikde neukazuje jasněji než v opakovaných sporech o tom, zda ta či ona společenská věda je opravdu vědou. Tyto spory mají svou paralelu v předparadigmatickém období oborů, které jsou dnes bez váhání označovány jako vědecké. Zdánlivým problémem těchto sporů je definice problematického termínu „věda“. Lidé kupříkladu tvrdí, že psychologie je vědou, protože má takovou a takovou charakteristiku. Jiní odporují, že tato charakteristika není ani nutná, ani dostačující k tomu, aby z nějakého oboru udělala vědu. Lidé těmto sporům věnují často mnoho energie a vášni, zatímco člověk, který stojí mimo tyto spory, vůbec neví, proč tomu tak je. Záleží skutečně tak moc na *definici* vědy? Může definice člověku říci, zda je či není vědcem? A pokud tomu tak není, proč se přírodovědci nebo umělci tak starají o definici pojmu vědy? Člověk má nutně podezření, že jde o mnohem hlubší problém. Skutečně, někdy vědci kladou otázky jako: Proč můj obor kráčí kupředu stejným způsobem, jako například fyzika? Jaké změny v technice, metodě či ideologii by umožnily, aby tomu tak bylo? Na takové otázky však nelze odpovědět shodou s definicí. Navíc slouží-li přírodověda jako precedens, pak tyto otázky nepřestanou být zdrojem zájmu tehdy, když je nalezena

definice, ale tehdy, když skupiny, které mají v dané chvíli pochybnosti o svém vlastním statutu, dosáhnou konsensu o svých minulých a současných výkonech. Příznačné například je to, že ekonomové (méně než odborníci z jiných oblastí společenských věd) se přou, zda je jejich obor vědou. Je to snad proto, že ekonomové vědí, co to je věda? Nebo spíše docházejí k jednotnému názoru na to, co je to ekonomie?

Tato otázka má i svou druhou stránku, která, ačkoli již není ryze sémantická, nám může pomoci ukázat spletité spojitosti mezi našimi pojmy vědy a pokroku. Po mnoho století, a to jak ve starověku, tak nyní opět v moderní Evropě, bylo malířství považováno za *určitou* kumulativní disciplínu. V té době se předpokládalo, že umělcovým cílem je zobrazovat. Mnozí kritikové a dějepisci - jako například Plinius nebo Vasari - s úctou zaznamenávali řadu vynálezů od perspektivy po *chiaroscuro* (šerosvit, pozn. překl.), které postupně umožňovaly stále dokonalejší zobrazení přírody.¹⁴⁵ Avšak v některých obdobích - zvláště v době renesance - lidé pociťovali určitou trhlinu mezi vědami a uměním. Leonardo byl pouze jedním z mnoha lidí, kteří volně přecházeli tam a zpět mezi dvěma oblastmi, které se teprve později staly kategoricky odlišné.¹⁴⁶ poté, co tato trvalá výměna mezi vědou a uměním přestala, se pojem „ars“ nadále používal jak na technologii a dovednosti, v nichž bylo dosahováno pokroku, tak na malířství a sochařství. Teprve když malířství a sochařství jednoznačně odmítly zobrazování jako svůj hlavní cíl a počaly se znovu učit u primitivních modelů, začala trhlina, kterou dnes považujeme za všeobecně zřejmou, nabývat hloubky, již má dnes. Dokonce i dnes, když chceme přecházet mezi vědou a technologií, musíme část problémů pramenících z hlubokých rozdílů mezi nimi vztáhnout ke skutečnosti, že pokrok je očividným atributem obou těchto oblastí.

To však může problémy, které máme v současné době s poznáním, že máme sklon vidět jako vědeckou každou oblast, v níž zaznamenáváme nějaký pokrok, pouze vyjasnit, ne však vyřešit. Zůstává

¹⁴⁵ E. H. Gombrich, *Art and Illusion: A Study in the Psychology of Pictorial Representation*, New York 1960, str. 11-12.

¹⁴⁶ **Tarnt.**, str. 97 a G. de Santillana, *The Role of Art in the Scientific Renaissance*, in: *Critical Problems in the History of Science*, M. Clagett (vyd.), Madison (Wis.) 1959, str. 33-65.

XIII. REVOLUCE JAKO ZDROJ POKROKU

tu stále problém pochopení toho, proč by měl být pokrok tak výjimečnou charakteristikou nějaké činnosti řídicí se technikami a cíli popisovanými v tomto eseji. Ukazuje se, že tato otázka je pouze jednou z mnoha a každou z nich budeme muset prozkoumat odděleně. Ve všech případech však nakonec bude řešení záviset částečně na tom, že našemu pohledu na vztah mezi vědeckou činností a společností, které tuto činnost vykonává, musíme dát opačný směr. Je třeba naučit se poznávat příčiny tam, kde jsme dosud pravidelně viděli účinky. Pokud se nám to podaří, pak se spojení jako „vědecký pokrok“ a „vědecká objektivita“ budou zdát zčásti zbytečná. Jednu stránku této nadbytečnosti jsme právě názorně ukázali. Vykazuje nějaká oblast pokrok proto, že je oblastí vědeckou, nebo je vědeckou oblastí proto, že vykazuje pokrok?

Položme si nyní otázku, proč může činnost, jako je normální věda, vykazovat pokrok, a začněme tím, že si připomeneme některé její nejvýznačnější rysy. Obvykle pracují členové nějakého úspěšného vědeckého oboru na základě jednoho určitého paradigmatu nebo řady úzce svázaných paradigmat. Jen zřídka zkoumají různá vědecká společenství tentýž problém. Pouze ve výjimečných případech si skupiny podrží zároveň několik hlavních paradigmat. Avšak z hlediska nějakého určitého společenství - ať už vědeckého nebo nevědeckého - výsledkem úspěšné tvůrčí práce je pokrok. Jak by mohlo být výsledkem vůbec něco jiného? Uvedli jsme například, že v době, kdy umělci považovali za svůj hlavní cíl zobrazování, zaznamenávali kritikové i dějepisci v této zjevně jednotné skupině pokrok. Jiné obory tvůrčí činnosti vykazovaly pokrok stejného druhu. Theolog artikující nějaký článek víry nebo filosof zjemňující Kantův imperativ přispívá k pokroku, byť pouze v rámci té skupiny, jejíž předpoklady sdílí. Žádná ze škol nějaké tvůrčí činnosti nezná práci toho druhu, že by na jedné straně byla tvůrčím postupem vpřed, ale na druhé straně by nebyla příspěvkem k úspěšnému postupu celé skupiny. Pokud spolu s mnoha dalšími lidmi pochybujeme, zda v nevědeckých oborech dochází k nějakému pokroku, pak nemůže naše pochybnost pramenit pouze z toho, že některé jednotlivé školy žádný pokrok nevykazují. Spíše je tomu tak, že vždy existují vzájemně soupeřící školy a každá z nich neustále zpochybňuje základy škol ostatních. Například člověk, který tvrdí, že filosofie neučinila žádný pokrok, zdůrazňuje, že dosud existují aristotelické, a nikoli to, že aristotelismus přestal kráčet kupředu.

Tyto pochybnosti o pokroku však vyvstávají i ve vědě. V předparadigmatickém období, kdy existuje množství vzájemně soutěžících škol, lze velmi těžko nalézt pokrok jinde než v rámci určité školy. Je to období, které jsme ve druhém oddíle popsali jako dobu, kdy jednotlivci provozují vědu, ale výsledky jejich činnosti nepřispívají k takové vědě, jakou známe dnes. V období revoluce, kdy se základy toho kterého oboru stávají opět problémem, se znovu vynořují pochybnosti o tom, zda v případě, že bude přijato to či ono opoziční paradigma, bude vůbec nějaký trvalý pokrok možný. Ti, kteří odmítali newtonovské učení, prohlašovali, že tato nauka spoléhá na přirozené, vnitřní síly (těles), a tím vrací vědu do doby temna. Protivníci Lavoisierovy chemie tvrdili, že ti, kteří odmítají chemické „principy“ a dávají přednost laboratorním prvkům, odmítají dosud úspěšná vysvětlení chemie a hledají útočiště v pouhých názvech. Podobný, i když mírněji vyjádřený pocit se zdá spočívat v základech záporného postoje Einsteina, Bohra a dalších k vládnoucí pravděpodobnostní interpretaci kvantové mechaniky. Krátce řečeno, pouze v období normální vědy se pokrok zdá být zřejmý a jistý. V tomto období nemůže vědecké společenství vidět v plodech své práce nic jiného než pokrok.

Pokud jde o normální vědu, pak částečná odpověď na problém pokroku závisí jednoduše na pohledu pozorovatele. Pokrok ve vědě se neliší od pokroku v ostatních oblastech, ale pokrok je možno zahlédnout mnohem snadněji ve společenství normální vědy, protože v normální vědě nejsou žádné soutěžící školy. Tato věda vládne po většinu času a vzájemně problematizuje cíle i měřítka každé ze škol. To je však odpověď pouze částečná a rozhodně ne hlavní. Například jsme již uvedli, že jakmile se jednou vědecké společenství přijetím společného paradigmatu osvobodí od nutnosti stále prozkoumávat své první principy, mohou se jeho členové soustředit výhradně na nejjemnější a nejskrytější stránky jevů, kterými se zabývají. Tato skutečnost nutně zvyšuje účinnost a výkonnost skupiny jako celku při řešení nových problémů. Další stránky odborného života vědy tuto zvláštní schopnost dále zvyšují.

Některé z uvedených stránek jsou důsledkem izolace společenství vyspělé vědy od požadavků laického a každodenního života. Tato izolace však nikdy není úplná, má smysl ptát se pouze po jejím stupni. Neexistují jiné odborné skupiny, v nichž by tvořivá práce

jednotlivce byla tak výlučně určena pro ostatní členy oboru a také hodnocena výlučně těmito členy. I nejesoteričtější básník a nejabstraktnější theolog se zajímá o laické hodnocení své tvůrčí práce více než vědec, i když o obecný ohlas se může zajímat méně. Ukazuje se, že tento rozdíl má své důsledky. Právě proto, že vědec pracuje pouze pro posluchače, kteří jsou jeho spolupracovníky a kteří s ním sdílejí hodnoty i přesvědčení, proto a jen proto může považovat nějakou řadu měřítek za platnou. Nemusí se starat o to, co si nějaká jiná skupina pomyslí, může odstranit jeden problém a pokročit k druhému mnohem rychleji než ten, kdo pracuje v rámci různorodější skupiny. Důležité je, že izolace vědeckého společenství od společnosti dovoluje jednotlivým vědcům soustředit svou pozornost na problémy, o nichž mají důvod věřit, že je budou schopni vyřešit. Na rozdíl od inženýrů, lékařů a většiny theologů si vědec nemusí vybírat takové problémy, které naléhavě vyžadují řešení a nemusí brát ohled na nástroje, které k řešení použije. V tomto směru se nápadný rozdíl mezi přírodovědci a mnoha vědci ve společenských vědách ukazuje jako příznačný. Odborníci společenských věd mají na rozdíl od přírodovědců často sklon obhajovat volbu svých výzkumných problémů - např. účinky rasové diskriminace nebo příčiny směny zboží - převážně s ohledem na společenskou důležitost dosažených řešení. U které skupiny se pak dá předpokládat, že řešení problémů najde rychleji?

Důsledek izolace od širší společnosti se ještě více prohlubuje díky další charakteristice odborného vědeckého společenství, díky povaze vědecké výchovy. V hudbě, výtvarném umění a literatuře získává odborník vzdělání tak, že se dostává do styku s díly jiných, zpravidla starších umělců. Učebnice, s výjimkou kompendií a příruček k původním dílům, mají pouze druhořadou úlohu. V historii, filosofii a společenských vědách má učebnicová literatura větší význam. také v těchto oborech však v základních výukových kursech probíhá současně také četba původních pramenů, z nichž některé jsou pro daný obor „klasické“, jiné jsou soudobými výzkumnými zprávami, které odborníci píšou pro jiné odborníky. Proto je si student každého takového oboru neustále vědom obrovského množství problémů, které se členové skupiny, k níž bude i on v budoucnu patřit, pokoušeli v průběhu času řešit. Navíc má neustále před sebou množství vzájemně soutěžících a nesouměřitelných problémových řešení, jejichž hodnocení musí sám provést.

Srovnáme tuto situaci se situací v současné přírodovědě. Studenti až do doby, kdy ve třetím nebo čtvrtém roce svého studia začnou se svým vlastním výzkumem, spoléhají hlavně na knihy. Mnohé učební osnovy ani nevyžadují, aby studenti četli jiné práce než ty, které byly napsány výhradně pro studijní účely. Těch několik málo studijních oborů, které zahrnují jako doplněk četbu badatelských článků, se omezuje na to, že zařazuje tuto četbu do nejpokročilejších kursů a omezuje ji na materiály, které začínají víceméně tam, kde končí dostupné učební texty. Až do závěrečného období vědecké výchovy zastupují učebnice systematicky tu tvůrčí vědeckou literaturu, která vůbec umožnila, aby učebnice vznikly. Taková technika výuky je možná jen díky důvěře v paradigma a jen málo vědců šiji přeje změnit. Proč by po tom všem měl například student fyziky číst práce Newtona, Faradaye, Einsteina nebo Schrödingera, když vše, co o těchto pracích potřebuje vědět, je shrnuto stručnější, přesnější a systematictější formou v soudobých učebnicích?

Nechci obhajovat mimořádnou důslednost, jíž se tento typ studia vyznačoval, nemohu si však pomoci a musím poznamenat, že takové studium je obecně vzato ohromně účinné. Jistě je to studium úzce zaměřené a rigidní, snad je užší a rigidnější než jiná studia s výjimkou ortodoxní teologie. Ale pro práci normální vědy, pro řešení hádanek v rámci té tradice, kterou vymezují učebnice, je vědec téměř vždy dokonale vybaven. Je také dobře vybaven pro jiný úkol - pro vyvolávání významných krizí normální vědeckou činností. Když se však tyto krize objeví, není na ně vědec - samozřejmě - připraven stejně dobře jako na normální práci. I když se snad vleklé krize odrážejí v méně rigidních výchovných praktikách, přesto z nich nevzniká taková vědecká příprava, která by vychovávala lidi, kteří lehce přijdou na nějaký neotřelý přístup k problémům. Pokud přijde někdo s novým kandidátem na funkci paradigmatu - obvykle člověk mladý nebo nováček v daném oboru -, pak rigidita klesne pouze u tohoto jedince. V generaci, v níž má dojít ke změně paradigmatu, je rigidita jedince slučitelná se společností, které dokáže v případě potřeby přejít od paradigmatu k paradigmatu. A slučitelná je, zvláště když samotná rigidita jedince poskytuje společnosti citlivý poukaz na to, že něco není v pořádku.

Za normálního stavu je vědecké společenství velmi účinným nástrojem řešení problémů a hádanek, které jsou paradigmatem vymezeny. Výsledkem řešení těchto problémů musí být vnitřní pokrok.

