

URBÁNKOVA  
BIBLIOTÉKA PAEDAGOGICKÁ.

SBÍRKA SPISŮV

PRO UČITELE, PĚSTOUNY, RODIČE A VZDĚLAVATELE LIDU VŮBEC.

SVAZEK XCV.

O vyučování fysice

ve školách obecných a měšťanských.

SEPSAL

JOSEF KLIKA,

učitel na Novoměstské měšťanské škole v Praze.

(Spisův »Matice Komenského« číslo X.)

V PRAZE 1883.

NAKLADATEL FR. A. URBÁNEK, KNIHKUPEC

pro literaturu pædag. i hudební a pomůcky učebné.

Prvý český závod hudební.

Hlavní administrace a expedice vych. týdeníku „POSLA Z BUDČE“.

Cena 1 zl. 60 kr., váz. 1 zl. 80 kr.

alchymistů, kteří „žádného mezi sebe leč s plným měsцем nepouštěli“; pozoruje jejich nezdary při hledání kamene mudrců, kterýž „jiného nic než símě života, jádro a výtah všeho světa, z něhož zvířata, rostliny, kovové i sami živlové bytnost berou.“ I pravi na ně se dívaje: „Těch já tuto, kteří nadarmo pracují, dosti vidím; kteří by pak kamene dostávali, žádného nevidím...“\*)

Z těchto mistrných popisů je patrné, že Komenský dobře znal slabé stránky současného přírodopisství i příčiny dosavadního nezdaru; on vidí, že metoda dosavadní je špatná, avšak neví, že již strojí jeho současník Galilei pravý převrat v metodě a boří starou fysiku.

Jak úrodnou ukázala se cesta zkušenosti, to dokazuje historie fysiky po Galileim na každé své stránce; jen této cestě pokračující od pozorování a pokusů k zákonům děkujeme, že můžeme dnes ovládati blesk, užívati přemocné síly páry ku hnaní železnic a lodí, mluvit se vzdáleným přítelem telefonem, stopovati podzemní činnosti sopky mikrofónem, činiti z noci den světlem elektrickým, opatřovati si pohledy na vzdálené krajiny fotografií, přibližovati si slunce a měsíc dalekohledem, pátrati po zárodcích nemoci a smrti drobnohledem, pronikatí tajemství našeho ovzduší v balónu s teploměrem, tlakoměrem a vlhkoměrem atd. atd., vůbec za celý ten ohromný pokrok přírodopisství děkujeme cestě zkušební.

A neměli bychom kráčet i při vyučování fysice tou cestou, která tak znamenitě v praxi a ve vědě se osvědčila, směli bychom vésti chovance své jinak, než cestou názoru? Od Komenského až do dob našich dlouhá jest řada mužů, kteří učili i methodou od názorů se ubírající, i zase těch, kteří počínali své učení obecnými pojmy odtazitými. Avšak tito poslední musili opustiti bojiště a zanechati pole paedagogům, kteří za heslo si napsali: pozorování a pokus! Již výše na více místech dotkli jsme se věci těch a upozorňujeme ty, kdož chtějí historický vývoj metody fysiky v souvislosti poznati, na svůj článek *O vyučování fysice, jak jeví se v dějinách paedagogických vůbec a ve škole obecné zvláště* v Poslu z Budče na rok 1877.

## B. Od pokusů k zákonu budiž pokračováno.

### I. Pokus a pozorování.

Zopakujme si, co Komenský radí v návodu ku vštěpování vědy: „Smyslem, rozumem, podáním možná dovědět se všeho. Smyslové prvotní a stálí vědy vůdcové. Všechno budiž pojímáno smysly, kolika jen můžeš.“ Jinde zejména pro elemen-

\*) Kořínkova vydání „Labyrintu světa a ráje srdce“ str. 46—77.

tární učení Lovenský nazírání doporučuje: „První věk toliko věcmi smyslovými vzděláván buď!“ Při lahodném učení třeba „smysly žáků jich lakadly podražďovati vždycky“. Aby učení na jisto bylo, třeba učiti „všecko skrze smysly vlastní, stále všelikým způsobem.“\*)

Může pak při vyučování fysice předmětem názoru býti výjev přírodní, jenž děje se bez přičinění našeho, ku př. pád, sníh, déšť, bouřka a jiné výjevy, zejména v povětrnosti; nazíráme-li tyto výjevy od naší vůle nezávislé, pravíme, že je pozorujeme. A zase můžeme nazíratí na výjev přírodní, jež zúmyslně nastrojujeme, ku př. zmagnetování měkkého železa proudem elektrickým. Tedy „buďto nalezneme v přírodě případ, který naší potřebě hověí, nebo zařídíme si případ ten pomocí umělého seřadění okolností“ (Mill); první je prosté pozorování, druhé pokus. I při pozorování i při pokuse jsou zaměstnání smyslové naši, jako „peněz stejně se užívá, ať jsou již zděděné nebo vydělané“ (Mill); běží jen o to, vyšetřiti: zda-li při vyučování elementárním máme zřetel obrátiti k pozorování výjevů ve přírodě samé nebo k pokusům.

Zasluga: přesně vytknouti rozdíl mezi prostým pozorováním a úmyslným pokusem a udati cenu obou těchto pomůcek sluší bystrému mysliteli Johnu Stuartovi Millovi, jehož vývodů při následujícím používáme. „První a nejnápadnější rozdíl mezi pozorováním a pokusem v tom záleží, že poslední jest neomezené rozšíření prvního. Pokus nejenom nám umožňuje, způsobiti mnohem větší počet proměn, než jich příroda dobrovolně nám podává, nýbrž pokus nám také dovoluje v tisících případech vyvolati přesně ten druh proměn, kterého potřebujeme, abychom odkryli zákon přírodního úkazu; je to služba, které pravidlem se zříká příroda, jež není dle toho plánu a úmyslu stvořena, aby nám studium ulehčovala. Aby ku př. se stanovilo, které součástky vzduchu jsou způsobily život udržovati, bylo by potřebí té proměny: obklopiti živé zvíře každou onou součástkou zvláště. Příroda však neskytá ani kyslíku ani dusíku samotného, beze spojení; umělým pokusem poznáváme, že první a nikoli druhý plyn udržuje dýchání, ano dokonce i o existenci obou součástek pouze pokus nás poučil.“

„Výhoda experimentování před jednoduchým pozorováním je konečně obecně uznávána; každý ví, že pokusem zaříditi si můžeme nesčetná spojení okolností, kterých ve přírodě nenalézáme, a tak můžeme množství vlastních pokusů připojiti k experimentům přírody. Avšak případové uměle způsobení a naši pokusové vlastní mají před bezúmyslnými pokusy přírody ještě jinou výhodu, která není méně důležitá, ale daleka toho, aby ve stejné míře (jako předchozí) citěna a poznávána byla. — Dovedeme-li nějaký výjev přírodní uměle nastrojiti, tož můžeme

\*) Vesměs ze Zoubkova převodu „Didaktiky analytické“.

současně vzíti jej s sebou domů a pozorovati jej v jiných okolnostech, s kterými jsme v každém ohledu úplně seznámeni. Chceme-li zvědět, jak působí příčina  $A$  a můžeme-li svými prostředky  $A$  nastrojiti, tož můžeme pravidlem po své vůli stanoviti všechny okolnosti, které  $A$  nyní provázeti mají, ovšem pokud povaha úkazu  $A$  toho dopouští; a poněvadž známe současný stav všeho, na co  $A$  vlivem svým působí, potřebujeme jen pozorovati, která proměna v tomto stavu přítomnosti  $A$  se vyvolá. Pomocí elektriky můžeme ku př. za okolností nám známých vyvolati ony přírodní úkazy, které podává příroda ve velkém ve způsobě blesku a hromu. Pozorujme jen, jakých známostí o účincích a zákonech elektriny mohou nabýti lidé z pouhého pozorování bouřky, a srovnajme je s těmi, kterých získali a ještě mají naději získati pomocí elektrických a galvanických pokusů. Tento příklad je tím nápadnější, že máme příčinu věřiti, že ze všech úkazů přírodních (teplo vyjímajíc) je elektrické působení nejrozšířenější a nejobecnější, o němž proto mohlo se míti za to, že studie o něm nejméně umělých pomůcek potřebuje. Avšak neznajíce elektriky, sloupu Voltova a láhve leydenské, vskutku bychom nikdy nedomnívali se, že elektrina je jedna z těch velikých sil či agencí přírodních; stále a stále byli bychom pozorovali těch málo úkazův elektrických nám známých jako nadpřirozené nebo jako úchyvky a výstřednosti v přírodním koloběhu.“

„Podaří-li se nám osamotiti úkaz přírodní, který prozkoumati chceme, a přivésti jej v okolnosti nám známé, tož můžeme proměňovati okolnosti v míře neomezené a takovým způsobem, jaký máme za nejprůměrnější k jasnému osvětlení zákonů toho úkazu. K pokusu dáme přistupovati jedné nám dobře známé okolnosti po druhé, čímž s jistotou se dovíme, jakým způsobem zachová se úkaz při rozmanitých okolnostech možných. Obdržel-li lučebník nově nalezenou látku prstočistou (t. j. přesvědčil-li se, že ničeho není, co by její účinky rušilo nebo pozměňovalo), přivádí ji postupně ve styk s jinými látkami, aby ohledal, zda-li s nimi se slučuje nebo zda-li je rozkládá a s jakým výsledkem; užívá tepla, elektriny nebo tlaku, aby objevil, jak zachová se látka za každé z těchto okolností.“

„Nejsme-li však naopak s to, bychom vyvolali úkaz přírodní a musíme-li hledati případy, ve kterých příroda jej vyvádí, je naše úloha docela jiná. Místo abychom volili okolnosti jej provázající, musíme je teprve odkryti, což v případech jen poněkud složitějších a nás vzdálenějších v přesnosti a úplnosti je věc téměř nemožna. Chceme to vysvětliti na úkaze přírodním, kterého nelze uměle vyvolati, na lidském duchu. V přírodě nalézáme jej v hojnosti, ale poněvadž jej nemůžeme uměle vyvoditi, tož v každém případě, kde duch lidský se rozvinuje nebo na jinou věc působí, nalézáme, že jest sprovázen a zatemňován takovým množstvím neurčitých okolností, že užívání obyčejné

experimentální metody bylo by asi s klavným výsledkem. Každý pochopí, v jaké míře je to pravda, uvážíme-li mimo jiné, že příroda zplozující lidského ducha zplozuje jej v těsném svazku také s tělem ...“\*)

K těmto nesnázím, s nimiž při pozorování setkává se přírodopysce, pojí se ještě jiné, kteréž vadí, aby vyučování přírodopyské o pozorování se opíralo. Především jsou výjevy, jež příroda vůbec nepodává, jako př. výjevy elektromagnetické; u takových nezbyvá, než úmyslně pokusy je nastrojiti. Za druhé vyučujeme ve škole, kam nelze přenést výjevy z přírody samé; nelzeť, abychom nastrojili ku př. duhu před okny světnice školní, takže zásadě „vyučuj názorně“ nelze jinak, než pomocí pokusů vyhověti. Konečně v přírodě naskytá se mnoho výjevů zároveň, při bouřce ku př. znamenáme elektřinu, svit, zvuk, chemickou proměnu vzduchu, účinky tepelné, účinky mechanické a j.; proto nevyhovuje pozorování zásadě „od jednoduchého k složitějšímu,“ stěžuje přehlédání a rozptyluje pozornost chovancovu.

Pokus je rozdílný od pozorování, nicméně není mezi nimi sporu; připravujeme-li pokusem led uměle, nebo pozorujeme-li tvoření se ledu v zimě, tož nalezneme, že oba tyto úkazy týmže spravují se zákonem. Pozorování pojívá se k pokusu, ku př. můžeme při pokuse s leydenskou lahví pozorovati elektrickou jiskru; při pokuse s hranolem pozorovati barvy vidma; vrhnutí kámen a pozorovati jeho dráhu. Jako lze některé výjevy seznati pouze pokusem, tak zase vystupuje i pozorování úplně bez pokusu, ku př. pohyb měsíce dá jen se pozorovati, ale nemůžeme vůli svou měsíci dáti pohybu žádoucího.

Pokus vůbec slouží rozmanitým účelům; učenec chce pokusem najíti novou pravdu, nový zákon; chce-li však pokusem nějaký výjev na přírodě vynutiti, musí znáti podmínky toho výjevu; pravidlem těchto podmínek nezná a pak mu nezbyvá, než pokus opakovati, poměry a okolnosti, za jakých pokus se koná, měniti, až přijde k poměrům, jež podmiňují zdar pokusů. Takovými pokusy obohacuje se věda; při nich potřebí té největší opatrnosti a svědomitosti, těch nejlepších přístrojů, zejména nejjemnějších a nanejvýš přesných nástrojů měřících ať čas, ať prostor a t. d. Takové vědecké pokusy jsou ku př., jimiž Fizeau a Breguet zjistili, že světlo ve vodě volněji se šíří než ve vzduchu, vyvrátivše tak mínění Newtonovo o výronu světla, jež jeho autoritou po století se udrželo. Pokusem stává učenec přírodě určitou otázku, na kterou dává tato stejně určitou odpověď. Při pokuse vybírá si přírodopysce jistý výjev z přirozené jeho souvislosti s výjevy druhými a hledá těch podstatných podmínek, za kterých musí nastoupiti. Ne-

\*) „System der deductiven und inductiven Logik“; vydání Schielova z r. 1868 dílu prvního str. 445—448.

zdaří-li se pokus, tož jen tím se dokazuje, že nebyly všechny nepříznivé okolnosti odstraněny a že nebylo všech podmínek šetřeno. Všechna těla ku př., na které působí síla těžná stejnou mocností, měla by stejně rychle k zemi padati; avšak zkušenost učí, že těla těžší rychleji k zemi padají, neboť snáze překonávají odpor vzduchu; i musí odstraniti se možnost, aby vzduch působil oproti síle těžné, tedy musíme pozorovati padání různých těles ve válcí, z něhož vzduch vyčerpán, má-li zákon pokusem býti utvrzen.

Podruhé slouží pokus přírodopytci, aby objasnil a napravil názory, získané pozorováním. Již v prvém století Seneca přirovnal vidmo broušeného skla k duze; avšak správného názoru o rozkladu světla nabyto teprve roku 1666, kdy Newton provedl známé pokusy s trojstěnným hranolem skleněným.

Konečně je pokus nejlepším prostředkem, aby známosti silozpytné širším kruhům sděleny býti mohly. Že k tomu nestačí pozorování, bylo nahoře dokázáno, že pro prvopočátečné učení silozpytné pouze jednoduché pokusy připustiti sluší, vysvitá z uvažování na str. 59. Tedy odůvodněna je, tuším, s dostatek zásada „vyučování fysice spolehej na řadě jednoduchých pokusů;“ proč tu o „řadě“ se mluví, vysvitne níže.

Učitel neprovádí ve škole elementární pokusů k tomu účelu, aby nějakou novou pravdu přírodní odkryl nebo pokusy doplňoval povrchní pozorování; on jen prostě opakuje pokusy velmi dobře známé a bezpočtukrát vykonané, aby byly podkladem vyučování silozpytného. Že třením pryskyřic budí se elektřina, bylo již roku 600 př. Kr. známo a potom mnoho a mnohokrát pokusem ukazováno, nyní ve škole tytéž pokusy konáme; Torricelli svůj pokus tlakoměrný provedl již r. 1643, po něm opakován stále a stále a ukazuje se ve školách dosud.