XIII. REVOLUCE JAKO ZDROJ POKROKU

Tady není žádný problém. Tento úhel pohledu však zdůrazňuje jen druhou hlavní část problému pokroku ve vědě. Obrátme se proto k této části a položíme si otázku po pokroku v mimořádné vědě. Proč by měl být pokrok obecným průvodním jevem vědeckých revolucí? Mnohé se dozvíme tím, že si položíme otázku, jaké mohou být výsledky revoluce. Revoluce končí úplným vítězstvím jednoho ze dvou soupeřících táborů. Řekla by někdy vítězná skupina, že výsledkem jejího vítězství je něco jiného než pokrok? To by přeci znamenalo připustit, že se skupina mýlila a že její protivníci měli pravdu. Alespoň pro vítěznou skupinu musí být výsledek revoluce pokrokem a tato skupina má výborné postavení k tomu, aby zajistila, že její budoucí členové se na dějiny budou dívat stejným způsobem. V deváté kapitole jsme podrobně popsali techniku, pomocí níž se to děje a před chvílí jsme se odvolávali na stránky odborného vědeckého života s tím úzce svázané. Když vědecké společenství odvrhne paradigma, vzdává se současně většiny knih a článků, do nichž bylo toto paradigma začleněno, jako něčeho, co už není předmětem vědeckého zájmu. Vědecká knihovna neobsahuje to, co umělecké muzeum nebo knihovna klasiků, a proto je vědcovo vnímání dějin vlastního oboru někdy silně pokřivené. Vědec snadněji než odborník v jiné oblasti dospívá k takovému pohledu na dějiny svého oboru, kdy je vidí jako přímou linii vedoucí až k výhodám, které jeho obor v současné době skýtá. Stručně řečeno, vědec vidí dějiny svého oboru jako pokrok. Dokud zůstává v oboru, neexistuje pro něj žádná jiná dostupná alternativa.

Tyto poznámky nutně vyvolávají představu, že člen vyspělého vědeckého společenství je - podobně jako typická postava z Orwellova románu „1984“ - obětí dějin předepsaných vládnoucí mocí. Tato představa je vcelku přiléhavá. Výsledkem vědeckých revolucí jsou zisky i ztráty a vědci mají sklon být vůči takovým ztrátám slepí.¹⁴⁷ Na druhé straně se žádné vysvětlení pokroku poháněného vědeckými revolucemi nesmí zastavit na tomto bodě. Pokud by se

¹⁴⁷ Historici vědy se s touto slepotou často setkávají v obzvláště působivé formě. Skupiny studentů, které k nim z přírodních věd přicházejí, jsou často nejděčnější ze všech skupin, které historikové vyučují. Ale právě tyto skupiny historiky zpočátku nejvíce zklamou. Protože studenti z těchto skupin „znají správnou odpověď“, je neobyčejně obtížné dovést je k tomu, aby analyzovali některou starší vidu jejími vlastními prostředky.

tak stalo, znamenalo by to, že si vědy zřejmě počínají násilně, a to by bylo tvrzení, které by také nebylo zcela nesprávné, kdyby nepotlačovalo povahu procesu volby mezi dvěma paradigmaty a autoritu, která tuto volbu ovlivňuje. Pokud by ve sporu o paradigma měla rozhodovat pouze autorita, a zvláště autorita mimo obor, pak by výsledkem sporů sice mohla být revoluce, ale nikoli revoluce *vědecká*. Sama existence vědy je závislá na skrytí síly, jež mezi členy určitého společenství při výběru paradigmatu působí. O jak zvláštní společenství musí jít, má-li věda přežít a dále růst, je zřejmé z malého výskytu případů, kdy se člověk věnuje vědecké činnosti. Každá z civilizací, o nichž máme záznamy, měla svou technologii, své umění, náboženství, svůj politický systém, zákony atd. V mnoha případech se stránky těchto civilizací vyvíjely stejně jako u civilizace naší. Ale jedině civilizace, která vychází z helénského Řecka, měla něco víc než pouhou primitivní vědu. Celkový souhrn vědeckého poznání je výtvorem Evropy posledních čtyř století. Žádné jiné místo a žádná jiná doba nepodpořily vznik těch zvláštních společenství, z nichž pochází vědecká produktivita.

Jaké jsou základní charakteristiky těchto společenství? Zřejmě by si zasloužily hlubší studium. V této oblasti je možno učinit pouze předběžná zobecnění. Nicméně už nyní musí být zcela jasné některé z mnoha požadavků, které je nutno splnit, aby se někdo stal členem odborné vědecké skupiny. Vědec se například musí zabývat řešením problémů týkajících se chování přírody. Dále, i když vědecův zájem o přírodu může být obecný, tématem jeho práce musí být problémy konkrétní. Ještě důležitější je, že řešení problémů, s nimiž je vědec osobně spokojen, musí být jako řešení přijata také mnoha dalšími vědci. Skupina, která tato řešení sdílí, však nemůže být náhodně vybrána ze společnosti jako celku, ale je přesně vymezeným společenstvím vědci rovných odborníků. Jedno z nejsilnějších pravidel vědeckého života - i když pravidlo dosud nepsané - je zákaz odvolávat se ve vědeckých záležitostech na vládní orgány nebo širokou veřejnost. Uznání existence jediné oprávněné odborné skupiny a přijetí její rozhodčí role, pokud jde o odborné výsledky, má své další důsledky. V jednotlivých členech skupiny je nutno díky jejich společnému výcviku a sdílené zkušenosti spatřovat jediné vlastníky pravidel hry nebo nějaké odpovídající ekvivalentní základny pro vynášení jednoznačných soudů. Kdyby někdo pochyboval o tom, že vědci sdílejí takovou základnu hodnocení, připouštěl by existenci

neslučitelných měřítek vědeckých výsledků. Připustit něco takového by nutně vedlo k otázce, zda pravda ve vědě může být pouze jedna.

Tento malý seznam společných charakteristik vědeckých společenství byl zcela odvozen z praxe normální vědy, což je správné. To je totiž činnost, na kterou je vědec pravidelně připravován. Poznamenejme nicméně, že navzdory malému rozsahu dostačuje tento výčet k tomu, aby takové společenství oddělil od všech ostatních odborných skupin. Poznamenejme také, že navzdory tomu, že vychází z normální vědy, je tento seznam vysvětlením mnoha zvláštních rysů toho, jak skupina reaguje v době krize a sporů o paradigma. Už jsme viděli, že skupina tohoto druhu musí vidět změnu paradigmatu jako pokrok. Nyní si musíme uvědomit, že tato představa je v jistém ohledu sebeuspokojivá. Vědecké společenství je mimořádně účinným nástrojem dosažení nejvyššího počtu a nejvyšší přesnosti řešení problémů, které vznikají změnou paradigmatu.

Protože mírou hodnoty vědeckého výsledku je vyřešený problém a protože skupina velmi dobře ví, které problémy již byly vyřešeny, není snadné vědce přesvědčit, aby zaujali jiné stanovisko, takové, které opět otevře mnohé z již vyřešených problémů. Sama příroda tím, že dosavadní výsledky ukáže jako problematické, musí nejprve podkopat jistotu odborníků. I když k tomu dojde a vynoří se nějaký nový uchazeč o místo paradigmatu, budou se jej vědci přesto zdráhat přijmout, dokud se nepřesvědčí, že jsou splněny dvě nejdůležitější podmínky. Za prvé se musí ukázat, že nový kandidát řeší některé nevyřešené a obecné známé problémy, jež není možno řešit jiným způsobem. Za druhé musí být nové paradigma příslibem toho, že zachová poměrně velkou část již existující schopnosti řešení problémů, kterou věda získala z jeho předchůdců. Novinka není na rozdíl od jiných tvůrčích oborů pro vědu žádoucí. Proto i když nové paradigma má jen zřídka stejné schopnosti jako jeho předchůdce neboje nemá vůbec, obvykle si do značné míry uchová nejkonzkrétnější části dosavadních výsledků a mimoto vždy připouští i další konkrétní řešení problémů.

To, co jsme doposud řekli, nemá znamenat, že schopnost řešit problémy je jediným nebo jednoznačným základem volby paradigmatu. Zaznamenali jsme již mnoho důvodů, proč nemůže existovat kritérium tohoto druhu. Chceme však říci, že společenství vědeckých odborníků bude dělat všechno možné pro to, aby zajistilo

trvalý nárůst množství dat, s nimiž umí přesně a podrobně zacházet. V průběhu tohoto procesu utrpí společenství ztráty. Často je třeba některé staré problémy vypudit. Často také revoluce zúží oblast zájmu odborného společenství, zvýší počet specializací a oslabí jejich komunikaci s jinými skupinami, ať už vědeckými, nebo laickými. Ačkoli jde věda do hloubky, nemusí se stejně rozrůstat do šířky. Kdyby se tak stalo, pak by se tato šíře projevila hlavně ve zmnožení vědeckých odborností a nejen v rozsahu oblasti té které jednotlivé odbornosti. Ve skutečnosti však přes tyto a jiné ztráty povaha jednotlivých společenství poskytuje záruku toho, že počet problémů, jež věda vyřešila, a přesnost jednotlivých řešení budou neustále narůstat. Pokud je vůbec možno nějakou záruku poskytnout, pak je jí povaha společenství. Jaké lepší kritérium, než je rozhodnutí vědecké skupiny, vůbec může existovat?

Předcházející odstavec ukazuje směr, v němž je třeba podle mého názoru hledat hlubší řešení problému vědeckého pokroku. Tento směr možná ukáže, že vědecký pokrok vůbec není takový, jak jsme si mysleli. Zároveň se však ukazuje, že nějaký pokrok bude nutnou charakteristikou vědecké činnosti, dokud bude taková aktivita vůbec přezívat. Ve vědě není třeba pokroku jiného druhu. Přesněji řečeno, měli bychom se vzdát implicitní nebo explicitní představy, že změna paradigmatu posune vědce nebo ty, kteří z paradigmat čerpají, blíže k pravdě.

V tuto chvíli je třeba poznamenat, že až na několik posledních stránek se slovo „pravda“ v tomto eseji nevyskytlo jinde než v citátu z Francise Bacona. I na těchto stránkách vystupuje pravda pouze jako zdroj vědeckého přesvědčení, že neslučitelná pravidla provozu vědy nemohou vůbec existovat - s výjimkou období revoluce, kdy hlavním úkolem odborníků je eliminovat všechny soubory pravidel na jeden jediný. Proces vývoje popisovaný v tomto eseji byl procesem vývoje *od* primitivních počátků - procesem, jehož po sobě jdoucí období charakterizuje narůstající podrobnost a dokonalejší pochopení přírody. Nic z toho, co bylo nebo bude řečeno, z něj však nedělá proces vývoje *směrem k* něčemu. Tato mezera bude nutně na některé čtenáře působit rušivě. Všichni jsme si příliš zvykli pohlížet na vědu jako na činnost, která se neustále pohybuje blíže a blíže nějakému cíli, který jí příroda předem vytyčila.

Musí nějaký takový cíl vůbec existovat? Nemůžeme vysvětlit existenci vědy i její úspěchy vývojem stavu poznání, kterého spo-

XIII. REVOLUCE JAKO ZDROJ POKROKU

lečenství vědců v daném období dosáhlo? Pomáhá nám skutečně představa, že existuje úplné, objektivní, pravdivé vysvětlení přírody a že správným měřítkem vědeckých výsledků je to, jak dalece nás tyto výsledky přibližují konečnému cíli? Pokud bychom se naučili nahrazovat pojem vývoje „k tomu, co chceme vědět“ vývojem „od toho, co víme“, pak by touto záměnou zmizelo mnoho obtížných problémů. Někde v tomto bludišti musí například spočívat problém indukce.

Na tomto místě nemohu podrobně předem specifikovat důsledky tohoto alternativního pohledu na vědu. Pomáhá nám však poznat, že doporučený pojmový posun, který zde navrhuje, je velmi blízko tomu, který Západ uskutečnil právě před stoletím. Je to pohled zvláště užitečný, protože v obou případech je hlavní překážka posunu stejná. Když Darwin v roce 1859 poprvé uveřejnil svou teorii vývoje přirozeným výběrem, nedotkly se mnoha odborníků ani pojem změny druhu, ani možný původ člověka z opice. Důkazy, které ukazovaly na to, že vývoj, a to i vývoj člověka, skutečně existuje, se hromadily desetiletí a myšlenka vývoje byla široce rozšířena již dříve. Když se myšlenka vývoje setkala s odporem, zvláště s odporem u některých náboženských skupin, nebyla to zdaleka největší z obtíží, jimž musel Darwin čelit. Ty pocházely z myšlenky velmi blízké myšlence Darwinově. Všechny věhlasné předdarwinovské vývojové teorie - Lamarckova, Chambersova, Spencerova i teorie německých *Naturphilosophen* - považovaly vývoj za proces, který směřuje k určitému cíli. „Idea“ člověka a soudobého rostlinstva a zvířectva byla považována za myšlenku, která tuje od samotného prvního stvoření života a která je snad v Boží mysli. Tato idea či plan poskytly směr a vůdčí sílu celému vývojovému procesu. Každé nové stadium evolučního vývoje bylo dokonalejším uskutečněním plánu, který tu byl od samého počátku.¹⁴⁸

Pro mnoho lidí bylo odstranění teleologického vývoje tohoto druhu nejdůležitější a nejméně stravitelnou Darwinovou myšlenkou.¹⁴⁹ *Původ druhů* neuvažoval o žádném cíli předem určeném

¹⁴⁸ L. Easley, *Darwin 's Century: Evolution and the Men Who Discovered It*, New York 1958, kap. II, IV-V.

¹⁴⁹ » Mimořádně ostrý popis jednoho z předních Darwinových odpůrců s tímto problémem viz A. H. Dupree, *Asa Gray, 1810-1888*, Cambridge (Mas.) 1959, str. 295-306, 355-383.

Bohem či přírodou. Místo tohoto cíle tu byl přirozený výběr, který působil v daném prostředí a mezi právě danými organismy působil tak, že postupně, ale trvale vznikaly organismy složitější, členitější a mnohem více specializované. Dokonce i tak úžasné přizpůsobené orgány, jako jsou lidské oko či ruka - orgány, jejichž ustrojení doposud poskytovalo mocný argument pro existenci nejvyššího tvůrce a rozvinutého plánu - se náhle staly výsledkem procesu, který se odehrával neustále *od* primitivních počátků, avšak nikoli *směrem k* nějakému cíli. Víra, že přirozený výběr, který je výsledkem pouhého soutěžení organismů o přežití, by měl vytvořit člověka spolu s vyššími živočichy a rostlinami, byla nejnepříhodnější a nejrušivější stránkou Darwinovy teorie. Co by znamenaly „evoluce“, „vývoj“ a „pokrok“ za předpokladu, že neexistuje nějaký určitý cíl? Mnoha lidem se takový pojem zdál být rázem vnitřně rozporný.

V analogii mezi evolucí organismu a evolucí vědeckých idejí se dá snadno zajít příliš daleko. S ohledem na téma tohoto závěrečného oddílu jde o analogii téměř dokonalou. Proces popsany ve XII. oddílu jako výsledek revolucí je výběrem, který na základě sporu uvnitř vědeckého společenství určí nejpříhodnější způsob, jak v budoucnosti provozovat vědu. Úhrnným výsledkem sledu takových revolučních výběrů oddělených obdobími normálního výzkumu je obdivuhodně přizpůsobený soubor nástrojů, který nazýváme moderní vědecké poznání. Po sobě jdoucí stadia tohoto vývojového procesu se vyznačují rostoucí artikulovaností a specializací. Celý tento proces se mohl odehrávat stejným způsobem, jaký dnes předpokládáme u vývoje biologického - bez pomoci nějakého souboru cílů, bez stálé a neměnné vědecké pravdy, jejímž stále dokonalejším příkladem by bylo každé stadium vývoje vědeckého poznání.