A což vypovíme pozorování naprosto ze školy elementární? Nikoli. Není sice schopno tvořiti základ vyučování, může však snadno býti podnětem poučení; nemůže se bráti v rozpočet od methodika, za to jím nepovrhne paedagog. V létě, kdy téměř denně bouřka v přírodě pozornost chovanců poutá, vyloží blesk za jiskru elektrickou, hrom za zvuk jiskrou tou způsobený, bude vyprávěti o pokusech Divišových a Franklinových, kteréž vedly k zařízení bleskosvodu atd. V zimě sníh s mračen se sype a led vodu pokrývá — povzbuzení pro učitele, aby v tento čas vykládal o přecházení vody do skupenství pevného. O stínu nepromluví v doby, kdy slunce do světnice školní nesvítí a stíny po podlaze, stěnách atd. nevrhá. Ovšem je takové počínání přípustné pouze na nižším a středním stupni ve škole obecné, kde jedná se spíše o upozornění na výjevy přírodní a kde vystupují jednotlivé výjevy přírodní samy pro sebe. Na vyšším stupni nelze věc tu prováděti, poněvadž učitel je vázán hodinami i tím, že o výjevy a zákony předchozí opírá

se zákon následující, že k vyučování potřeby pokusů, které dříve připravit se musí, a učitel ráno konaje tuto přípravu, nemůže tušiti, jaká proměna nastane v přírodě odpoledne, aby v silozpytném výkladu odpoledním k oné proměně přihlížel. Zde nechť učitel jen povzbuzuje chovance k tomu, aby sami přírodní úkazy pozorovali nejen ve přírodě ale i doma, na ulicích, v dílnách atd., pátrajíce po úkazech podobných těm, jež ve škole jim předvedeny byly pokusy.

Nejširšího oprávnění má pozorování v opatrovně a škole mateřské; tam nemá pěstounka mluvit o nějakém výjevě přírodním dříve, dokud chovanci ve přírodě samé jej nespatri, jak právě to činí pěstounka Mošnerova. (Ovšem mluvíme tu stále o pozorování ve smyslu užším, t. j. o pozorování výjevů ve přírodě samé a nikoliv o pozorování vůbec, které také na pokus se vztahuje.)

Tedy pokusy mají tvořiti podklad elementárnímu učení silozpytnému. Avšak nestačí o pokusech jen vyprávěti, přístroje, průběh pokusův a podmínky jejich zdaru jen popisovati, nýbrž potřeby pokusy samy před očima chovanců prováděti. Naši chovanci nikdy neuspokojí se planým povídáním, že ten neb onen pokus provedl se tam a tam, tak a tak, jim nestačí ani nákresů a obrazů přístrojů, jak bylo již výše výtčeno; naši chovanci chtějí viděti a zkoušet osobně ty zajímavé věci. Pouhé povídání o výjevích bez pokusů je provázeno s výsledkem praskrovným nebo žádným a učitel zejména na nižším a středním stupni neměl by o žádném výjevě přírodním vykládati, dokud by nemohl pokusem jej doložit. I pro vyšší stupeň má toto pravidlo plnou platnost, ačkoli chovanci jsou tu dospělejší a snáze dovedou si obrazotvorností svou věc aspoň přibližně představit. Pro první dobu lze sice zvědavost chovanců vyprávěním ukojiti, avšak stále pozornost upoutati a výsledek vyučování zjistiiti je možno jen při skutečném provádění pokusů.

Na učiteli jest: pokusy prováděti, na chovanci věc pozorovati. „Příklad dáti, vyložiti, napodobení ukázati učiteli náleží; pozorovati, pochopovati, napodobovati žákovi,“ praví K o m e n s k ý. Jak učitel má nazírání chovancům usnadňovati, jakých přístrojů a jakých prostředků při tom užívati, bylo již výše obšírněji vyloženo.

Rozumí se samo sebou, že pokus má býti té povahy, aby všichni chovanci jej nazírati mohli, a že pro vyučování rozhodně se nehodí pokusy, které může nazírati jedině učitel. Ani bychom o věci této jako samozřejmé se nezmiňovali, kdybychom nedočítali se ve Kauer-Müllerově *Fysice pro c. k. ustavy učitelské* následujícího: „Namočme levou ruku do vody studené, pravou do vody horké a hned potom obě zároveň do vody vlažné atd.“ (Viz dílu I. str. 51.) Nehledíc ani k té nebezpečné stránce pokusu: že učitel horkou vodou si ruku opaří, není pokus

připustný již proto, že vylučuje nazírání všech chovanců. Mohou sice pokusy takového druhu předvésti se v úzkém kruhu domácím (viz str. 64. Kodymových *Zábav nedělních*), kde konečně každý jednotlivec o věci osobně přesvědčiti se může, ve škole však nelze opíratí se o věc, kterou nazíral učitel aneb jeden chovanec!

Také bychom nezmiňovali se o tom, že pokusy nemá býti ohrožováno zdraví chovanců, kdybychom v Kauer-Müllerově knize nečtli o pokusu s chlórem, který „brzo naplňuje celou místnost svým zápachem i uniká mezerami v oknech a ve dveřích na venek“ (I. dílu str. 3).

## II. Popis přístroje a pokusů.

Nejdříve pozoruje chovanec věc, předmět, přístroj samotný v klidu; tyto věci: sklo, dřevo, dříví, železo, voda atd. jsou mu dávno známy; avšak, co s nimi dítí se bude, je mu neznámo. Někdy zná zevnějšek i užívání jistých přístrojů, ku př. pumpy, stříkačky, ale vnitřní jejich zařízení je mu tajným. Vždycky tedy poji se tu známé s neznámým, a právě „šťastné směsování a proplétání starého s novým budí v nejvyšší míře interest,“ praví výborný psycholog Volkmann.

Učitel okazuje na věci a jednotlivé jejich části a táže se chovanců, co vidí; chovanci dávají odpovědi stručné, kusé, jmenujíce jen dřevo, mosazný kolík atd. Učitel mluví pak o tyči, mosazné podpoře atd., vůbec podává jména a výrazy technické. Konečně seberou se kusé odpovědi v celek: tyč pevná okolo podpory volně se otáčející. Takovou tyč pojmenuje učitel pákou. Tak vyhovuje se důležitému pravidlu: „Věcem učiti předně a za tím řeči.“ Zajisté „věci jsou podstata, slova případek jejich; věci jsou tělo, slova oděv toho těla. Pročež napřed věci uvozovány býti mají v rozum, a potom přiodívány řeči.“ (Komenský).

Popis přístroje je hned složitější, jindy jednodušší. Někdy tzáleží v jediném slovu, ku př. drát (při pokuse s dobrým teplovodičem); jindy je to celý shluk slov: trubka na jednom konci zúžená, opatřena plným pístem, pohyblivým pomocí táhla (= stříkačka ruční). Již při tomto popise je důležité, aby vedli se chovanci k tomu, odmysletí a přímo zapominati na věci vedlejší: tedy ku př. u drátu na to, je-li mosazný nebo železný, krátký č. dlouhý, úzký č. široký atd., u stříkačky necht zapomenu, že je skleněná — může býti také dřevěná, nebo kovová; že je píst skleněný a vlnou obalený — může býti také kaučukový; že je píst nahoře v korku upevněn — může býti i v kovovém věnci, v kaučukové zátce atd.

Také při popisování pokusů dbáme toho, aby „látka šla napřed a za ní doba.“ Ku př. ukážeme na drátě, jak v něm šíří se teplo od částice k částici a teprve potom řekneme tomu



výjevu vedení tepla; ukážeme, že magnet nejvíce pílín že lezných na koncích svých přitáhne, a teprve potom nazveme tyto nejvíce magnetické konce póly. Tímto postupem dosáhneme toho, aby chovanci dovedli zodpovídati otázky: čemu říkáme páka, póly, vedení tepla; při tom rozebíráme daný celek v jeho části, vedouce chovance od smyslného názoru k abstraktním pojmům, jichž výrazem jsou právě slova. Tak tomu právě chce metoda rozborná č. analytická, mnohými výbornými didaktiky vřele doporučovaná pro vyučování elementární. Ostatně vysvitne toto analytické počínání ještě lépe z následující stati.

### III. Rozbor pokusu.

Nazíráním a popsáním přístroje a pokusu není ještě pozorování skončeno. My musíme z pokusu vyvoditi zákon, jímž se spravuje; tento zákon nalézá se analýsí čili rozbořem pokusu. Tu především třeba vésti chovance k tomu, aby nahodilé a vedlejší okolnosti pokuse odtahovali, abstrahovali od znaků podstatných. Při známém pokuse s kovovou kuličkou a příslušným kovovým věncem je ku př. vedlejší věci, zda-li kulička upevněna na držátku nebo opatřena háčkem pro držadlo; zahřívá-li se na plameni líhovém anebo jinak; držíme-li kovový věnec v ruce nebo je-li na stojánku upevněn; propadá-li kulička do podstaveného kalíšku nebo trčí-li prostě do vzduchu, leží-li zahřátá kulička ve věnci kratší nebo delší dobu atd. My snažíme se soustřediti pozornost chovanců jen na hlavní věci: kulička se zahřála a věncem neprochází, roztáhla se. Vyslovíme-li věc v souvislosti: kulička teplem se roztahuje, zvětšuje svůj objem. Teprve tímto soudem je pozorování ukončeno.

Vizme druhý příklad (dle Crügra): Konáme pokus s teploměrem, jehož kuličku obalíme tenkým plátnem a na to nakapáme étheru; rtuť v teploměru klesne pod bod mrazu. V tomto pokuse je věcí nepodstatnou, že kulička byla plátnem obalena; mohli jsme místo plátnem obaliti ji vatou nebo jinou věcí. Na plátno nemusil éther se kapat, mohlť prostě plátnem obalená kulička ponořiti se do nádoby s étherem a zase vyňati a p. Zde záleží jen na tom, že kulička pokryla se tenkou vrstvou étheru, který se vypařil. Ani to není podstatné, že kulička byla obalem opatřena a tak vrstva kapaliny na poměrně velkém povrchu rozlita; mohlť teploměr bez obalu ponořiti se do nádoby s étherem, jehož vypařování bychom způsobili foukajíce do rourky až na dno nádoby sahající. Tedy v celém pokuse je jen jediná věc podstatná: vypařování étheru. Chovanci mají k tomu býti vedeni, aby všechny ostatní věci abstrahovali, všechny přídavky při pokuse tom si odmýšleli a jen k tomuto úkazu zřetel měli. — Druhá podstatná část po-

kusu je klesnutí rtuti v teploměru; můžeme abstrahovati, že klesla rtuť značně, musíme však souditi, že povstala zima. V celém pokuse je potřeba jen dvou věcí si všimnouti: I. Ether se vypařil. II. Povstala zima. První jest příčina, druhé následek. V souvislosti vyslovíme výsledek pozorování svého pokusu: vypařováním se étheru povstává zima. Tím je pozorování ukončeno; patrně, že jsme rozborem pokusu došli jistě pravdy, jistého zákona.

Třetí příklad (dle Crügra): Zelenou tyčí skleněnou, již jsme třeli látkou hedvábnou, přiblížili jsme se pírkám, malým kouskům papíru a bezové dřevě na stole ležícím; tyto věci byly tyčkou přitaženy a odpuzeny. Hledajíce první podstatnou část pokusu, znamenáme, že je lhostejné, zda-li tyč jest zelená nebo bezbarvá, je-li to tyč nebo trubka, je-li třena hedbávím nebo koží a j. Jedině podstatné jest: Sklo je třeno. Dále je lhostejno, zda-li leží věci dotčené na stole nebo visí-li na niti; jsou-li to pírká nebo kousky stébla; kousky dřevě nebo pozlátka; jen jediná věc je důležitá: všechny ty věci jsou malé a lehké. Vidouce, že pohybují se ku sklu a potom ode skla, soudíme, že sklo je přitahuje a odpuzuje. Tak nalézáme tuto druhou podstatnou část pokusu: malé věci lehké jsou od skla přitahovány a odpuzovány. Spojením obou částí dojdeme k zákonu: třené sklo přitahuje a odpuzuje malé věci lehké. (Když chovanci poznali tuto věc, dáme jí jméno: elektrické přitahování a odpuzování.)

Čtvrtý příklad (dle Crügra): Zkoumavku naplníme petrolejem tak, aby zůstal ve výšce tři centimetry hluboko pod otvorem jejím; jeho povrch znázorníme páskem okolo zkoumavky navázaným; spodní část zkoumavky ponoříme do horké vody. Petrolej vystoupí asi o 1 centimetr výše. V tomto popise nalézáme mnoho vedlejších věcí, kteréž jsou důležité pokyny pro toho, kdo pokus koná, avšak pro výsledek pokusu nejsou podstatné. Skleněná nádobka je volena proto, aby snadno mohl se pozorovati povrch kapaliny; nahoře ponecháno prázdné místo, aby petrolej nepřetekl. Ovázaná tkanice nebo drát nebo papírový pásek má učiniti názor povrchu kapaliny pohodlnějším. Do teplé vody noříme zkoumavku proto, aby sklo neprasklo a petrolej nevytekl; petrolej mohl i jinak se zahřátí, kdybychom byli zkoumavku nad plamenem líhového kahanu drželi. Jen jedna věc je podstatná: Petrolej byl zahřát. Proto vystoupil asi o 1 centimetr. Z vystoupení kapaliny mají chovanci souditi, že nyní zaujímá větší prostor nežli dříve, že se roztáhla. Petrolej se roztáhl, to je druhá podstatná část pokusu. Tento děj je podmíněn druhým; neboť nebude roztážen, nebude-li zahřátí. Výsledek pokusu tedy zní: Zahřeje-li se petrolej, roztahuje se. Avšak příčinou zahřátí je teplo, proto pravíme: Petrolej teplem se roztahuje.

Z těchto příkladů patrně, že rozbor pokusu záleží v tom:

vyhledávati podstatné jeho částky a přiměřeně je spojovati. Pravidlem nalezneme dvě takové části pokusu, jež jsou vzájemně tak spojeny, že jedna bývá základem, někdy i příčinou, druhá pak následkem.

Při analýsi pokusu potřebí v chovancích navoditi tyto duševní stavy: 1. Pozornost úmyslnou, všestrannou i sebranou; chovanci mají úmyslně řídití ducha na podstatné (i vedlejší) částky pokusu. 2. Mají oddělovati části podstatné od vedlejších a nahodilých — psychologický pochod odtažování č. abstrakce. 3. Mají spojovati podstatné částky pokusu v soud — psychologický pochod združování č. kombinace i osvojování č. appercepce.

Chovanci rozebírajíce názor docházejí pojmvů; tento pochod duševní žádá větší dospělosti duševní, z čeho již patrné, že fysice může se vyučovati teprve na středním a vyšším stupni škol elementárních. Ovšem mohou děti již v mateřské škole a v nejnižších třídách školy obecné býti do úkazů přírodních zavedeny, jak výše vytýkáme; avšak zde prostě na věci jen nazírají a s jejich jmény se seznamují, nepátrajíce po příčinnosti úkazů, v čemž právě vězí podstata fysiky. „První věk toliko věcmi smyslovými vzděláván buď,“ praví Komenský, t. j. opatřuj se dítěti hojnost názorů, z nichž by později teprve pojmy ve své přirozené souvislosti vyvíjeti se mohly.