Každý, kdo sledoval argumentaci až sem, pocítí potřebu položit si otázku, proč by vůbec měl evoluční proces fungovat. Jak tedy musí příroda a člověk vypadat, aby byla vůbec věda možná? Proč by vědecké společenství mělo být schopno dosáhnout pevné vnitřní shody, které se nedá dosáhnout v jiných oblastech? Proč by tato shoda měla přetrvat všechny změny paradigmatu? Proč by změna paradigmatu měla neustále vytvářet nástroje po všech stránkách dokonalejší než ty, jež byly dosud známé? V jistém ohledu byly všechny tyto otázky - s výjimkou první - zodpovězeny. Při jiném úhlu pohledu zůstávají však otevřeny stejně jako na počátku tohoto eseje. Zvláštností se nevyznačuje jen vědecké společenství. Svět,

XIII. REVOLUCE JAKO ZDROJ POKROKU

jehož je toto společenství součástí, musí mít také nějakou zvláštní charakteristiku a tato charakteristika je nám stejně vzdálená jako na počátku. Problém, který zní: „Jaký musí být svět, aby jej člověk poznal?“, však nevznikl v tomto eseji. Naopak, je to problém starý jako věda sama, problém, který zůstává nezodpovězen. Na tomto místě ani nemusí být zodpovězen. Každé pojetí přírody, které je prokazatelně slučitelné s růstem vědy, je slučitelné i se zde rozvíjeným evolučním pohledem na vědu. Protože se tento pohled potvrzuje i při bližším zkoumání vědeckého života, existují silné argumenty pro to, aby byl použit při pokusu o řešení velkého množství problémů, které dosud zůstávají.

DODATEK Z ROKU 1969

Uplynulo již téměř sedm let od chvíle, kdy byla tato kniha poprvé uveřejněna.¹⁵⁰ Během této doby jsem díky další práci i díky odezvě kritiků lépe pochopil problémy, které z mé knihy vyplynuly. Mé stanovisko se ve svém základu téměř nezměnilo, ale v jeho původní formulaci dnes vidím některé stránky, které byly příčinou zbytečných obtíží a nedorozumění. Protože některá z těchto nedorozumění jsem vyvolal já sám, pomohou mi získat půdu, která bude nakonec základem pro novou verzi knihy.¹⁵¹ Prozatím jsem uvítal možnost načrtnout některé z nutných revizí, komentovat některé opakované kritiky a naznačit směr, jímž se v současné době vyvíjí mé vlastní uvažování.¹⁵²

Některé z klíčových potíží mého původního textu se soustředí okolo pojmu paradigmatu a mé úvahy proto těmito potížemi započnou.¹⁵³ V následující kapitole poukazují na to, zeje žádoucí oddělit

¹⁵⁰ Tento dodatek byl poprvé vypracován na návrh mého někdejšího studenta a dlouholetého přítele dr. Shigeru Nakayma z univerzity v Tokiu, aby byl zahrnut do japonského překladu knihy. Jsem mu vděčný za nápad, za trpělivost, s jakou na plody tohoto nápadu čekal, a za svolení k tomu, aby byl jeho výsledek zahrnut do anglického vydání.

¹⁵¹ V tomto vydání jsem se nepokoušel o systematický přepis a změny jsem omezil pouze na opravu některých tiskových chyb plus dvě pasáže, které obsahovaly izolované omyly. Jedna z nich se týká role Newtonových *Principu* ve vývoji mechaniky v osmnáctém století, druhá se týká odpovědi na krizi.

¹⁵² Další náznaky lze nalézt ve dvou mých nedávno uveřejněných esejích: *Reflection on My Critics*, in: I. Lakatos a A. Musgrav (vyd.), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge 1970 a *Second Thought on Paradigms*, in: F. Suppe (vyd.), *The Structure of Scientific Theories*, Urbana, III, 1970 nebo 1971, obojí v tisku. První z těchto esejů budu citovat jako *Reflections* a knihu, v níž je uveden, jako *Growth of Knowledge*. Na druhý esej se budu odvolávat jako na *Second Thoughts*.

¹⁵³ Zvláště tvrdou kritiku mého původního uvedení paradigmatu viz M. Masterman, *The Nature of a Paradigm*, in: *Growth of Knowledge* a D. Shapere, *The Structure of Scientific Revolutions*, in: *Philosophical Review*, LXXIII, 1964, str. 383-394.

tento pojem od pojmu vědeckého společenství, a naznačuji, jak by se to dalo provést. Uvažuji také o některých důležitých důsledcích takového analytického oddělení. Dále uvažuji o tom, co se stane, když se paradigma hledá tak, že se zkoumá chování členů *předem určeného* vědeckého společenství. Tento postup rychle ukáže, že ve většině textu se termínu „paradigma“ užívá ve dvou různých významech. Na jedné straně se vztahuje na celkovou konstelaci víry, hodnot, technik atd., kterou členové daného společenství sdílejí. Na druhé straně označuji tímto pojmem prvek jistého druhu této konstelace, konkrétní řešení hádanky, které - použito jako model či příklad - může nahradit explicitní pravidla a může být základem pro řešení ostatních hádanek normální vědy. První význam tohoto pojmu - nazvěme jej sociologickým - je předmětem druhé kapitoly, kapitola třetí je věnována paradigmátům jako vzorům dosažených vědeckých výsledků.

Z filosofického hlediska je druhý význam pojmu „paradigma“ hlubší a tvrzení, která na tomto významu stavím, jsou nejen hlavním zdrojem sporů a nepochopení, jež tato kniha vyvolává, ale zejména pramenem obvinění, že z vědy dělám subjektivní a iracionální podnik. Tyto problémy jsou uvedeny v kapitolách 4 a 5. První z nich ukazuje, že termíny jako „subjektivní“ a „intuitivní“ se nedají přiměřeným způsobem použít na složky poznání, které jsem popsal jako implicitně zahrnuté ve společně sdílených příkladech. Takové poznání však nemůže být v nezměněné formě vyjádřeno v rámci určitých pravidel a kritérií, je však nicméně poznáním systematickým, časem ověřeným a v jistém smyslu i opravitelným. V kapitole 5 tento argument používám na problém volby mezi dvěma neslučitelnými teoriemi a v závěru zdůrazňuji, že na člověka, který zastává neslučitelné stanovisko, je třeba pohlížet jako na člena odlišného jazykového společenství a že problémy komunikace je třeba analyzovat jako problémy jazykového překladu. V kapitolách 6 a 7 pojednávám o třech zbývajících problémech. Kapitola 6 se týká obvinění, že pohled na vědu, který je v mé knize rozvíjen, je skrzskrz relativistický. Sedmá kapitola začíná zkoumáním, zda má argumentace je skutečně zatížena (jak bylo řečeno) splynutím deskriptivního a normativního modu. Tento uzavírá stručná poznámka o tématu, jež by si zasloužilo samostatný esej: o míře, v jakém lze hlavní teze této knihy legitimně použít i na jiné oblasti mimo vědu.

1. Paradigmata a struktura společenství

Pojem „paradigma“ vstoupil na tyto stránky velmi záhy a způsob, jímž se tak stalo, má povahu pohybu v kruhu. Paradigma je to, co členové vědeckého společenství sdílejí, a naopak: vědecké společenství se skládá z lidí, kteří sdílejí nějaké paradigma. Ne každý pohyb v kruhu však musí být bludný (argumentaci podobné struktury budu v tomto dodatku ještě dále obhajovat), ale v našem případě je zdrojem skutečných obtíží. Vědecké společenství lze vymezit bez odvolání se na paradigma, poukazy lze odhalit prozkoumáním chování členů společenství. Kdyby tato kniha byla znovu přepisována, pak by začínala rozbořem struktury vědeckého společenství, tedy tématem, které se v nedávné minulosti stalo předmětem sociologického výzkumu a kterému se začínají věnovat také historikové vědy. Předběžné výsledky, mnohé dosud nezveřejněné, ukazují, že empirické techniky jejich získávání nejsou triviální, ale již existují, a že další techniky se již rozvíjejí.¹⁵⁴ Mnozí aktivní vědci odpovídají na otázku po své společenské příslušnosti bez zaváhání; mají pevně za to, že odpovědnost za různé současné obory je rozložena na skupiny nebo že je přinejmenším zhruba dána příslušností k těmto skupinám. Předpokládám však, že se dá nalézt systematictější způsob identifikace těchto skupin. Místo uvádění předběžných výzkumných výsledků mi budiž dovoleno stručně artikulovat intuitivně uchopený pojem společenství, obsažený v dřívějších kapitolách této knihy. Je to pojem, který dnes sdílejí mnozí vědci, sociologové a historikové vědy.

Podle tohoto názoru se vědecké společenství skládá z lidí, kteří provozují nějakou vědeckou odbornost. Všichni tito lidé prošli nějakým podobným výchovným procesem a byli uvedeni do oboru,

¹⁵⁴ W. O. Hagstrom, *The Scientific Community*, New York 1965, kap. IV. a V. D. J. Price - D. de B. Beaver, *Collaboration in an Invisible College*, in: *American Psychologist*, XXI, 1966, str. 1011-1018. D. Crane, *Social Structure in a Group of Scientists: A Test of the Invisible College's Hypothesis*, in: *American Sociological Review*, XXXIV, 1969, str. 335-352. N. C. Mullins, *Social Networks among Biological Scientists*, Ph. D. dissertation, Harvard University 1966 a *The Micro-Structure of an Invisible College: The Phage Group*, článek zasláný na výroční setkání American Sociological Association, Boston 1968.

oboje způsobem, který nemá ve většině jiných oborů obdobu. Během tohoto procesu vstřebali tutéž odbornou literaturu a získali z ní tatáž poučení. Hranice této standardní literatury obvykle vyznačují meze předmětu vědy, a každé společenství má zpravidla svůj vlastní předmět. Ve vědě existují školy, tedy společenství, která přistupují k témuž předmětu z jiných, navzájem neslučitelných stanovisek. Tento případ se však vyskytuje vzácněji, než je tomu v ostatních oborech: školy spolu navzájem soutěží a toto soutěžení je obvykle velmi rychle skončeno. Proto členové vědeckého společenství sami sebe považují- a jsou považováni i jinými-za lidi, kteří jedni jsou odpovědní za hledání určitého souboru společných cílů a za výcvik těch, kteří za těmito cíli půjdou. Uvnitř takové skupiny probíhá komunikace poměrně dokonale a odborné soudy jsou vesměs jednoznačné. Protože na druhé straně se pozornost ostatních vědeckých společenství soustřeďuje na odlišné problémy, je komunikace napříč liniemi vymezujícími tyto skupiny někdy obtížná. Často ústí v nedorozumění a někdy vyvolává vážné a nečekané neshody.

Společenství v tomto smyslu samozřejmě existují na mnoha úrovních. Nejobecnější je společenství všech přírodovědců. Pouze o stupínek níže představují hlavní vědecké odborné skupiny tato společenství: fyzikové, chemici, astronomové, zoologové, apod. V těchto velkých skupinách je již stanovena příslušnost ke společenství, ovšem s výjimkou hraničních případů. Proto, aby byl vědec jejich příslušníkem, zpravidla stačí být členem odborných společností a číst odborné časopisy. Podobně se vydělují také další velké podskupiny: organičtí chemici a mezi nimi třeba chemikové zabývající se proteiny, fyzici pevných látek nebo vysokých energií, radioastronomové a tak dále. Ale již na nejbližší nižší úrovni vystávají empirické problémy. Použijme příkladu ze současnosti: jak může někdo vyčlenit skupinu zaměřenou na bakteriofágy dříve, než se jí dostane všeobecného uznání? Chce-li tak někdo učinit, musí se odvolávat na účast na odborných konferencích, na rozesílání výtahů rukopisů nebo sloupcových obtahů ke zveřejnění a především na formální a neformální komunikační síť i na vazby, které se objevují v korespondenci a v citacích.¹⁵⁵ Myslím, že tuto práci je třeba vykonat a že

¹⁵⁵ E. Garfield, *The Use of Citation Data in Writing the History of Science*, Philadelphia (Institute of Scientific Information) 1964. M. M. Kesler, *Comparison of the Results of Bibliographic Coupling and Analytic Subject Indexing*, in:

vykonána bude, alespoň pokud jde o současnost a nejbližší dějinnou minulost. Takové typické společenství může čítat asi sto členů, někdy i mnohem méně. Jednotliví vědci - zvláště ti nejschopnější - obvykle přísluší k několika takovým skupinám, a to zároveň nebo postupně.

Vědecká společenství se v této knize ukázala být tvůrci vědeckého poznání a zárukou jejich platnosti. Paradigma je něco, co členové takových skupin vzájemně sdílejí. Bez zmínky o povaze sdílených prvků je možno mnohé dříve popsané stránky vědy pochopit jen stěží, jiné se sice pochopit dají, ale nejsou v nezávislé podobě uvedeny v mém původním textu. Má proto smysl, abychom učinili několik poznámek o souboru problémů vyžadujících popis samotné struktury společenství, dříve než se obrátíme přímo k problému paradigmatu.

Nejpalčivější z těchto problémů je to, co jsem v předchozím textu nazval přechodem od předparadigmatického k postparadigmatickému období ve vývoji vědeckého oboru. Tento přechod je načrtnut ve druhé kapitole. Než k tomuto přechodu dojde, soutěží navzájem mnoho škol o výsadní postavení v daném oboru. Po tomto přechodu, jako odezva na některé významné dosažené vědecké výsledky, se počet škol silně zmenší, zpravidla na školu jedinou, a nastane mnohem účinnější způsob provozování vědy. Ten je esoterický a zaměřený na řešení hádanek a jako skupinová práce je možný jen tehdy, když členové skupiny považují základy svého oboru za pevně dané.

Povaha přechodu k vyspělé vědě vyžaduje podrobnějšího rozboru, než jakého se jí dostává v této knize, a to od těch, kteří se zabývají vývojem současných společenských věd. Konečně může být užitečné zdůraznit, že tento přechod nemusí být (a myslím, že by ani neměl být) spojen s přijetím prvního paradigmatu. Členové všech vědeckých společenství, včetně škol „předparadigmatického“ období, sdílejí prvky, jež jsem označil jako „nějaké paradigma“. S přechodem k vyspělé vědě se nemění sama přítomnost paradigmatu, ale spíše jeho povaha. Řešení hádanek v rámci normálního výzkumu je možné pouze po této změně. O mnoha z těch charakteristických vlastností rozvinuté vědy, jež jsem spojoval s přijetím

American Documentation, XVI, 1965, str. 223-233. D. J. Price, *Networks of Scientific Papers*, in: *Science*, CIL, 1965, str. 510-515.

paradigmatu, bych proto měl pojednávat jako o důsledcích přijetí paradigmatu, které identifikuje hádanky jako výzvu k další práci, které poskytuje vodítka k jejich řešení a zaručuje, že skutečně chytrý vědec s nimi bude mít úspěch. Jen ti, kdo mají odvalu pozorovat, že jejich obor má paradigma, jen ti snad pocítí, že této změně padne za oběť cosi důležitého.