#### IV. Induktivní řady pozorování.

Tedy můžeme rozdělití názory a pojmy silozpytné mezi děti nedospělé a dospělejší. Nelze však rozdělití úkazy přírodní od zákonův a sil, s nimiž jsou v těsném spojení příčinném. Jakmile chovanci z pokusu rozborem dojdou přírodopysné pravdy, budou tázati se: jak? proč tak a nejinak? Na tyto otázky chovanců musí dáti se odpověď hned a ne teprve po jednom anebo dvou letech, kdy chovanci interest pro věc ztratí nebo sami příčiny výjevů vyslídí.

Jinak pojal věc Heussi, vyloživ si zvláštním způsobem mínění Diesterwegovo o vyučování fysice. Týž totiž roku 1834 vydal známý spis *Wegweiser zur Bildung der deutschen Lehrer*, kde stanovil úkol vyučování fysiky: 1. v poznání úkazův a údajů v přírodě samé; 2. v poznání pravidelného nebo zákonného průběhu úkazů; a 3. v pátrání po příčinách úkazů. Tedy zkrátka „všude předně co, potom jak, potom proč, nebo: úkaz, zákon, příčina.“ Tento návrh dá se vyložiti v ten rozum, že po delší dobu nemá se pojednávatí o ničem jiném než o přírodních úkazech; potom nějaký čas věnuj se přírodním zákonům; konečně může mluviti se o silách. A tak skutečně pojal a provedl věc Heussi v trojdílném spise *Experimentalphysik* (1838 až 1840); v prvním díle mluví se jen o úkazech, ve druhém díle předvádějí se jen zákony a třetí díl silám přírodním věnován.

Avšak při skutečném provádění ukázala se ihned nemožnost věci: Heussi položil i v díl druhý úkazy, jež do prvního dílu náležely, a zákony nalézají se i v díle prvním i v díle třetím, ač pro ně jen díl druhý vykázan; při dalším zpracování vzdal se Heussi své myšlenky, učiniv ze tří běhů pouze dva kursy. Diesterweg pak vyslovil se o věci takto: „Většina znalců věci a methodiků, s nimiž také my nyní souhlasíme, vyslovila se, že rozdělení Heussiho nelze provésti, aniž má se provésti. — Není to psychologické, přidržovati učeně násilně po celý kurs jen ku zevnějším úkazům, skrývati mu jich uzákoněný průběh, zapovídati otázku Proč, docela rozdělití To a Co od otázek Jak a Proč. Toto trojí ve fysice náleží dohromady.“ Nejinak o věci vyslovuje se Klöden: „Jako jisto jest, že dítě musí býti navykáno, setrvati při každém úkazu přírodním pozorujíc, přemítajíc a dále zkoumajíc, tak jisto jest, že tyto tři duševní činnosti při každém úkazu bezprostředně za sebou následovati mají. Jedna vychází z předchozí a zakládá následující. Konáme násilí přirozenosti, jest-li toto spojení rušíme, utlačujeme přirozené děti otázky: Jak se to děje? Proč se tak děje? a odkládáme odpověď na přes rok, poněvadž otázka nesouhlasí s methodou.“\*) Crüger připomíná, že věc vypadá tak, jako by někdo po celý rok chtěl jísti jen polévku, druhý rok jen zeleninu a třetí rok pouze pečení jedině proto, že při jídle ony věci polévce teprve následují.

V přírodě úzce sloučen zákon s úkazem, tento totiž zákonem se spravuje. Je-li úkaz přesně vysloven, tož můžeme toto vyslovení vzítí za zákon jen v tom smyslu, že zákon z úkazu musí se odvoditi, že nemůže býti námi přírodě předepsán, než příroda sama že jej naznačuje v úkazech. Bylo by však vždycky na pováženou, chtítí odvoditi nebo založiti zákon na jediném výjevě přírodním a potom snad ohlížeti se teprve po jiných příkladech, které zákon dovozují. Svědčilo by jen o povrchnosti a nedbalosti, kdyby z jediného pokusu nebo pozorování byl zákon odvozen, a kdyby potom přírodozpytec se ohlížel v přírodě, zda-li i jinde je platen. Náš pokus má předvésti úkaz co nejjednodušeji a nejjasněji, aby zákon snadno byl nalezen; avšak tento zákon platí jen pod tou podmínkou, že ostatní úkazy přírodní s naším pokusem souhlasí.

I nestačí pozorovati jeden výjev, nestačí jen na jednom předmětu provéstí pokus, chceme-li dojítí pravdy obecné nebo zákonu. My musíme pozorovati druhý, třetí předmět, zdali i tyto tentýž výjev podávají; takovým způsobem nabudeme více pozorování stejného druhu, z nich sestavujeme řady pozorovací. Tyto řady obsahují jednotlivé následky, z nich

\*) Šířeji o Diesterwegovi a Heussim rozpráví Crüger na str. 269—272 prvního svazku spisu „Geschichte der Methodik des deutschen Volksschulunterrichtes“ (1877).

dojdeme k obecným příčinám — methodou induktivní; tato „značí cestu od jednotlivého k obecnému, od následků ku příčině,“ praví Dastich \*) v souhlase s Millem, kterému je indukce „počinání, jímž nalézáme a dokazujeme úsudky (věty) obecné.“ Poněvadž tyto řady pozorovací jsou oporou indukce, budeme jim říkati induktivní řady pozorovací. Vizme příklady:

### I. Induktivní řada pozorování.

1. Čtyřtěn má těžiště ve svém měřickém středu.
2. Osmistěn má těžiště ve svém měřickém středu.
3. Dvacetistěn taktěž.
4. Šestistěn taktěž.
5. Dvanáctistěn taktěž.

### II. Induktivní řada pozorování.

1. Na páce je práce síly rovna práci břemena.
2. Na kladce je práce síly rovna práci břemena.
3. Na kole na hřídeli taktěž.
4. Na šikmé rovině taktěž.
5. Na klínu taktěž.
6. Na šroubu taktěž.

### III. Induktivní řada pozorování.

1. Práce páky zmenšuje se třením.
2. Práce kladky zmenšuje se třením.
3. Práce kola na hřídeli taktěž.
4. Práce šikmé roviny taktěž.
5. Práce klínu taktěž.
6. Práce šroubu taktěž.

Z těchto řad, získaných pokusy a pozorováními, tvoříme induktivní úsudek. Úsudek je vůbec odvození soudu nového ze soudů daných; dané soudy (pravidlem dva) jsou návěsti, soud z nich odvozený je závěr. Všechny tři soudy: návěšt hořejší, návěšt dolejší a závěr obsahují pouze tři hlavní pojmy nebo členy: 1. člen hořejší jako přísudek závěru = P; 2. člen dolejší jako podmět závěru = S; 3. člen střední, který pouze v návěstech a nikoli v závěru přichází = M. Tedy máme pro úsudek vůbec tento vzor:

Návěšt hořejší	obsahující	členy	M a P.
Návěšt dolejší	"	"	M a S.
Závěr	"	"	S a P.

Při úsudku induktivním spojují se všechny jednotlivé soudy v soud jeden, jehož přísudek je všem podmínkám společný:

\*) Dr. Josefa Dasticha „Formálné logiky“ (1867 str. 138).

I. Těžiště čtyřstěnu i osmistěnu i dvacetistěnu i šestistěnu i dvanáctistěnu nalézá se v jich měřickém středu.

II. Na páce i kladce i kole na hřídeli i šikmé rovině i klínu i šroubu je práce síly rovna práci břemena.

III. I práce páky i kladky i kola na hřídeli i šikmé roviny i klínu i šroubu zmenšuje se třením.

To jsou t. zv. soudy analytické, poněvadž povstávají rozbořem obsahu podmětu, tedy analýs; také jim říkáme soudy induktivní. Tyto induktivní soudy budou tvořiti hořejší návěšt úsudku induktivního.