Druhý a přinejmenším z hlediska historie vědy důležitější problém se týká vzájemně jednoznačného ztotožnění vědeckého společenství a předmětu vědeckého zájmu tak, jak je implicitně podáno v této knize. Opakovaně jsem si totiž počínal, jakoby například „fyzikální optika“, „elektrina“ nebo „teplo“ musely být názvy vědeckých společenství jen proto, že jsou to názvy předmětů badatelského zájmu. Jediná možnost, kterou se můj text zdál skýtat, byla ta, že tyto předměty patří do společenství fyziky. Taková identifikace se však nedá ověřit, jak ostatně opakovaně zdůrazňovali moji kolegové z oblasti historie. Kupříkladu až do poloviny devatenáctého století neexistovalo žádné společenství fyziků a poté vzniklo sloučením částí dvou společenství do té doby oddělených, totiž matematiků a filosofů přírody (*physique expérimentale*). To, co je dnes předmětem zájmu jediného širokého společenství, bylo v minulosti rozptýleno rozličným způsobem mezi společenství různá. Jiné, užší předměty zájmu, například teplo a teorie hmoty, existovaly po dlouhá období, aniž by se staly oblastí působnosti nějakého jednoho určitého vědeckého společenství. Normální věda i revoluce jsou však činnosti založené na existenci společenství. Pokud je někdo chce analyzovat, musí podrobit rozboru struktury vědeckého společenství, které se navíc časem mění. Paradigma ovládá v první řadě skupinu odborníků - nikoli předmět jejich zájmu. Každé studium výzkumu směřujícího k paradigmatu nebo paradigma rozbíjejícího musí začínat nalezením odpovídající skupiny nebo skupin.

Přistupujeme-li k rozboru vývoje vědy tímto způsobem, pak se zdá, že některé z obtíží, jež se zdály být ohnisky naší kritické pozornosti, mizí. Mnozí komentátoři například použili teorii hmoty k tomu, aby ukázali, že kladu příliš silný důraz na jednomyslnost vědců, pokud jde o důvěru v nějaké paradigma. Zdůrazňují, že až do poměrně nedávné doby byla teorie hmoty předmětem neustálých neshod a debat. S tímto popisem souhlasím, ale nemyslím, že jde o protipříklad. Až do doby okolo roku 1920 nebyly teorie hmoty zvláštní oblastí působnosti vědy nebo zvláštním předmětem zájmu

žádného vědeckého společenství. Naopak, byly to nástroje mnoha odborných skupin. Členové různých skupin někdy volili různé nástroje a kritizovali volbu skupin druhých. Důležité je, že teorie hmoty není tématem, na kterém by se museli nutně shodnout členové alespoň jednoho společenství. Nutnost vzájemné shody závisí na tom, čím se společenství zabývá. V tomto ohledu může posloužit jako příklad chemie první poloviny devatenáctého století. Ačkoli se některé základní nástroje společenství - zákon stálých slučovacích poměrů, násobných poměrů a poměru molekulových hmotností - staly jako důsledky Daltonovy teorie atomů společným vlastnictvím, mohli chemikové sice zakládat svou práci na těchto nástrojích, ale přitom se leckdy velmi vehementně rozcházet v názoru na existenci atomů.

Věřím, že některé další obtíže a nedorozumění se vyřeší stejným způsobem. Z příkladů, které jsem zvolil, a z nejasného určení povahy a rozsahu dotyčných společenství někteří čtenáři této knihy usoudili, že mým prvotním a výlučným zájmem jsou velké revoluce spojené například se jmény Koperníka, Newtona, Darwina nebo Einsteina. Jasnější vymezení struktury společenství by však mohlo pomoci navodit poněkud jiný dojem. Revoluce je pro mne zvláštním druhem změny, která v sobě zahrnuje jistý druh rekonstrukce toho, čemu nějaká skupina důvěřuje. Nemusí však jít o velkou změnu a ani se tato změna nemusí zdát revoluční těm, kteří stojí mimo společenství. Může jít o skupinu, která se skládá z méně než pětadvaceti lidí. Právě tento druh změny, který je v literatuře filosofie vědy jen málo zachycen a rozebírán a který má i v tak malém oboru pravidelně revoluční charakter, si žádá pochopení více než změny kumulativní.

Jedna z posledních změn stanoviska úzce souvisí se změnou předchozí a snad nám ji pomůže pochopit. Mnozí kritikové pochybovali o tom, zda krize, ono společné uvědomění si, že něco není v pořádku, předchází revoluci tak pravidelně, jak vyplývá z mého původního textu. Avšak na tom, zda krize je nutnou podmínkou revoluce, nezávisí žádný z mých argumentů. Krize mají být obvykle předehrou k revolucím, mají poskytovat sebeopravný mechanismus, zajišťující, aby rigidita normální vědy nenarůstala bez jakýchkoli zpochybnění stále dál. Revoluce mohou být vyvolány i jinak, ale myslím, že tomu tak bývá zřídka. Chci nyní také zdůraznit to, co dosavadní nedostatečný rozbor struktury společenství zakryl: krize

nemusí být vyvolána prací společenství, které revoluci zakouší a které někdy prochází změnou. Nové nástroje - jako například elektronový mikroskop - nebo nové zákony - jako byly Maxwellovy -, které se vyvinuly v jednom oboru, mohou svým přijetím vyvolat změny v oboru jiném.

2. Paradigmata jako konstelace víry skupin

Obraťme nyní svou pozornost na paradigmata a ptejme se, co je vůbec umožňuje. Z mého původního textu již neplynou další skryté nebo důležité otázky. Jistý čtenář, který se mnou sympatizoval a který se mnou sdílel přesvědčení, že „paradigma“ je označení základního filosofického prvku mé knihy, vytvořil dílčí analytický index a dospěl k závěru, že tento pojem je použit nejméně dvaceti dvěma různými způsoby.¹⁵⁶ Podle něj většina těchto rozdílů spočívá ve stylistické nedůslednosti (např. Newtonovy zákony jsou někdy paradigmatickým, někdy částí paradigmatu, a někdy jsou paradigmatická), a ta může být poměrně snadno odstraněna. Ale i po takové redakční práci zůstanou dvě vzájemně naprosto rozdílná použití tohoto termínu, a ta si žádají vzájemného rozlišení. Obecnější z těchto dvou použití je tématem této kapitoly, druhé použití bude pojednáno v kapitole příští.

Pokud by někdo pomocí právě zmíněného postupu izoloval určité společenství odborníků, mohl by se příhodným způsobem zeptat: Co to je, co sdílejí členové tohoto společenství a co přispívá k jejich poměrně dokonalé odborné komunikaci a jednomyslnosti jejich odborných soudů? Můj původní text si činí nárok odpovědět na tuto otázku a odpověď zní: Je to paradigma či soubor paradigmat. Ale v tomto případě je na rozdíl od níže uvedeného příkladu termín paradigma nevhodný. Vědci by odpověděli, že sdílejí určitou teorii nebo řadu teorií a byl bych rád, kdyby se nakonec tento termín používal právě v tomto smyslu. Avšak „teorie“ ve smyslu běžně užívaném ve filosofii vědy znamená strukturu, která co do své povahy a sféry působnosti je omezena mnohem více než teorie, jak jí rozumíme my. Abychom zabránili zmatkům, přijmeme jiný termín do doby, než bude termín původní osvobozen od svých obvyklých

¹⁵⁶ M. Masterman, cit. d.

vedlejších významů. Pro tento účel navrhuji termín „disciplinární matice“. „Disciplinární“ proto, že odkazuje na nějaké společné vlastnictví odborníků v určité disciplíně, „matice“ proto, že se skládá z uspořádaných prvků různého druhu, z nichž každý je třeba dále specifikovat. Všechny předměty víry skupiny, z nichž můj původní text dělá paradigmata, části paradigmat, nebo které označuje jako paradigmatická, nebo alespoň většina z nich, jsou součástmi disciplinární matice a jako takové tvoří jeden celek a fungují pohromadě. Dále už o nich nebudeme jednat, jakoby šlo o jeden celek. Nebudu se zde pokoušet o nějaký úplný výčet, ale vyznačením hlavních druhů součástí disciplinární matice zároveň vyjasním své nynější stanovisko a připravím si další hlavní téma.

Jeden z důležitých druhů součástí matice budu označovat jako „symbolická zobecnění“. Mám na mysli výrazy, které členové skupiny používají bez problémů či námitek, výrazy, které lze lehce vyjádřit logickou formou jako třeba $(x)(y)(z) \langle \checkmark \rangle (x, y, z)$. Jsou to formální a snadno formalizovatelné součásti disciplinárních matic. Někdy je můžeme nalézt již v symbolické formě: $\neq ma$ nebo $\neq V/R$. Jiné jsou obvykle vyjádřeny slovně: „prvky se vzájemně slučují v pevných poměrech svých hmotností“ nebo „akce je rovna reakci“. Kdyby nebyly podobné výrazy všeobecně přijímány, pak by neexistoval bod, ve kterém by členové skupiny mohli při řešení hádanek použít své výkonné techniky logických či matematických postupů. Případ taxonomie ukazuje, že normální věda sice může postupovat vpřed i s několika málo takovými výrazy, ale že její výkon vzrůstá s počtem symbolických zobecnění, která mají odborníci k dispozici.

Tato zobecnění vypadají jako přírodní zákony, ale pro členy skupiny nemají pouze tuto jedinou úlohu. Přesto tomu tak někdy je, jako například v případě Joule-Lenzova zákona: $H = RP$. Když byl tento zákon objeven, členové společenství již věděli, co označují H , R a I , a tato zobecnění jim jednoduše říkala něco o chování tepla, elektrického proudu a odporu, veličinách, které již předtím znali. Dřívější rozbory v textu však ukazují, že symbolická zobecnění častěji slouží zároveň v jiné, druhé funkci, která se zase v rozborech filosofů vědy od funkce první zpravidla ostře odděluje. V podobě jako $\neq ma$ nebo $\neq V/R$ fungují zčásti jako zákony, ale zčásti také jako definice některých ze symbolů, jež v sobě zahrnují. Rovnováha mezi jejich zákonodárnou a definiční silou se v průběhu času pře-

souvá. Tento bod by měl být podrobněji rozebrán jinde, protože povaha víry v zákon a v definici je zcela odlišná. Složky zákonů se mají opravit, ale u definic, které jsou tautologiemi, to možné není. Například přijetí Ohmová zákona vyžadovalo částečně nové definice „proudu“ i „odporu“. Kdyby tyto termíny znamenaly i nadále totéž co dříve, Ohmův zákon by nebyl správný. Proto také vyvolal Ohmův zákon takový tuhý odpor, zatímco například Joule-Lenzův zákon nikoli.¹⁵⁷ Možná, že tato situace typická. V současné době si

myslím, že všechny revoluce zahrnují - mimo jiné - opuštění všech zobecnění, jejichž síla v minulosti alespoň zčásti spočívala na tautologiích. Ukázal Einstein skutečně, že současnost je relativní, nebo pozměnil samotný význam současnosti? Dá se říci, že ti, kteří ve spojení: „relativita současnosti“ viděli paradox, se prostě mylili?

Uvažujme nyní o další části disciplinární matice, o části, o které bylo již mnoho řečeno v mém původním textu pod tituly jako: „metafysická paradigma“ nebo „metafysické části paradigmata“. Měl jsem na mysli společné odevzdání se víře v tvrzení jako: „teplo je kinetická energie částí, z nichž se skládá těleso“, „všechny jevy, jež je možno vnímat, spočívají v interakci atomů ve vakuu nebo v interakci mezi hmotou a silou nebo mezi poli“. Kdybych nyní přepisoval svou knihu, pak bych takovou důvěru popsal jako víru v určité modely a kategorii modelů bych rozšířil tak, že by zahrnovala také poměrně heuristický soubor jevů. Na elektrický obvod je možno pohlížet jako na ustálený hydrodynamický systém, molekuly plynu se chovají jako malinké, náhodně se pohybující pružné kulečkové koule. I když se však síla skupinové důvěry mění v širokém spektru od modelů heuristických až po ontologické - což má své netriviální důsledky - mají všechny modely podobnou funkci. Zásobují mimo jiné skupinu určitými preferovanými nebo přípustnými analogiemi a metaforami. Tím pomáhají určovat, co má být přijato jako vysvětlení a řešení hádanky. Na druhé straně pomáhají při určování soupisu nevyřešených hádanek a při hodnocení jejich důležitosti. Poznamenejme však, že členové vědeckých společenství nemusí sdílet heuristické modely, i když tomu tak často je. Již jsem

¹⁵⁷ Důležité části této události viz T. M. Brown, *The Electric Current in Early Nineteenth-Century French Physics*, in: *Historical Studies in the Physical Sciences*, I, 1969, str. 61-103 a M. Schagrin, *Resistance to Ohm's Law*, in: *American Journal of Physics*, XXI, 1963, str. 536-547.

zdůraznil, že členství ve společenství chemiků první poloviny devatenáctého století nevyžadovalo nutně víru v existenci atomů.

Třetí druh prvků disciplinární matice zde budu popisovat jako hodnoty. Hodnoty jsou mezi rozdílnými společenstvími sdíleny obvykle v mnohem širší míře než symbolická zobecnění nebo modely. Proto důležitým způsobem vytvářejí v celku společenství přírodovědců pocit sounáležitosti. I když fungují neustále, nabývají na zvláštní důležitosti tehdy, když členové některého společenství identifikují nějakou krizi, nebo když volí mezi vzájemně neslučitelnými způsoby provozování nějakého oboru. Snad nejhloběji se hodnoty týkají předpovědí: měly by být přesné, kvantitativní předpovědi mají přednost před kvalitativními, hranice chyb v dané oblasti je třeba dodržovat a tak dále. také však existují hodnoty, jichž se používá při posuzování celých teorií. Zaprvé a především musí teorie umožnit hádanku formulovat a vyřešit. Tam, kde je to možné, musí být jednoduché, samy v sobě bezrozporné a vnitřně soudržné, přijatelné a slučitelné s teoriemi ostatními, právě rozvíjenými. Myslím, že slabost mého původního textu spočívá v tom, že je v něm při uvažování zdrojů krize a faktorů působících při výběru teorií malá pozornost věnována hodnotám, jako je vnitřní nebo vnější soudržnost. Existují také jiné druhy hodnot - věda by například měla (nebo neměla) být společensky užitečná - ale předchozí ukázka snad naznačila, co jsem měl na mysli.

Jedna stránka společně sdílených hodnot však vyžaduje zvláštní úvahu. Hodnoty mohou sdílet i lidé, kteří se vzájemně liší v jejich aplikaci. To platí pro hodnoty mnohem více než pro jiné části disciplinární matice. Určení přesnosti je při přechodu od jednoho období k druhému, od jednoho člena jisté skupiny k jinému jejímu členu poměrně stálé - i když ne úplně. Ale při stanovování stupně jednoduchosti, soudržnosti, přijatelnosti atd. se často velmi liší od jednotlivce k jednotlivci. To, co bylo pro Einsteina tak neúnosnou nedůsledností ve staré kvantové teorii, že znemožňovala další pokračování normální vědy, bylo pro Bohra a jiné nespásné, u které se dalo předpokládat, že se podaří ji během normální práce odstranit. Zvláště významné je, že v situacích, kdy je třeba použít hodnot, mohou různé hodnoty vést často k různým volbám. Jedna teorie může být sice přesnější, ale méně soudržná nebo méně přijatelná než jiná. V tomto ohledu poskytuje opět příklad stará kvantová teorie. Stručně řečeno, i když vědci do značné míry sdílejí hodnoty a i když

důvěra v tyto hodnoty je ve vědě hluboce zakořeněna a je pro ni základní, aplikace hodnot je někdy značně ovlivněna individuálními rysy vědecké osobnosti a průběhem její vědecké praxe. V obojím se členové skupiny vzájemně liší.

Pro mnohé čtenáře se tato charakteristika fungování sdílených hodnot, podaná v předcházejících kapitolách, zdá být v mém stanovisku velkou slabinou. Tvrdím, že to, co vědci sdílejí, nestačí k dosažení jednoznačného souhlasu v takových věcech, jako je volba mezi soutěžícími teoriemi nebo rozlišení mezi anomálií běžnou a takovou, která vyvolává krizi. Jsem proto někdy obviňován, že oslavuji subjektivitu nebo dokonce iracionalitu.¹⁵⁸ Taková reakce však nebere v úvahu dvě stránky, jimiž se vyznačují hodnotové soudy, a to ve všech oblastech. Zaprvé, sdílené hodnoty mohou být důležitým určujícím prvkem chování skupiny i v případech, že je její členové nepoužívají stejným způsobem. (Kdyby tomu tak nebylo, pak by teorie hodnot nebyla *speciálním* problémem filosofie nebo estetiky.) Lidé sice nemalovali po všechna období stejným způsobem, kdy byla věrnost zobrazení prvotní hodnotou, ale vývojové schéma výtvarného umění se drasticky změnilo ve chvíli, kdy byla tato hodnota opuštěna.¹⁵⁹ Představme si, co by se stalo s vědou, kdyby její soudržnost přestala být prvořadou hodnotou. Za druhé, je možné, že individuální rozdíly v jednotlivých aplikacích hodnot mají ve vědě podstatnou funkci. Okamžiky, v nichž je třeba použít hodnot, jsou zároveň chvílemi, v nichž je třeba riskovat. Většina anomálií se vyřeší normálním způsobem. Mnohá tvrzení a mnohé nové teorie se ukáží být nesprávné. Kdyby všichni členové společnosti reagovali na každou anomálii jako na zdroj krize, nebo kdyby se chopili každé nové teorie, kterou jejich kolegové rozvinou, pak by nastal konec vědy. Kdyby na druhé straně nikdo nereagoval na anomálie nebo zbrusu nové teorie způsobem vysoce riskantním, pak by existovalo jen velmi málo revolucí, nebo by nebyly žádné. V podobných případech může být použití sdílených hodnot pro společenství způsobem, jak rozložit rizika a zajistit dlouhodobý

¹⁵⁸ Viz zvláště D. Shapere, *Meaning and Scientific Change*, in: *Mind and Cosmos, Essays in Contemporary Science and Philosophy*, The University of Pittsburgh Series in the Philosophy of Science, HI, Pittsburgh 1966, str. 41-85, I. Scheffler, *Science and Subjectivity*, New York 1967 a eseje sira K. Poppera a I. Lakatose v *Growth of Knowledge*.

¹⁵⁹ Viz pojednání na začátku XIII. kapitoly.

úspěch své činnosti spíše než při použití pravidel, jimiž se řídí individuální výběr.

Obraťme svou pozornost na čtvrtý druh prvku disciplinární matice. Existují ještě další, avšak tento druh je poslední, o kterém zde budu hovořit. Pro tento prvek je termín „paradigma“ zcela příhodný, a to jak z hlediska filologického, tak autobiografického. Právě tato část sdíleného přesvědčení mne zprvu vedla k volbě tohoto termínu. Protože tento termín již ožil vlastním životem, budu jej zde nahrazovat slovem „vzor“. Zpočátku jím budeme označovat určitá řešení problému, s nimiž se studenti setkávají od počátku své vědecké výchovy, v laboratořích, při zkouškách nebo v závěrečných kapitolách vědeckých textů. K těmto sdíleným vzorům se však dají přidat alespoň některá řešení technických problémů, uvedená v periodické literatuře, se kterou se vědci po ukončení své výchovy v průběhu své vědecké kariéry setkávají a která jim také názorně ukazuje, jak je třeba tu kterou práci dělat. Rozdíly mezi soubory vzorů určují jemnou strukturu vědy více než jiné druhy součástí disciplinární matice. Všichni fyzikové se například zpočátku učí stejným vzorům: problémům jako nakloněná rovina, kuželové kyvadlo, Keplerovy oběžné dráhy, nástrojům jako nonius, kalorimetr nebo Wheatstonův můstek. Avšak spolu s rozvíjející se výchovou jsou postupně společně sdílená symbolická zobecnění stále více dokládána názornými příklady rozdílných vzorů. Přesto, že Schrödingerovu rovnici sdílejí fyzici pevných látek s fyziky teorie pole, mají obě skupiny společně jen její nejelementárnější aplikace.

3. Paradigmata jako sdílené vzorové příklady

Paradigmata jako sdílené příklady jsou ústředním prvkem toho, co v dané chvíli považuji za nejzávažnější a nejméně pochopený aspekt této knihy. Vzory si proto žádají více pozornosti než jiné druhy částí disciplinárních matic. Filozofové vědy zpravidla nejednají o problémech, s nimiž se setkávají studenti v laboratorích nebo ve studijních textech, protože tyto problémy se považují za něco, co poskytuje pouze praktickou stránku studentských poznatků. Říká se, že student vůbec nemůže řešit problémy, dokud se nenaučí teorii a některá pravidla o jejích aplikacích. Vědecké poznání spočívá v teorii a v pravidlech. Problémy slouží k tomu, aby člověk získal

obratnost v aplikaci teorie a pravidel. Snažil jsem se však ukázat, že takové pojetí kognitivního obsahu vědy je nesprávné. Když student vypracuje mnoho problémových úloh, pak řešením dalších získává pouze na zručnosti. Zpočátku a ještě nějaký čas potom je však proces vypracovávání problémových úloh zároveň činností, při které člověk získává další poznatky o přírodě. Bez vzorových příkladů by zákony a teorie, které se člověk dosud naučil, měly pouze velmi malý empirický obsah.

Abych naznačil, co mám na mysli, vrátím se nyní krátce k symbolickým zobecněním. Jedním z rozšířených vzorových příkladů je Newtonův druhý pohybový zákon, obecně zapisovaný ve tvaru: $F = ma$. Sociolog nebo lingvista, který by zjistil, že odpovídající výraz je bez problémů vyslovován a používán členy daného společenství, by bez dalších výzkumů nemohl zjistit, co tento výraz a v něm obsažené termíny znamenají a jak vědci určitého společenství tento výraz používají na přírodu. Skutečnost, že jej všichni bez problémů přijímají a používají jako bod, z něhož vycházejí logické a matematické postupy, sama o sobě ještě neznamená, že všichni jsou zajedno ve významu či v aplikacích tohoto výrazu. Jistěže spolu v tomto ohledu vědci do značné míry souhlasí, nebo tento souhlas rychle vyplyne z jejich diskuse. Ale člověk si může docela dobře položit otázku, v jakém smyslu a jak k tomu dospěli. Odkud se naučili vybírat si v dané experimentální situaci odpovídající sílu, hmotu a zrychlení?

I když v praxi si této stránky *všimáme* pouze zřídka nebo spíše nikdy, to, čemu se studenti učí, je ještě složitější. Vůbec tomu není tak, že se logické a matematické postupy aplikují přímo na $F = ma$. Tento výraz se při bližším zkoumání ukáže být jen náčrtem nebo schématem zákona. Přejít-li student nebo vědec od jedné problémové situace k druhé, mění se také symbolická zobecnění, na která aplikuje zmíněné postupy. V případě volného pádu se ze vzorce

$F = ma$ stane $mg = m \cdot d^2s/dt^2$, u jednoduchého kyvadla se pak změní ve

$Mg \sin \alpha = -m \cdot d^2O/dt^2$; u dvojice vázaných harmonických oscilátorů dostaneme dvě rovnice, z nichž první se dá napsat ve tvaru: $m_1 \cdot d^2s_1/dt^2 + k_1s_1 = k_2(s_2 - s_1 + d)$. Ve složitějších situacích, jako je napří-

klad setrvačnick, dostáváme formy, v nichž je těžké odhalit jakoukoli příbuzenskou podobnost s $F = ma$. Když se student učí identifikovat sílu, hmotnost a zrychlení v mnoha fyzikálních situacích, s nimiž se dosud nesetkal, pak se učí také navrhnout vhodné verze $F = ma$, jimiž se dají tyto veličiny uvést do správného vztahu, a to přesto, že se dosud nikdy s takovými verzemi nesetkal. Jak se tomu naučil?

Vodítko poskytne jev, který je znám jak studentům, tak historikům přírodovědy. Studenti zpravidla říkají, že nějakou kapitolu svého textu přečetli, dokonaleji porozuměli, ale přesto mají problémy s řešením mnoha úloh na jejím konci. Tyto obtíže se také vyřeší zpravidla jedním a týmž způsobem. Student se naučí, ať už za pomoci učitele nebo bez ní, dívat se na problém *jako* na problém, s nímž se již setkal. Tím, že vidí podobnosti, že pochopí analogii mezi dvěma nebo více odlišnými problémy, může uvést symboly do vzájemného vztahu a použít je na přírodu způsobem, který se již dříve ukázal účinný. Náčrt zákona, jako je například $F = ma$, fungoval jako nástroj, který informoval studenta o podobnostech, po nichž se má dívat; vyznačil *Gestalt*, v němž je třeba se na situaci dívat. Výsledná schopnost vidět rozmanité situace jako navzájem podobné, jako předmět $F = ma$ nebo nějakého jiného symbolického zobecnění, je podle mého názoru to hlavní, co si student osvoji při vypracovávání vzorových příkladů problémů, ať už za pomoci papíru a tužky, nebo v dobře vybavené laboratoři. Poté, co student vypracuje jistý počet vzorových příkladů - tento počet se může měnit od člověka k člověku -, vidí situaci před sebou jako vědec: ve stejném *Gestalt* jako ostatní členové odborné skupiny. Už to pro něj nejsou stejné situace, s jakými se setkal na začátku svého výcviku. Mezitím si osvojil jistý způsob pohledu vlastní určité skupině, způsob prověřený časem.

Role osvojených vztahů podobnosti se jasně ukazuje v průběhu dějin vědy. Vědci řeší hádanky tak, že je modelově přizpůsobují předchozím řešením hádanek, často bez nejmenšího odvolání se na symbolická zobecnění. Galileo zjistil, že kulička, která se valí dolů po nakloněné rovině, získá právě takovou rychlost, aby vystoupila do stejné výše na druhé nakloněné rovině libovolného sklonu. Naučil se dívat na tuto experimentální situaci jako na kyvadlo, které má místo závaží hmotný bod. Huyghens pak vyřešil problém středu kmitů fyzikálního kyvadla pomocí představy, že

těleso konečných rozměrů se skládá z galileovských kyvadel/bodů a že vazby mezi těmito body se dají uvolnit v kterémkoli bodě kmitu. Po uvolnění vazeb by jednotlivé body/kyvadla kmitaly volně, ale jejich společné těžiště by v okamžiku, kdy by všechny dosáhly svého nejvyššího bodu, vystoupilo pouze do té výšky, z níž začalo těžiště kyvadla konečných rozměrů padat, podobně jako tomu bylo u Galileova kyvadla. Konečně Daniel Bernoulli objevil podobnost mezi proudem vody vytékajícím z ústí nádoby a Huyghensovým kyvadlem tak, že určil pokles těžiště vody v nádrži a ve výtokové trubici za nekonečně krátký časový úsek. Pak si představil, že každá částice vody se pohybuje nezávisle až do maximální výše, jež se dá dosáhnout při rychlosti, kterou získá během tohoto časového úseku. Výškový posun těžiště jednotlivé částice musí být roven poklesu těžiště vody v nádrži a výtokové trubici. Z tohoto způsobu pohledu pak rázem vyplynula dlouho hledaná rychlost výstupního proudu kapaliny.¹⁶⁰

Tento příklad snad vyjasnil, co mám na mysli, hovořím-li o tom, že na problémech se člověk učí vidět podobnost mezi situacemi. Současně bych chtěl ukázat, proč hovořím o dalším, vedlejším poznávání přírody, které člověk získává během procesu učení se vztahům podobnosti a které je spíše součástí způsobu pohledu na fyzikální situace než pravidel či zákonů. Tři problémy, které jsem v příkladu uvedl, jsou do jednoho vzory mechaniky devatenáctého století a rozvíjejí jediný přírodní zákon. Pod titulem „princíp *viv*“ obvykle zní: „Skutečný pokles je roven potenciálnímu výstupu.“ Bernoulliho aplikace tohoto zákona ukazuje, jaké vedlejší důsledky může mít. Samotné slovní vyjádření zákona je však ve skutečnosti neplodné. Ukážete-li je dnes nějakému studentu fyziky, bude vědět, co znamenají určitá slova a bude znát všechny tyto problémové úlohy, ale bude se jimi zabývat jiným způsobem. Pak si představte, co tato slova - i když byla dobře známa - říkala lidem, kteří tyto problémové úlohy neznali. Pro takového člověka by

¹⁶⁰ «» Příklad viz R. Dugas, *A History of Mechanics*, přel. J. R. Maddox, Neuchâtel 1955, str. 135-136 a 186—193. D. Bernoulli, *Hydrodynamica, sive de viribus et motibus fluidorum, commentarii opus academicum*, Strasbourg 1738, oddíl III. Mira pokroku, které bylo v první polovině devatenáctého století dosaženo vzájemným modelovým přizpůsobením řešení problémů viz C. Truesdell, *Reactions of Late Baroque Mechanics to Success, Conjecture, Error, and Failure in Newton's Principia*, in: *Texas Quarterly*, X, 1967, str. 238-258.

zobecnění mohlo mít význam jen tehdy, kdyby se naučil poznávat „skutečný pokles“ a „potenciální výstup“ jako složky přírody, to jest naučil se něčemu, co zákon předchází, něčemu o situaci, která v přírodě může nebo nemůže nastat. Toto poučení nezískává slovními prostředky, ale tak, že kromě určitých slov existují i konkrétní příklady, jak tato slova fungují při konkrétních příkladech. Přírodě i slovům se učíme dohromady. Mám-li si vypůjčit znovu jednu z výstižných vět Michaela Polanyiho, pak bych řekl, že výsledkem tohoto procesu je „tiché poznání“, které získáváme spíše tak, že vědu děláme, než abychom si osvojovali pravidla toho, jak ji provozovat.