Abychom pro tento úsudek obdrželi návěšt dolejší, musíme pro jednotlivé předměty hledati nejbližší pojem rodový č. nadřaděný, v jehož obsahu byly by ony podměty svými obsahy jako části zahrnuty. Musíme hledati celek, jehož části jsou právě ony jednotlivé podměty; tento celek je rod, podměty jsou jeho příslušné druhy. A tak dostaneme pro své příklady následující dolejší návěsti:

I. Čtyřstěn, osmistěn, dvacetistěn, šestistěn a dvanáctistěn jsou všechna tělesa pravidelná.

II. a III. Páka, kladka, kolo na hřídeli, nakloněná rovina, klín a šroub jsou všechny jednoduché stroje.

Majíce obě návěsti, můžeme z nich odvoditi závěr, čímž dostaneme následující úsudky.

### I. Induktivní úsudek.

Těžiště čtyřstěnu, osmistěnu, dvacetistěnu, šestistěnu a dvanáctistěnu nalézá se v jich měřickém středu.

Čtyřstěn, osmistěn, dvacetistěn, šestistěn a dvanáctistěn jsou všechna tělesa pravidelná.

Tedy: Těžiště všech těles pravidelných nalézá se v jich měřickém středu.

### II. Induktivní úsudek.

Na páce, kladce, kole na hřídeli, šikmé rovině, klínu a šroubu je práce síly rovna práci břemena.

Páka, kladka, kolo na hřídeli, nakloněná rovina, klín a šroub jsou všechny stroje jednoduché.

Tedy: Na všech strojích jednoduchých je práce síly rovna práci břemena.

### III. Induktivní úsudek.

Práce páky, kladky, kola na hřídeli, šikmé roviny, klínu a šroubu zmenšuje se třením.

Páka, kladka, kolo na hřídeli, šikmá rovina, klin a šroub jsou jednoduché stroje.

Tedy: Práce všech strojů jednoduchých zmenšuje se třením.

V návěstech nalézá se člen střední, tvořený řadou pojmů, a sice v obou jako podmět — máme tu příklad tak zvané třetí figury úsudku:

M je P.

M je S.

Tedy S je M.

Na jmenovaných předmětech konala se pozorování, jichž výsledky podává hořejší návěst; ony předměty činí jistý rod, jak naznačuje dolejší návěst. Co však platí o všech jednotlivcích č. druzích jistého rodu, to platí o celém rodu. Závěr a obě návěsti jsou soudy obecné, v našich případech jsou *A*, t. j. obecné soudy kladné, kterými se celému obsahu podmětu přisuzují přísudky. To je právě zvláštností úsudku induktivního, že jím nikdy nedochází se soudu částečného, nýbrž závěru obecného. Vycházejíce od jednotlivého a zvláštního, docházíme úsudkem induktivním pravdy obecné. „Indukce je tedy ona rozumová operace, kterou soudíme, že to, co platí v případě (nebo v případech) jednotlivém, platí též ve všech případech, které onomu (neb oněm) jsou podobny . . . Jedním slovem: indukce je počínání, kterým soudíme, že co platí o určitých individujích jisté třídy, platí pro celou třídu, nebo že co platí v jistých dobách, platí za těchže okolností v každé době“ (Mill). Při indukci vycházíme od jednotlivých pozorování a úkazův a docházíme přírodního zákona, platného pro všechny okolnosti a časy, tedy obecně platného. Látku k hořejší návěsti podává nám zkušenost, návěst dolejší je plodem přemýšlení, důsledností úsudku podle Milla je příčinnost.

Někdy přicházíme cestou induktivní k úsudkům, jejichž podměty jsou mezi sebou souřadné a dají opět nějakému vyššímu rodu se podříditi. Vizme příklad.

Tělesa pevná chvějí-li se, vydávají zvuk.

Tělesa kapalná chvějí-li se, vydávají zvuk.

Tělesa plynná chvějí-li se, vydávají zvuk.

To jsou induktivní úsudky, získané přčetněmi pozorováními, jejichž podměty (tělesa pevná, tělesa kapalná, tělesa plynná) jsou pojmy mezi sebou sporné (žádné těleso pevné není kapalinou atd.) a souřadné, t. j. pojmu vyššímu č. odtažitému č. rodovému (tělesa vůbec) jako druhy ve stejné míře podřaděny. Tedy zkrátka obdržíme následující

Tělesa pevná, kapalná a plynná chvějí-li se, vydávají zvuk.

Tělesa pevná, kapalná a plynná jsou tělesa vůbec.

Tedy: Tělesa vůbec chvějí-li se, vydávají zvuk.

Podobně mohly by povstati úsudky induktivní i třetího a čtvrtého stupně, jakož skutečně ve přírodopytu jich se užívá ku nalézání pravd a zákonů ještě obecnějších. Takovým způsobem úsudky induktivní navzájem se podporují a k důkladnějšímu a vědeckějšímu založení vědy přispívají. \*)

Tuším, že nyní jest s dostatek objasněna povaha obecných závěrů induktivních, jimž ve fysice dáváme zkrátka jméno: zákony přírodní. Je také patrné, že tyto zákony mohou býti zahrnuty pod zákony vyššího stupně nebo vyššího rázu. Tak ku př. zákon tíže zemské zahrnut je v zákonu obecné přitažlivosti; tíže zemská je zvláštním případem obecné přitažlivosti. Vzpomínáme tohoto významu: zákony vyššího stupně proto, že v Kauer-Müllerově *Fysice pro c. k. ústavy učitelské* panuje v této věci veliké změtění pojmův a názvů. V úvodu mluví se o „rozumových soudech výsledních čili poučkách“, tedy zkrátka o „zákonech“, jak bychom soudili z úvodu. Avšak ve spise samém užívá se tohoto geometrického významu: „poučka“ zvlášť a „zákon“ stojí také zvlášť. A ohledáváme-li, co za „poučkami“ uvedeno, nalézáme, že buďto jsou to zákony stupně nižšího, nebo popisy, nebo výměry, nebo dokonce prosté výklady slovné, při nichž po příčinném vztahu jednotlivých pojmů není ani stopy. A tak má název „poučka“, který do fysiky vůbec nenáleží, neméně než čtverý význam, čímž ovšem methodická hodnota spisu veliké újmy trpí. Tomuto spletení by se bylo zabráněno, kdyby užilo se oprávněných názvů: „zákon stupně prvního“, „zákon stupně druhého“, ač je-li toho v knize pro kandidáty učitelské vůbec třeba.

### V. Indukce neúplná, pravděpodobnost a obdoba.

Indukce je úplná, vztahuje-li se ke všem druhům č. případům jistého rodu, nebo dále ke všem rodům jisté třídy. Tato úplná indukce je nejtěžší, ale i nejdůležitější; po ní snaží se všechny zkušební vědy, poněvadž zabezpečuje největší jistotu.

Avšak může státi se, že jsou sice všechny jednotlivé případy jistého úkazu prozkoumány, avšak jenom na většině z nich a nikoli na všech nalézá se týž zjev. Tak ku př. zákon Mariottův, dle kterého objemy plynů jsou v opačném poměru k tlakům, neosvědčil se správným při tlacích značnějších, kdy vzduch, dusík a kyslíčnik uhlíčitý stlačují se více a vodík zase

\*) Viz o tom obsírněji § 96 na str. 171—173 třetího vydání Lindnerova spisu „Lehrbuch der formalen Logik“.



méně, než zákon onen žádá; pro tyto odchylky i pro odchylky kyseliny siřičité, čpavku, kysličníku dusičnatého a uhlovodíků nemluví někteří spisovatelé o zákonu, nýbrž jenom o pravidle Mariottově. Také nemůžeme říci: tlakoměr při všech větrech jihozápadních klesá a při všech severovýchodních vstoupá; nalezlo se, že tomu vždycky tak není, pozorovaly se výjimky a proto pravíme: tlakoměr při větrech jihozápadních pravidlem klesá a při větrech severovýchodních obyčejně vstoupá.