4. Tiché poznání a intuice

Zmínky o tichém poznání a současném odmítnutí pravidel vymezují problém, který zlobil mnohé z mých kritiků a který se zdál poskytovat půdu pro obvinění ze subjektivismu a z iracionality. Někteří čtenáři měli pocit, že se snažím učinit vědu závislou spíše na neanalyzovatelné intuici jedince než na logice a na zákonech. Taková interpretace je však mylná ve dvou podstatných ohledech. Za prvé, hovořím-li o intuici, není to intuice individuální. Spíše je to ověřované a společné vlastnictví členů úspěšné skupiny a nováčkové toto vlastnictví získávají výcvikem jako součást své přípravy na členství ve společenství. Za druhé, intuice není v principu neanalyzovatelná. Naopak, v současné době provádím pokusy s počítačovým programem navrženým tak, aby na elementární úrovni zkoumal vlastnosti intuice.

O tomto programu zde nebudu nic dalšího uvádět,¹⁶¹ ale zmínka o něm by mohla předeslat mou nejdůležitější myšlenku. Hovořím-li o poznání spočívajícím na sdílených vzorových příkladech, pak neodkazuji na nějaký méně systematický nebo méně analyzovatelný modus poznání než ten, který spočívá na pravidlech, zákonech nebo kritériích identifikace. Naopak, mám na mysli způsob vědění, který, kdyby měl být rekonstruován v rámci pravidel získávaných nejprve ze vzorových příkladů a posléze fungujících místo nich, by byl konstruován špatně. Nebo, mám-li totéž vyjádřit jiným způsobem:

¹⁶¹ Některé informace o tomto tématu lze nalézt v *Second Thoughts*.

mluvím-li o schopnosti rozpoznat v dané situaci podobnost či nepodobnost situacím jiným, dosud nevídaným, schopnosti získané z vzorových příkladů. Neprosazuji tu nějaký postup, který by nebyl v rámci neurocerebrálních mechanismů potenciálně zcela vysvětlitelný. Tvrdím však, že toto vysvětlení už ze své povahy neodpovídá na otázku: „Podobné čemu?“ Tato otázka je voláním po pravidlu, v tomto případě po kritériu, kterým se určité situace shlukují do souborů podobnosti, a tvrdím, že pokušení hledat takové kritérium (nebo alespoň úplný soubor situací) by v tomto případě měl člověk odolat. Nejsem odpůrcem systému všeobecně, ale odpůrcem systému zcela zvláštního druhu.

Mám-li vyjádřit podstatu této myšlenky, musím udělat malou odbočku. To, co bude následovat, se mí dnes zdá být zřejmé, ale neustálé odkazování na věty jako „svět se mění“ naznačuje, že tomu tak vždy nebylo. Stojí-li dva lidé na stejném místě a vyhlížejí-li stejným směrem, pak nechceme-li být obviněni ze solipsismu, musíme dojít k závěru, že se jim oběma dostává velmi podobných podnětů. (Pokud se oba podívají na totéž místo, pak jsou tyto podněty totožné.) Ale lidé nevidí podněty. Naše znalosti podnětů jsou vysoce teoretické a abstraktní. Místo toho mají lidé vjemy a nemáme žádný důvod předpokládat, že vjemy našich dvou pozorovatelů jsou stejné. (Pochybovači se mohou rozpomenout na to, že barvoslepost nebyla známa, dokud ji John Dalton v roce 1794 nepopsal.) Naopak, mezi přijetím podnětu a uvědoměním si vjemu se odehrává mnoho nervových procesů. Mezi těmi několika málo skutečnostmi, které o tomto ději s jistotou víme, je i ta, že tentýž vjem může být vyvolán i zcela odlišnými podněty a že cesta od podnětu ke vjemu je zčásti podmíněna také výchovou. Jedinci, kteří vyrostli v odlišných společnostech, se někdy chovají jakoby viděli odlišné věci. Kdybychom nepodléhali pokušení přiřadit jednoznačně podnět ke vjemu, pak bychom mohli uznat, že tomu tak skutečně je.

Všimněme si nyní, že dvě skupiny, jejichž členové mají při přijetí stejného podnětu systematicky rozdílné vjemy, *v jistém smyslu* žijí v odlišných světech. Abychom vysvětlili naše vnímání světa, postulujeme existenci podnětů a zároveň jejich neměnnost proto, abychom zabránili individuálnímu a společenskému solipsismu. Proti oběma postulátům nemám nejmenší výhrady. Naš svět se však neskládá pouze z podnětů, nýbrž také z předmětů vnímání, a tyto předměty nemusí být pro všechny jedince a pro všechny skupiny stejné.

Máme však samozřejmě důvod předpokládat, že jsou stejné potud, pokud jedinci patří k téže skupině a v ní sdílejí společně vzdělání, jazyk, zkušenosti a kulturu. Jak jinak bychom měli pochopit šíři jejich komunikace a jednotnost reakcí jejich chování na prostředí? Musí tomu být tak, že vidí věci - zpracovávají podněty - stejným způsobem. Tam, kde se začínají skupiny specializovat a lišit, však podobný důkaz neměnnosti vjemů již nemáme. Domnívám se, že právě naše omezenost nás vede k předpokladu, že cesta od podnětu ke vjemu je u všech členů všech skupin stejná.

Všimněme si nyní vzorů a pravidel. To, co jsem se snažil - i když na poněkud předběžné úrovni - tvrdit, je toto: Jeden ze základních postupů, jimiž se členové nějaké skupiny - ať už jde o celou kulturu, nebo odbornou podskupinu v nějaké kultuře - učí vidět stejnou věc, když jsou vystaveni stejnému podnětu, je ten, že se jim ukazují vzorové příklady situací, které se již jejich předchůdci naučili vidět jako vzájemně podobné a odlišné od situací jiných druhů. Tyto podobné situace mohou být například postupnými smyslovými prezentacemi téhož jedince - například matky, kterou člověk posléze rozeznává jako něco, co je na první pohled odlišné od otce či sestry. Mohou to být prezentace členů nějaké přirozené skupiny, třeba labutí na jedné straně a hus na straně druhé. Nebo - u členů specializovanějších skupin - to mohou být vzorové příklady newtonovských situací, tedy situací, které jsou všechny verzi symbolické formy $F = ma$ a které se liší od situací, v nichž se užívají například schémata zákonů optiky.

Předpokládejme na chvíli, že něco takového přeci jen nastává. Měli bychom však říci, že to, co ze vzorových příkladů získáme, jsou pravidla a schopnost tyto pravidla aplikovat? Takový popis je svůdný, protože náš pohled na situaci jakoby podobnou situaci jiné, s níž jsme se již setkali, musí pro nás být výsledkem nervových pochodů, jež se plně řídí fyzikálními a chemickými zákony. V tomto smyslu platí, že jakmile jsme se tomuto postupu jednou naučili, musí být pro nás naprosto systematický - stejně jako tlukot našeho srdce. Tento příměr zároveň naznačuje, že poznání podobnosti může probíhat také nedobrovolně, že může jít o proces, nad kterým nemáme vládu. Je-li tomu tak, pak jej nemůžeme dosti dobře považovat za něco, co ovládáme použitím pravidel a kritérií. Pokud bychom o něm tak hovořili, pak by z toho plynulo, že máme k dispozici nějaké dostupné alternativy, například ty, že můžeme být neposlušni

pravidel, můžeme nepoužít kritéria, nebo že můžeme experimentovat s nějakým jiným způsobem pohledu na věc.¹⁶² Právě to jsou podle mne věci, které nelze provést.

Přesněji řečeno je nemůžeme provést až do okamžiku, kdy poté, co jsme měli nějaký vjem, si tento vjem uvědomíme. Teprve pak často hledáme nějaké kritérium, abychom je použili. Pak se můžeme pustit do interpretace, uvážlivého postupu, v němž volíme mezi možnostmi, což jsme v případě vjemu nemohli. Kupříkladu může být na tom, co jsme viděli, něco divného (vzpomeňme si na příklad s hracími kartami). Zahneme za roh a vidíme, jak naše matka vstupuje do obchodu ve chvíli, kdy si myslíme, že je domá. Když uvažujeme o tom, co jsme viděli, náhle zvoláme: „To nebyla matka, protože ta nemá rusé vlasy!“ Když vstoupíme do obchodu a znovu se na onu ženu podíváme, nemůžeme pochopit, jak jsme ji mohli považovat za matku. Nebo třeba vidíme ocasní pera nějakého vodního ptáka trčet ode dna mělké vodní nádrže. Je to labuť nebo husa? Uvažujeme o tom a v duchu srovnáváme ocasní pera labutě a husy s těmi, která jsme právě viděli. Nebo jsme třeba průkopnickí vědci a chceme znát některé obecné rysy přirozené třídy, kterou již umíme snadno rozeznávat (například bělost labutě). Opět uvažujeme o tom, co jsme předtím viděli a hledáme, co mají členové dané třídy společného.

To vše jsou promyšlené postupy, v nichž se snažíme nalézt a rozvinout kritéria a pravidla. Snažíme se totiž interpretovat vjem, který je již dán, analyzovat to, co je již dané. Procesy, které se tohoto děje účastní, musí být koneckonců nervové povahy, a proto se řídí stejnými *fyzikálně-chemickými* zákony jako vnímání na jedné straně a tlukot našeho srdce na straně druhé. Skutečnost, že se náš systém ve všech třech případech řídí stejnými zákony, nám však nedává důvod předpokládat, že naše nervové ústrojí naprogramováno tak, aby pracovalo stejným způsobem při interpretaci jako při vnímání nebo při tlukotu srdce. V této knize jsem chtěl proto odporovat

¹⁶² O tomto problému bychom se nikdy nemuseli zmiňovat, kdyby všechny zákony vypadaly jako Newtonovy a všechna pravidla jako Desatero přikázání. V takovém případě by veta „porušení zákona“ byla nesmyslem a odmítnutí pravidla by nemuselo vést nutně k procesu, který se neřídí žádným zákonem. Naneštěstí je tomu tak, že pravidla silničního provozu a podobné legislativní výtvořiny se dají porušovat, což snadno vede k mýlce.

pokusu - který se traduje od Descarta, ale který se dříve nevyskytl - analyzovat vjem jako proces interpretace, jako neuvědomělou verzi toho, co děláme poté, když se nám dostalo nějakého vjemu.

Ucelenost vnímání je třeba zdůraznit samozřejmě proto, že v nervovém ústrojí, které přeměňuje podněty ve vjemy, je zakotvena velká část naší minulé zkušenosti. Vhodně naprogramovaný mechanismus vnímání je schopen přežít. Říkám-li, že členové rozdílných skupin mohou mít jiné vjemy tam, kde jsou vystaveni stejným podnětům, pak to neznamená, že musí mít vůbec nějaké vjemy. Je mnoho prostředí, v nichž by nemohla přežít skupina neschopná odlišit vlky od psů. také skupina jaderných fyziků by dnes nepřežila jako vědecká skupina, kdyby nebyla schopna rozeznat stopy alfa částic a elektronů. Je tomu tak právě díky těm několika málo způsobům pohledu na věc, které právě proto, že úspěšně prošly testy v určité skupině, se ukázaly mít hodnotu, pro niž má smysl je přenášet z generace na generaci. Rovněž proto, že tyto pohledy byly vybrány díky své trvalé úspěšnosti v průběhu dějin, musíme hovořit také o zkušenosti a poznání přírody, které spočívají v postupu od podnětu ke vjemu.

Slovo „poznání“ možná není na místě, ale mám důvody pro to je používat. To, co je zabudováno do nervového procesu přeměňujícího podněty ve vjemy, má následující charakter: je to něco, co bylo předáno výchovou, co bylo cestou pokusu a omylu shledáno výkonnějším než jeho historičtí soupeři v prostředí určité skupiny, a konečně je to předmětem změny, kterou může vyvolávat jak výchova, tak neshoda s prostředím. Tyto charakteristiky poznání vysvětlují, proč tento termín používám. Je to ale podivné použití, protože chybí jedna další charakteristika. Nemáme přímý přístup k tomu, co známe, nemáme taková pravidla zobecnění, kterými bychom mohli toto poznání vyjádřit. Pravidla, která by takový přístup mohla poskytnout, se vztahují na podněty, ne na vjemy - a o podnětech můžeme vědět pouze díky rozvinuté teorii. Tento nedostatek způsobuje, že vědění spočívající na cestě od podnětu ke vjemu zůstává tiché.

Přestože to, co jsem právě řekl, má očividně předběžný charakter a nemusí být tedy ve všech podrobnostech správné, považuji to, co bylo řečeno o vjemech, za doslovně platné. Přinejmenším je to hypotéza způsobu vidění, která může být předmětem dalšího experimentálního výzkumu, i když se třeba nedá přímo ověřit. Řeč o vidění a vnímání zde však má funkci metafory - stejně jako v mém

původním textu. *Nevidíme* přeci elektrony, ale vidíme jejich dráhy či spíše kapičky páry v mlžné komoře. *Nevidíme* elektrický proud, ale vidíme ručičku ampérmetru nebo galvanometru. Na předcházejících stránkách - zvláště v desáté kapitole - jsem opakovaně postupoval, jako bychom měli vjemy teoretických entit - třeba proudu, elektronů a polí, jako bychom se tomu naučili díky zkoumání vzorových příkladů a jakoby v těchto případech bylo nesprávné nahradit řeč o vidění hovorem o kritériích a interpretaci. Metafora, která uvádí „vidění“ do podobných souvislostí, je stěžejní půdou pro takové tvrzení. Při delším používání by ji bylo třeba odstranit a nahradit poněkud konkrétnějším způsobem vyjadřování.

Zmíněný počítačový program začíná naznačovat způsoby, jimiž se to dá uskutečnit, ale odstranit metaforu na tomto místě mi nedovolují ani prostor, který mám k dispozici, ani rozsah mého dosavadního pochopení problému.¹⁶³ Namísto toho chci metaforu v krátkosti obhájit. Vidíme-li kapičky vody nebo ručičku na pozadí stupnice, pak pro člověka, který není obeznámen s mlžnou komorou nebo s ampérmetrem, jde o jednoduchou smyslovou zkušenost. Než dospěje k závěru, že se jedná o elektrony nebo elektrický proud, musí rozvažovat, analyzovat a interpretovat (někdy potřebuje i zásah vnější autority). Ale postoj člověka, který je o těchto přístrojích poučen a má s nimi z mnoha příkladů zkušenost, je zcela odlišný. Tomu odpovídá i odlišný způsob zpracování podnětů, které od těchto přístrojů dostává. Pozoruje-li takový člověk páru svého dechu, vycházející za zimního odpoledne z jeho úst, pak jeho vjem může

¹⁶³ p₁₀ čtenáře *Second Thought* bude možná následující poznámka poněkud zavádějící. Možnost bezprostředního rozeznání členů přirozené třídy závisí - pomineme-li nervové procesy — na volném vjemovém prostoru mezi určenými třídami. Kdyby například mezi husami a labutěmi bylo vjemové kontinuum vodních ptáků, byli bychom nuceni uvést zvláštní kritérium pro každého z nich, pokud bychom mezi nimi chtěli rozlišit. Podobná úvaha se dá provést i pro neviditelné entity. Připouští-li fyzikální teorie existenci něčeho takového, jako je elektrický proud, pak i malý počet kritérií - a ta se mohou značně mínit od případu k případu - bude stačit k identifikaci proudu, i když neexistuje soubor pravidel, který by specifikoval nutné a dostačující podmínky pro identifikaci. Tato úvaha naznačuje ještě důležitější možný důsledek. Máme-li určitý soubor nutných a dostačujících podmínek pro identifikaci nějaké teoretické entity, pak tato entita může být z ontologie nějaké teorie odstraněna substitucí. Pokud však taková pravidla neexistují, pak se tyto entity odstranit nedají; teorie vyžaduje jejich existenci.

být stejný jako vjem laika, ale dívá-li se na mlžnou komoru, vidí (a to doslova) nikoli kapičky, ale stopy elektronů, alfa částic atd. Tyto stopy jsou - chcete-li - kritéria, která interpretuje jako poukazy přítomnosti určitých částic, ale tento postup je kratší a jiný, než je postup člověka interpretujícího kapičky.

Představme si třeba vědce, který se dívá na ampérmetr a určuje hodnotu, na niž ukazuje ručička. Jeho vjem bude pravděpodobně stejný jako u laika, zvláště pokud tento laik již v minulosti odečítal hodnoty z jiných druhů měřících přístrojů. Vědec však vidí měřící přístroj (a to opět doslova) v souvislosti celého elektrického obvodu a ví něco i o jeho vnitřní struktuře. Poloha ručičky je pro něj kritérium, ale pouze kritérium *hodnoty* proudu. K tomu, aby ji interpretoval, potřebuje pouze určit, na které stupnici měřícího přístroje ji má odečíst. Naopak pro laika není poloha ručičky kritériem něčeho jiného, je pouze kritériem sebe sama. Má-li ji interpretovat, musí prozkoumat celý systém vnitřních i vnějších vedení, musí experimentovat s bateriemi, magnety atd. V metaforickém i doslovném smyslu slova „vidět“ začíná interpretace tam, kde končí vnímání. Tyto dva procesy nejsou totožné a to, co vnímání předává interpretaci k završení, závisí velmi silně na povaze i úrovni předchozí zkušenosti a předchozího výcviku.

5. Vzorové příklady, nesouměřitelnost a revoluce

To, co jsem právě uvedl, poskytuje základnu pro vyjasnění dalšího aspektu mé knihy: poznámky o nesouměřitelnosti a jejích důsledcích pro vědce diskutující o volbě mezi teoriemi.¹⁶⁴ V kapitolách X a XII jsem tvrdil, že obě strany takové diskuse nutně vidí odlišným způsobem právě ty experimentální či observační situace, na které odkazují. Protože se však slovníky, které při diskusi používají, skládají převážně ze stejných termínů, pak se některé tyto termíny musí k přírodě vztahovat odlišným způsobem. Přenášení těchto termínů je nevyhnutelně pouze částečné. Nadřazenost jedné teorie nad druhou se proto nemůže prokázat v debatě. Tvrdil jsem, že jedna strana se musí procesem přesvědčování změnit v druhou. Byli to pouze filosofové, kdo skutečně závažným způsobem mylně interpretoval

¹⁶⁴ Následující úvaha je podrobněji pojednána v oddílech V a VI *Reflections*.

tuto část mé argumentace. Značná část jich totiž tvrdila, že věřím v to, že¹⁶⁵ zastánci vzájemně nesouměřitelných teorií spolu nemohou komunikovat, a proto se v diskusi o volbě teorií nelze odvolávat na *dobré* důvody, ale rozhodnou nakonec důvody osobní a subjektivní. Za konečné rozhodnutí zodpovídá jistá mystická apercepce. Ty části knihy, na nichž tato mylná interpretace spočívá, byly nejvíce příčinou toho, že jsem byl obviňován z iracionality.

Věnujme se nejprve mým poznámkách o důkazech. Úvaha, kterou jsem se snažil provést, je jednoduchá a v dějinách vědy dlouhou dobu známá. Diskuse o volbě teorie nelze rozvíjet ve formách, které by se plně podobaly logickému nebo matematickému důkazu. V matematickém důkazu jsou premisy a pravidla odvozování od počátku určeny. Objeví-li se nějaká neshoda v závěrech, pak mohou všechny strany debaty postupovat zpětně krok za krokem a každý z kroků ověřit vzhledem k předpokladům. Na konci tohoto postupu musí jeden nebo druhý uznat, že udělal chybu a porušil předem přijatá pravidla. Proti tomuto právu není odvolání a přesvědčivý je pak důkaz protivníků. Pouze když tyto dvě strany místo toho zjistí, že se liší ve výkladu či používání přijatých pravidel, teprve tehdy míra jejich souhlasu netvoří dostačující základ pro důkaz a diskuse pak pokračuje způsobem, na který nutně dochází během vědeckých revolucí. Je to debata o premisách a jejím prostředkem je přesvědčování, které je předejrou k možnosti důkazu vůbec.

Z žádné části této poměrně široce známé teze neplyne ani, že neexistují dobré důvody pro to, aby se jedna strana dala přesvědčit, ani že tyto důvody nejsou koneckonců pro danou skupinu rozhodující. Neplyne z nich ani to, že se důvody volby liší od důvodů, které obvykle vypočítávají filosofové vědy: od přesnosti, jednoduchosti, přínosnosti apod. Co bych však chtěl naznačit, je, že takové důvody fungují jako hodnoty, a proto mohou být (individuálně nebo kolektivně) těmi, kteří s nimi souhlasí a kteří si jich váží, používány odlišně. Pokud spolu například dva lidé nesouhlasí v míře přínosu svých teorií, nebo pokud spolu v této věci souhlasí, ale nesouhlasí ve věci relativní důležitosti takového přínosu a třeba rozsahu volby, pak nelze žádného z nich usvědčit z omylu. také nelze říci, že si jeden z nich počíná nevědecky. Při výběru teorie neexistuje žádný

¹⁶⁵ Viz dílo citované v pozn. 9 a také esej Stephena Toulmina in: *Growth of Knowledge*.

neutrální postup, neexistuje systematická rozhodovací procedura, která by při správném použití musela nutně dovést každého jedince a každou skupinu k těmž rozhodnutím. V tomto ohledu se účinně rozhoduje spíše společenství odborníků než jeho jednotliví členové. Má-li člověk porozumět, proč se věda vyvíjí tak, jak se vyvíjí, pak není nutně třeba při každém procesu volby odhalovat podrobnosti životopisu a osobnosti každého jedince, i když by to bylo téma velmi přitažlivé. Porozumět je však třeba způsobu, kterým určitý soubor sdílených hodnot a jistá zkušenost integrují společenství odborníků, a to proto, aby bylo zajištěno, že většina členů skupiny nakonec shledá jeden soubor argumentů jako rozhodující.

Tímto procesem je přesvědčování, samo však představuje hlubší problém. Dva lidé, kteří vnímají tutéž situaci odlišně, však při diskusi nicméně používají tentýž slovník a musí nutně tatáž slova používat odlišným způsobem. Hovoří totiž, jak jsme uvedli, z neso-
měřitelných stanovisek. Jak potom mohou doufat, že při společném hovoru budou schopni jeden druhého přesvědčit? I jen předběžná odpověď na tuto otázku vyžaduje další upřesnění povahy tohoto problému. Předpokládám, že alespoň zčásti bude mít formu, kterou načrtne v následujícím textu.

Praxe normální vědy závisí na schopnosti, kterou si člověk osvojuje na vzorových příkladech, totiž schopnosti řadit předměty a situace podle podobnosti do souborů, které jsou primitivní v tom smyslu, že jejich seskupování probíhá bez odpovědi na otázku: „Podobné čemu?“ Jeden z ústředních aspektů každé revoluce je, že se mění některé vztahy podobnosti. Předměty, které se před revolucí shlukovaly do určitých souborů, se po revoluci shlukují do souborů jiných a více *versa*. Vezměme si například Slunce, Měsíc, Mars a Zemi před Koperníkem a po něm, volný pád, pohyby kyvadla a planet před Galileem a po něm, nebo třeba soli, slitiny a sirno-železnaté směsi před Daltonem a po něm. Jestliže se většina předmětů řadí do stejného souboru, pak, i když se tento soubor změní, jméno souboru zůstává obvykle zachováno. Nicméně posun určitého podsouboru je zpravidla příčinou kritické změny v soustavě vzájemných vztahů mezi soubory. Přesun kovů ze souboru sloučenin do souboru prvků hrál podstatnou úlohu při vzniku nových teorií hoření, kyselin a fyzikálního i chemického slučování. V krátkém čase se tyto změny rozšířily po celé oblasti chemie. Proto není překvapením, že když k takovému přerozdělení dojde, mohou náhle dva lidé, jejichž roz-

hovor dosud probíhal očividně za plného porozumění, zjistit, že reagují na stejný podnět vzájemně neslučitelnými popisy a zobecněními. Tyto potíže nenastanou ve všech oblastech jejich vědeckého rozhovoru, nicméně objeví se a budou se shlukovat nečastěji okolo jevů, na nichž výběr teorie závisí nejvíce.

Tento problém, ačkoli vychází najevo nejprve ve sféře komunikace, není pouze problémem jazykovědným a nedá se jednoduše odstranit přijetím definic problematických termínů. Slova, okolo kterých se problémy shlukují, se účastníci hovoru učili částečně z přímých aplikací vzorových příkladů, a proto nemohou říci: „Slovo *prvek* (nebo *směs*, *planeta*, *volný pohyb*) používám způsobem, který je určen následujícími kritérii.“ Nemohou se totiž uchýlit k neutrálnímu jazyku, který by oba používali stejným způsobem a který by odpovídal tvrzením obou jejich teorií nebo empirickým důsledkům obou těchto teorií. Jejich vzájemná odlišnost již částečně předchází aplikaci jazyka, v tomto použití se nicméně odráží.

Lidé, kteří zakoušejí takové zhroucení komunikace, však musí mít se k čemu odvolat. Podněty, které na ně působí, jsou tytéž. také jejich nervové ústrojí je stejné, ale je jinak naprogramováno. A dokonce i jejich nervové naprogramování musí být s výjimkou malé, avšak nanejvýš důležité oblasti zkušeností téměř stejné, protože až na bezprostřední minulost mají společnou historii. Proto mají do značné míry společný jazyk i každodenní a vědecký svět. Při tom všem by měli být z větší části schopni nalézt to, co je vzájemně odlišuje. Postupy, které jsou přitom potřeba, však nejsou přímočaré, příjemné a ani nejsou částí normální vědecké výzbroje. Jen vzácně vědec pozná, co jsou zač, a jen zřídka je používá déle, než je nezbytně nutné k tomu, aby byl vyvolán „přechod,“ nebo aby došel k přesvědčení, že není možno přechodu dosáhnout.

Stručně řečeno, účastníci hroučící se komunikace mohou udělat jen to, že uznají jeden druhého za člena jiného jazykového společenství, a pak se stanou vzájemně překladateli.¹⁶⁶ Teprve když učiní

¹⁶⁶ Již klasickým zdrojem mnoha závažných aspektů překládání je W. V. O. Quine, *Word and Object*, Cambridge (Mass.) - New York 1960, kap. I a II. Zdá se, že Quine předpokládá, že dva lidé, kteří přijmou týž podnět, musí mít také tentýž vjem, a proto jen málo hovoří o míře, v níž překladatel musí být schopen *popsat* svět, na který se používá ten jazyk, ze kterého překládá. Tento problém viz E. A. Nida, *Linguistics and Ethnology in Translation Problems*, in: Del Hymes (vyd.), *Language and Culture in Society*, New York 1964, str. 90-97.

předmětem svého studia rozdíl diskursu uvnitř skupiny a mezi skupinami, teprve tehdy se mohou poprvé pokusit odhalit termíny a idiomy, které přesto, že jsou bez potíží používány uvnitř každého společenství, jsou ohnisky potíží při diskusích mezi skupinami. (Idiomy, které nepředstavují takové nesnáze, mohou být přeloženy tak, že znějí stejně.) Teprve když izolují takové oblasti potíží ve vědecké komunikaci, mohou se při dalším úsilí o osvětlování potíží uchýlit ke svému společnému všednímu slovníku. Každý z nich se totiž může snažit zjistit, co by ten druhý viděl a říkal, kdyby byl vystaven podnětu, na který slovním způsobem reaguje odlišně. Pokud se mohou dostatečně zdržet toho, aby vysvětlovali anomální chování jako důsledek pouhého omylu či bláznovství, pak časem mohou dobře předvídat chování toho druhého. Každý se naučí překládat teorii toho druhého i její důsledky do vlastního jazyka a současně vlastním jazykem popisovat svět, na který se tato teorie aplikuje. Právě to zpravidla dělá (nebo by měl dělat) historik vědy, když se zabývá minulými vědeckými teoriemi.

Překládání (pokud o ně vědci usilují) je mocným nástrojem přesvědčování i vzájemného obrácení, protože dovoluje účastníkům hroutící se komunikace zakoušet zástupným způsobem některé klady i záporů opačného stanoviska. Ani přesvědčování však nemusí být úspěšné, a pokud je, pak nemusí být provázeno či následováno obrácením. To, že tyto dvě zkušenosti nejsou totožné, je důležitý rozdíl, který jsem sám nedávno plně poznal.

Podle mého názoru přesvědčit někoho znamená dovést jej k nahlédnutí, že vlastní názor přesvědčovatele je nadřazený názoru přesvědčovaného, a že by je měl tedy nahradit. Toho se příležitostně dosahuje, aniž se sáhlo k něčemu, jako je překládání. Pokud překlad chybí, pak mnohá vysvětlení a tvrzení o problémech, s nimiž členové jedné vědecké skupiny souhlasí, budou pro členy jiné skupiny nejasná. Každé jazykové společenství obvykle může vytvářet od samého počátku některé konkrétní vědecké výstupy tak, že i když se dají popsat stejným způsobem ve větách srozumitelných pro obě skupiny, nemohou být přesto vysvětleny prostředky skupiny druhé. Pokud nové stanovisko nějakou dobu vydrží a je dále plodné, pak roste i počet vědeckých výsledků, které se dají tímto způsobem převést do slov. Pro některé lidi hraje už samotný tento výsledek rozhodující roli. Mohou si říci: Nevím, jak zastánci tohoto nového pohledu na věc postupují, ale musím se to naučit, protože ať dělají

cokolí, je to úplně správné. Taková reakce je zvlášť snadná u lidí, kteří teprve nedávno vstoupili do odborných kruhů, a proto si dosud neosvojili zvláštní slovník ani víru některé skupiny.

Argumenty, které se dají formulovat pomocí slovníku používaného stejným způsobem oběma skupinami, však nejsou obvykle rozhodující, přinejmenším až do posledního stadia vývoje opačných stanovisek. Mezi těmi, kdo jsou již připuštěni do společenství odborníků, bude jen málo těch, kteří se dají přesvědčit bez nějakého obšírného srovnávání umožněného překladem. Za cenu, že se často užívají dlouhé a složité věty (vzpomeňme si na spor Prousta s Bertholletem, který probíhal bez toho, aniž by se v něm někdo dovolával termínu „prvek“), se mnoho dalších vědeckých výsledků dá přeložit z jazyka jedné skupiny do jazyka skupiny druhé. Během postupu překládání se mohou členové obou společenství postupně začít učit zástupným způsobem rozumět tomu, jak je možné, že dosud temné tvrzení začne mít pro členy opačné skupiny charakter vysvětlení. Užitečnost podobných postupů však samozřejmě nezaručuje, že povedou k přesvědčení. Pro mnohé lidi je překládání odstrašujícím procesem, který je normální vědě zcela cizí. Vždy jsou k dispozici protiargumenty a neexistuje pravidlo, jak tuto rovnováhu porušit. Nicméně se argument kupí na argument, jedna výzva stíhá druhou, a pouze zaslepená tupost by na konci mohla vést k neustávajícímu odporu.