Často nelze všechny jednotlivé případy prozkoumati, takže přehled a souhrn všech druhů nebo případů chybí a nelze jeho dosáhnouti. Výjevů přírodních, zejména v povětrnosti, je taková nekonečná řada, že zajisté nelze všechny prozkoumati, vůbec řada pozorování je neúplná. Avšak ani tu nezřikáme se indukce, soudíce v obyčejném životě a ve vědě ze množství případův anebo předmětů na celý druh, ze mnoha druhův o celém rodu. „Úsudek z více či mnoha případův na všechny jest indukce neúplná. Užívá se jí pak buď k vytknutí znaků rodových z bezprostředně pozorovaných znaků druhových, anebo k vysvětlení celého oboru úkazů z podmínek, z nichž podařilo se vysvětliti jednotlivé skupeniny úkazů příslušných.“ \*) Indukce neúplná nezaručuje úplné jistoty; závěr induktivní jen přibližuje se pravdě, je to soud pravděpodobnosti. „Pravděpodobnost vztahuje se částečně k naší nevědomosti, částečně k naší vědomosti,“ praví důmyslně Laplace. Před rokem 1877 byla věta: „Všechny plyny jsou ztužitelné“ vyslovována jako jen pravděpodobna, poněvadž nepodařilo se do té doby ztuziti kyslík, vodík, dusík, vzduch, kysličník uhelnatý a dusičitý a uhlovodík lehký; v roce 1877 podařilo se Pictetovi a Cailletetovi ztuziti kyslík, dusík, vzduch a vodík, tak že věta „všechny plyny jsou ztužitelné“ nabyla mnohem větší pravděpodobnosti, přiblížila se značně jistotě. Ovšem takového soudu pravděpodobnosti lze jen s největší opatrností užívati; zejména nesmíme předčasně jej pronášeti, t. j. ne dříve, dokud většiny případův jsme neprozkoumali.

Také místo úplné indukce užívá se obdoby čili analogie, pro níž Mill tento obecný vzorec podává: „Dvě věci podobají se sobě v jednom nebo ve více ohledech, jisté tvrzení jest o jedné pravdivé, proto jest pravdou i pro druhou (věc).“ \*\*) Analogicky soudíme: poněvadž dva předměty mají jisté známky stejné, souhlasí i ve známkách ostatních. Vizme příklad:

Blesk

provázen jest světlem,  
působí hřmot,  
má podobu klikatou,

Elektrická jiskra

provázena jest světlem,  
působí hřmot,  
má podobu klikatou,

\*) Dasticha „Formální logiky“ str. 168.

\*\*) „System der deductiven und inductiven Logik;“ třetího vydání dílu druhého str. 94.

přeskakuje na věci kovové,  
provrtává pevná těla,  
taví kovy,  
zapaluje předměty hořlavé,  
ničí život zvířecí,  
magnetuje železo.

přeskakuje na věci kovové,  
provrtává pevná těla,  
taví kovy,  
zapaluje předměty hořlavé,  
ničí život zvířecí,  
magnetuje železo.

Tyto dva úkazy souhlasí spolu množstvím známek. Mimo to je známo, že

elektrická jiskra přestane ze svodiče přeskakovati, blížíme-li svodiči hrot kovový; soudíme tedy analogicky:

Hrot kovový odejme asi i elektrickému mraku elektrinu.

Této analogii, jejíž správnost pokusem zjistil Franklin roku 1752, děkujeme za nález bleskosvodu.

Rozdíl mezi indukci a analogií stanoví Dastich takto: „Indukce spočívá na pokroku od pojmu podřaděného k nadřaděnému, analogie (obdoba) na přechodu od jednoho seřaděného ku druhému;“ ještě jasněji vytýká jej Lepař: „Indukce jistý pomysl z několika druhů přenesla na jejich celý rod; analogie přenáší jistý pomysl z druhů na druh.“\*) Historie fysiky podává tento příklad: „Když přírodozpytci se seznámili se způsobem, jak zvuk se budí a šíří, vedla některé z nich analogie k domněnce, že světlo podobným způsobem buzeno a šířeno býti může.“ (Tyndall.) Že tato obdoba skvěle se osvědčila, je známo. Soudíme obdobu, abychom neúplné indukci dodali vyšší stupeň pravděpodobnosti.

## VI. *Oprávněnost metody induktivní pro učení elementární.* *Srovnávání.*

Poznavše podstatu a povahu metody induktivní, ohledejme, zda-li vyhovuje požadavkům didaktiky a hodí se škole elementární. Poslyšme nejdříve Diesterwega ve věci té: „Lidský duch poznává a odkrývá nejprve jednotlivé, zvláštní, z čehož později obecné vyvinuje. Toto počínání od jednotlivého, zvláštního a individuálního a pokračování k obecnému jest tedy cesta přirozeného vývoje. Každé vzdělávající učení nastupuje tuto cestu; nazýváme je, poněvadž chápe se začátků v jich podstatě a vyvíjí tyto, elementární učení, metoda pak jest elementární metoda.“ Paedagogickou váhu metody induktivní, která zvláštní jest druh metody rozborné, velmi případně líčí Lepař: „Metodou analytickou (induktivnou, analogickou) veden jest žák k pozorování různých věcí a ku při-

\*) Spisu „O methodách učebných“ druhého vydání str. 20, na které nalézá se i následující citát.

rovnávání jich; následkem toho samostatně představu své opravuje, objasňuje a obecné nové si tvoří. Tím stává se, že o pravdivosti vyvozených představ, pravidel, soudův a t. d. nabývá zvláštního přesvědčení a že nezapomíná „pravidel“ tak snadno, jako když mu je hotové předkládáme a potom teprve na „příkladech“ objasňujeme.“

Není snad potřeba ještě dalšími doklady potvrzovati, že pro vyučování silozpytné v našich školách elementárních je přístupna jedině metoda induktivní, kterou ze řady pozorování zákon odůvodňujeme. Prvního člena této řady podá nám pokus; pozorování získané pokusem bude v čele induktivní řady. Další její členy mohou býti pozorování ve volné přírodě vykonaná, pravidlem však jimi bývají opět pokusy onomu prvému podobné. Chceme-li ku př. předvésti chovancům zákon páky rovnoramenné, volíme ramena páky nejdříve dva, potom jeden, potom tři decimetry dlouhá, věsíme na každé rameno nejdříve po třech, potom po dvou, nebo po čtyřech stejných závažích atd. Elektrické přitahování ukážeme na tyči ebonitové, potom tyči z pečetního vosku, skla i papírem. Působení tlaku vzduchu ukážeme nejen na trubce vodou naplněné a nahoře prstem ucpané, ale i sklenicí vodou naplněnou, papírem přikrytou a převrácenou, na láhvi vodou naplněné, již otvorem ponoříme do jiné nádoby s vodou.

Pravidlem však předvedeme ne veliký počet pokusův, ale vybidneme chovance, aby ze své zkušenosti sdělovali s námi podobné výjevy a pozorování. V té věci je pozoruhodno, co již roku 1822 radí se ve spise *Obraz dokonalého učitele*, jehož již výše jsme vzpomenuli. Tam učitel se radí zkoušky činiti; „po učinění jedné každé zkoušce uveď jim (rozuměj učitel žákům) několik podobných, v obecném živobytí se přiházejících udalostí; dej od žáků vynaléztí příčin těchto úkazů; vzbuzuj způsobným dotazováním účinnost jich ducha, aby svá pozorování a úsudky na jevo dali, proč ten aneb onen úkaz právě tak a ne jinaké státi se musí; aby v mnohých případech již napřed určitě řekli, co při tom zkoušení následovati bude. Tím teprv dosáhnou představu žáků náležitě světlosti, určitosti a zřetelnosti, jimiž v jich mysl hluboce se vstípi.“ Naši chovanci častým nazíráním na výjevy v přírodě samé, v domácnosti, na ulici, v dílnách atd. získali zásobu představ o jistých výjevech silozpytných.