Druhý aspekt překladu již dlouhou dobu důvěrně známý historikům i lingvistům nabývá na rozhodující důležitosti. Přeložit nějakou teorii či nějaké stanovisko do vlastního jazyka ještě neznamená učinit jej vlastním. K tomu se člověk musí přerodit, musí objevit, že v jazyce, který mu byl dosud cizí, nyní přemýšlí a pracuje, a že z něj již pouze nepřekládá. Tento přechod však není něčím, co člověk udělá nebo neudělá pouhou úvahou neb volbou, ať už důvody, které k tomu má, jsou jakkoli dobré. V jistém bodu procesu učení se překladu člověk prostě zjistí, že k tomuto přechodu došlo, že vklouzl do nového jazyka, aniž by se k tomu sám rozhodl. Nebo, jak se přihodilo mnoha lidem, kteří se poprvé setkali třeba s teorií relativity nebo kvantovou mechanikou teprve ve středním věku, se člověk cítí být plně přesvědčen o tomto novém pohledu, nicméně však není schopen si jej vnitřně osvojit a nedovede být doma ve světě utvářeném tímto pohledem. Takový člověk sice volbu intelektuálně provedl, ale obrácení nutné k tomu, aby byla volba účinná, se

mu vyhnulo. Může sice novou teorií používat, ale bude tak činit jako cizinec v cizím prostředí, v prostředí, které je pro něj pouze alternativou, protože v něm existují lidé, jimž je toto prostředí přirozené. Práce takového člověka parazituje na jejich práci, protože se mu nedostává těch myšlenkových souborů, které budoucí členové společnosti získají výchovou.

Zkušenost obrácení, kterou jsem přirovnal ke změně *Gestalt*, proto zůstává srdcem revolučního procesu. Dobré důvody nějaké volby poskytují motivy pro obrácení a určují klima, v němž k tomuto obrácení s velkou pravděpodobností dojde. Překlad navíc může poskytnout vstupní bod nervového přeprogramování, které, i když časově neurčitelné, musí obrácení předcházet. Obrácení není však založeno ani na dobrých důvodech, ani na překladu, a proto tento proces musíme dále vysvětlit, máme-li pochopit základní druh vědecké proměny.

6. Revoluce a relativismus

Jeden důsledek mého právě načrtnutého postoje zvláště popudil mnohé mé kritiky.¹⁶⁷ Mé stanovisko, zvláště to, jež je rozvinuto v poslední části knihy, považují za relativistické. Předcházející poznámky k překladu jen zdůrazňují důvod tohoto obvinění. Zastánci odlišných teorií se podobají členům odlišných jazykově-kulturních společností. Pokud tuto paralelu uznáme, pak také naznačujeme, že obě skupiny mohou mít v jistém smyslu pravdu. Tento postoj použitý na kulturu a její vývoj je relativistický.

Avšak je-li použit na vědu, relativistický být nemusí. V každém případě je vzdálen *pouhému* relativismu, a to v jednom ohledu, který však moji kritikové nezahlédli. Tvrdil jsem, že odborníci určité rozvinuté vědy jsou, pohlížíme-li na nějako na skupinu či skupiny, v podstatě řešiteli hádanek. I když hodnoty, které rozvíjejí v době volby teorie, jsou čerpány také z jiných aspektů jejich práce, je v případě konfliktu hodnot hlavním kritériem většiny členů vědecké skupiny prokázaná schopnost formulovat a posléze řešit hádanky, které před ně příroda klade. Stejně jako jiné hodnoty i schopnost

¹⁶⁷ D. Shapere, *Structure of Scientific Revolutions*, a K. Popper, in: *Growth of Knowledge*.

řešit hádanky se při své aplikaci vyznačuje nejednoznačností. Dva lidé, kteří tuto schopnost sdílejí, se mohou nicméně lišit v soudech, které z použití této schopnosti vyvozují. Chování společenství, které tuto schopnost považuje za svrchovaně důležitou, však bude velmi odlišné od chování společenství, u něhož tomu tak není. Věřím, že ve vědě má vysoká hodnota připisovaná schopnosti řešení hádanek následující důsledky.

Představme si vývojový strom, který reprezentuje vývoj moderních vědeckých odborností od jejich počátků, například od primitivní přírodní filosofie a od přírodních sil. Čára tohoto stromu, která míří vzhůru od kmene až k vrcholu některé větve a nikdy se nerozdvojuje, by vyznačovala posloupnost teorií podle jejich původu. Uvažujme dvě teorie v bodu, který není příliš vzdálen jejich počátku. Snadno by se dal vytvořit seznam kritérií, která by nezaujatému pozorovateli dovolila rozlišit z hlediska času teorii mladší od teorie starší. Mezi nejužitečnějšími kritérii by byla: přesnost předpovědi, a to zvláště kvantitativních, rovnováha mezi esoterickými a všedními problémy a počet různých vyřešených problémů. Méně užitečné, i když pro tento účel také důležité určující charakteristiky vědeckého života, by byly hodnoty jako: jednoduchost, rozsah a slučitelnost s jinými odbornostmi. Takové seznamy nejsou zatím nutné, ale nepochybuji o tom, že se dají doplnit. Pokud tomu tak je, pak je vývoj vědy, stejně jako vývoj biologický, procesem jednosměrným a nevratným. Pozdější vědecké teorie jsou pro řešení hádanek lepší než dřívější, a to často ve zcela jiných prostředích aplikací. Toto stanovisko není relativistické a naznačuje smysl mého přesvědčení a víry ve vědecký pokrok.

Ve srovnání s významem slova pokrok, který vládne mezi filozofy i laiky, postrádá můj postoj jeden důležitý prvek. Vědeckou teorii obvykle nepovažujeme za lepší než její předchůdce pouze v tom smyslu, že by byla lepším nástrojem odkrývání a řešení hádanek, ale také proto, že je jistým způsobem lepším reprezentantem povahy přírody. Často slycháme, že po sobě následující teorie se dostávají stále blíže, nebo že se přibližují blíže pravdě. Je zřejmé, že podobná zobecnění se nevztahují pouze na řešení hádanek a na konkrétní předpovědi odvozené z teorie, ale na samu ontologii teorií, totiž na shodu mezi entitami, jimiž teorie zabydluje přírodu, a tím, co tyto entity „skutečně jsou“.

Snad existuje nějaký jiný způsob, jak pro aplikace na celé teorie zachránit význam pojmu „pravda“, ale není to způsob výše zmíněný. Myslím, že neexistuje způsob rekonstrukce výrazů jako: „skutečně jsou“, který by byl nezávislý na teoriích. Sama shoda mezi ontologií teorie a jejím „skutečným“ protějškem se mi zdá být iluzivní již ve svém principu. Jako historik také považuji tento pohled za nepřijatelný. Nepochybuji například, že Newtonova mechanika byla vylepšením mechaniky Aristotelovy a že mechanika Einsteinova zlepšila Newtonovu jako nástroj řešení hádanek. V jejich následnosti však nevidím souvislý směr ontologického vývoje. Naopak, v některých důležitých ohledech, i když ne všech, je Einsteinova obecná teorie relativity bližší více teorii Aristotelově než Newtonově. I když pokoušení popisovat toto stanovisko jako relativistické lze pochopit, zdá se mi tento popis nesprávný. Obráceně, je-li tato pozice relativistická, pak nevidím nic, co by relativista ztratil pro výklad přírody a vývoje vědy.

7. Povaha vědy

Na závěr krátce pojednám o dvou opakujících se reakcích na můj původní text, z nichž první je kritická a druhá příznivá, a obě jsou podle mého názoru zcela správné. I když se obě nevztahují ani k tomu, co již bylo řečeno, ani k sobě navzájem, jsou dosti běžné a vyžadují proto přinejmenším odpověď.

Někteří čtenáři mého původního textu zaznamenali, že přecházím tam a zpět mezi popisným modem a modem normativním. Tímto přechodem se obzvláště vyznačují pasáže, které začínají: „To však není to, co vědec dělá...“ a končí tvrzením o tom, co by vědec dělat neměl. Někteří kritikové tvrdí, že směšují popis s předpisem a porušují tak časem prověřenou filosofickou zásadu: z „jest“ nemůže plynout „měl by být“.¹⁶⁸

Z této zásady se však ve skutečnosti stala zdaleka ne všude ceněná fráze. Mnozí současní filosofové objevili důležité souvislosti, v nichž se normativní a popisný přístup nerozlučně spojují.¹⁶⁹ „Jest“ a „měl by být“ už nejsou vždy tak oddělené, jak se dosud zdálo.

¹⁶⁸ Mnohé příklady viz esej P. K. Feyerabend, in: *Growth of Knowledge*. in: S. Cavell, *Must We Mean What We Say?*, New York 1969, kap. I.

Nepotřebujeme se však odvolávat na jemnosti současné filosofie jazyka, abychom odhalili, co se v tomto aspektu mého postoje zdá být zmatené. Předcházející stránky představují pohled na povahu vědy nebo na její teorii. Stejně jako u ostatní filosofie vědy je důsledkem i této teorie způsob, jímž by se vědci měli chovat, má-li být jejich podnik i nadále úspěšný. I když tato teorie nemusí být správnější než teorie jiné, přesto poskytuje legitimní základnu pro zdůrazňovaná tvrzení jako: „měli by“ a „byli by“. Naopak, jeden z řady důvodů pro to, aby tato teorie byla brána vážně, je, že vědci, jejichž metody byly rozvíjeny a vybrány právě pro svou úspěšnost, se ve skutečnosti chovali právě tak, jak jim tyto teorie předepisují. Má popisná zobecnění jsou důkazem této teorie právě proto, že se z ní dají také odvodit, zatímco jiné pohledy na povahu vědy způsobují anomální chování.

Nemyslím, že tato argumentace má charakter bludného kruhu. Důsledky zmíněného stanoviska nejsou vyčerpány pozorováními, na nichž toto stanovisko zpočátku spočívalo. Ještě dříve, než byla tato kniha poprvé zveřejněna, jsem části této teorie považoval za užitečné nástroje výzkumu vědeckého chování a vývoje vědy. Srovnání tohoto dodatku a stránek původního textu naznačuje, že tyto části svou roli stále hrají. Žádné stanovisko, které by bylo založeno na bludném kruhu, by se nemohlo prokázat takovou vůdčí silou.

Má odpověď na poslední reakci na mou knihu však musí být poněkud jiného druhu. Mnozí z těch, kdo měli potěšení z mé knihy, je neprojevili proto, že by kniha nějak osvětlovala vědu, ale proto, že její hlavní teze považovali za použitelné také v mnoha dalších oblastech. Rozumím tomu, co mají na mysli, a nechci jim brát chuť do pokusů o rozšíření mého stanoviska, ale jejich reakce je pro mne nicméně hádankou. Nepochybně je má kniha v tom, jak vykresluje vědecký vývoj jako posloupnost období svázaných tradicí a oddělených nekumulativními zlomy, otevřena v široké míře aplikacím. Mělo by tomu tak být proto, že jsem si vypůjčoval i z jiných oborů. Historikové literatury, hudby, umění, politiky a dalších lidských činností již dlouho popisují předměty svého zájmu stejným způsobem. Oddělení period revolučními zlomy, během nichž se mění styl, vkus a struktury institucí, již dlouho patří mezi jejich obvyklé nástroje. Pokud jsem byl při použití těchto konceptů originální, pak proto, že sem je použil na vědu,

tedy oblast, o níž se dlouhou dobu myslelo, že se vyvíjí způsobem jiným. Konkrétní pojem paradigmatu je příkladem druhotného přínosu práce. Domnívám se například, že stejně tak by zmizely vleklé obtíže s pojmem uměleckého stylu, kdybychom připustili, že obrazy vznikají tak, že jeden obraz je modelem druhému, a ne, že všechny vznikají v souhlasu s nějakým abstraktním kánonem stylu.¹⁷⁰

Tato kniha však měla za cíl úvahy jiného typu, který mnoha čtenářům nebyl zcela zřejmý. I když se vývoj vědy může vývoji v ostatních oblastech podobat více, než se předpokládá, je zároveň silně odlišný. Řekneme-li například, že věda alespoň v jistém bodu svého vývoje jde kupředu jiným způsobem než ostatní obory, pak nemůžeme nemít pravdu, ať už pokrok sám znamená cokoli. Jedním z témat této knihy bylo prozkoumat takové rozdíly a začít je vysvětlovat.

Vezměme si například opakované zdůrazňování nepřítomnosti nebo, jak bych nyní řekl, spíše poměrně malého počtu soupeřících škol v rozvinuté vědě. Nebo si připomeňme mou poznámku o tom, do jaké míry jsou členové určitého společenství jedinými příjemci i soudci práce tohoto společenství. Nebo pomysleme třeba na zvláštní povahu vědecké výchovy, na řešení hádanek jako jejího cíle, na hodnotový systém, který vědecká skupina rozvíjí v době krize a rozhodování. Má kniha izoluje i další rysy podobného druhu, ne snad nutně jedinečné pro vědu, ale takové, které shrnuty dohromady posunují vědeckou činnost na zvláštní místo.

Všechny tyto rysy vědy je třeba ještě ve velké míře prozkoumat. A otevřel-li jsem tento dodatek zdůrazněním potřeby dalšího studia struktury vědeckého společenství, pak jej chci uzavřít zdůrazněním potřeby podobného, a zejména srovnávacího studia odpovídajících společenství v ostatních oblastech. Jak člověk volí a jak je volen k členství v určitém společenství, ať už vědeckém nebo nevědeckém? Jaký je proces socializace skupiny a jaká jsou jeho stadia? Co vidí skupina kolektivně jako své cíle, jaké odchylky individuální nebo kolektivní bude tolerovat a jak ovládá nepřípustné odchylky? Důkladnější pochopení vědy bude záviset také na odpovědích na

¹⁷⁰ O této úvaze i o rozsáhlejších úvahách o tom, co je na vědě zvláštní viz T. S. Kuhn, *Comment on the Relations of Science and Art*, in: *Comparative Studies in Philosophy and History*, XI, 1969, str. 403-412.

otázky jiného druhu, ale neexistuje oblast, v níž by bylo více potřeba takové práce. Vědecké poznání je stejně jako jazyk buď vnitřně společným vlastnictvím skupiny, nebo není ničím. Máme-li je pochopit, budeme muset poznat zvláštní charakteristiky skupin, které je vytvářejí a používají.

T. S. KUHN
*Struktura vědeckých
revolucí*

Vydalo nakladatelství OIKOYMENH. Z anglického originálu *The Structure of Scientific Revolutions*, vydaného nakladatelstvím The University of Chicago Press, Chicago and London 1996, přeložil Tomáš Jeníček. Odpovědná redaktorka Eva Hrubantová. Technická redakce Jana Dvořáková. Obálka Zdeněk Ziegler. Sazba z písma Times New Roman *Martin Třešňák*. Tisk *Alfaprint* Praha. První vydání, Praha 1997.