Ovšem tyto představy těsně trvají v řadách nebo skupinách s těmi představami, s nimiž do vědomí vešly. Tak pozoroval ku př. náš chovanec, že železko v cihličce před zahrátím chřestí a teprve po zahrátí cihličku dokona vyplňuje; tato představa o roztažení železka je združena s představami o působení a užívání žehličky atd., tedy vůbec trvá v té veliké skupině představ, již označuje náš chovanec slovy: žehlení prádla. Jindy za parného odpůldne pozoroval, jak na nebi

mraky se hromadí, horko vzrůstá, mraky v dešť se rozplynou, načež zase slunce vysvítí; nicméně na zemi nepanuje tak veliké horko jako dříve, naopak nastalo ochlazení; zde je ochlazení po dešti teprve posledním členem té dlouhé řady představ, kterou zahrnuje náš chovanec slovy: letní dešť. Z těchto a podobných skupin a řad představ má se vybaviti pouze určitá představa: želízko teplem se roztahuje, vypařováním dešťové vody působí se chladno.

U chovanců dospělejších nastanou tato vybavení, když učitel předvede pokus s kovovou koulí a věncem, pokus s étherem vypařujícím se na kuličce teploměru; tyto pokusy stanou se posilou při vybavování; chovanci působením těchto posil vyloučí ze skupin a řad ony představy o roztažení želízka teplem atd. Tedy jakmile učitel chovanců se otáže: kdo z vás viděl něco tomuto pokusu podobného, již budou chovanci dospělejší s odpovědí hotovi. Oyšem k takovému vybavování musí býti chovanci vychováváni; učitel totiž musí jim na nižším stupni učení podávati více posil, více otázkami vésti je k nalézání ukryté shody mezi pokusy školními a zkušenostmi chovanců, musí opravovati a doplňovati jejich odpovědi, povzbuzovati je ku bedlivému pozorování úkazů ve volné přírodě a v jejich okolí vůbec atd. Takovým způsobem učitel bude v chovancích buditi smysl pro přírodu, a i lenivější z nich budou se zbystřeným smyslem hledati ve své zkušenosti úkazy podobné oněm, jaké ve škole viděli.

V dalším tomto slídění po skryté zákonnosti v úkazech všedního života budou chovanci vyvíjeti stále a stále větší obratnost a důvtip, budou namáhati se proniknouti zevnějšek věci, aby došli určitých podmínek úkazů, bystře budou pátrati po příbuznosti jednotlivých úkazů mezi sebou, a vůbec bude při tomto počínání úsudek chovanců bystřen, třiben a zjišťován. Jak již nahoře jsme vytkli, nebude potom při chovancích dospělejších nouze o další a nové členy induktivních řad; ovšem učitel musí vésti chovance ku řádnému věci srovnávání. A tak pomáhá tu methoda srovnávací čili synkritická, již Komenský nazývá „moudrostí dvou- i troj-okou, jiné v jiném bystře spatřující a jiné skrze jiné mocně ukazující.“\*) Lepař doporučuje tuto methodu těmito slovy: „Srovnávání věci, jich vlastností a vztahů činí názory názornějšími a působí účinek učení trvalejší a bezpečnější. Srovnávání věci s věcí vydá v učení více, než kdybychom věc dvakrát, třikrát atd. neb dvojnásobně, trojnásobně atd. před smysly předváděli. Každá věc totiž, ku které jistý předmět přirovnáváme, dle zákonů psychologických pomáhá týž předmět si pamatovati, avšak jej tolikéž od jiných rozeznáváti a opět s jinými do skupení sta-

\*) Zoubkova spisu „Život Jana Amosa Komenského“ (1871) str. 80.

věti, síli tedy paměť a ostří rozum.“\*) Ovšem má metoda srovnávací při vyučování fyzice ještě širší pole, můžeme a máme přirovnávatí teploměr s tlakoměrem, pumpu na zdviž s pumpou na tlak, magnet s elektromagnetem atd., čehož jen mimochodem připomínáme. „Znáti rozdily věcí, jest věci znáti,“ zní známé didaktické pravidlo Komenského.

Tedy pomocí pokusův a odvoláváním se ku zkušenosti chovanců docílíme řad induktivních, dostatečných ku vyvozování zákonů. Aby byly tyto řady úplné, to ve škole elementární není vůbec možno aniž je pro vzdělání vyrůstajícího pokolení nutno a potřebno. Tu stačí, podati jen nejdůležitější členy řad a naznačiti jen historicky, jak daleko řada pozorování asi sahá. Tedy ku př. z celého oboru nauky o gravitaci stačí, upozorniti podrobněji na tíži zemskou; o gravitaci obecné nemůže ve škole elementární šířeji se vykládati; tu musí naši chovanci spokojiti se s ujištěním, že zákon přitažlivosti platí i pro těla nebeská, jak vyložili výteční přírodopytci.

Induktivní závěr budiž podán ve formě přesné, určité a co možná stručné. Tak žádá Komenský v *Didaktice analytické*: „Mocnost pravidla jest: budiž slovy krátké, smyslem jasné, pravdy plné.“ Chovancům se uloží, aby v této formě si zákon pamatovali; učiní to snadně a ochotně, neboť získali jej vlastním přičiněním duševním. Je známo, že novější učebnice fyzikální takového formulování zákonů dbají i zvláštním písmem (tučným) jej v textě vytýkají. Vůbec ukazují naše učebnice v době poslední znamenitý pokrok ve příčině methodické; pravidlem zahajují výklady řadou pokusů, jež slouží jako induktivní řady pozorování, a po nich jdou teprve zákony. To, co v učebnicích podává se pro praxi školní samu a pro žáky, objasnili jsme vědeckým vyličením ve stati předešlé — a objasňujeme ve stati následující — pro učitele. Naše řady induktivní a úsudky atd., jež právě podány, nejsou tedy pro praxi školní, jakó k tomu, aby učitele seznámily s vědeckou povahou vyučování, aby on mohl s plným vyrozumíváním logickým výklady své podávati; při praktickém učení samém o „induktivních řadách,“ „úsudku“ atd. nemůže býti žákům povídáno nic.

## C. Zákonů budiž k vysvětlení jiných úkazů používáno.

### I. Postup od indukce k deducei.

Výše bylo vytčeno, jak Galilei a jeho vrstevníci připravovali půdu Huyghensovi a především Newtonovi, kterýž se nespokojil se zákony pokusy získanými, nýbrž hleděl tyto vysvětliti jako výsledky přírodních sil, jichž vzájemný vztah hleděl vyzkoumati především užíváním matematiky. Nejprípád-

\*) Spisu „O methodách učebných“ vydání druhého str. 40.

něji tato snaha jeví se v oboru hvězdářství: „Koperník i Keppler pozorují skutečnost a přemýšlejíce, jakby přivedli řád v její úkazy, osnují své zákony, které čím dál tím více jednotlivostmi se potvrzují. Směr tohoto přemýšlení jde od případů jednotlivých ku všeobecným zákonům či vlastně přehledným pravidlům. Newton v oboru mechaniky nebes shrnul všechna ta vyzkoumaná pravidla a učinil poslední krok, dostal se na základě ohromné, avšak důkladně po staletí zpytované spousty případů jednotlivých na nejvyšší hrot této pyramidy — neboť jeho pravidlo jest nejvšeobecnější, platí na zemi i na nebi, zahrnuje kámen i hvězdu v sobě, a jest spolu nejjednodušší ze všech. Tato cesta od jednotlivosti ku všeobecnému pravidlu sluje methodou induktivní: návod (indukce) a obdoba (analogie) jsou její formy logické. A věru není vzácnějšího příkladu o tom, co methoda induktivní jest, než právě vědecký postup značený pracemi hvězdářů od Koperníka až do Newtona. Nyní však, kdy indukce dostoupila až k tomuto vrcholu, kdy se vidí důmysl v držení všeobecného, světového zákona, nastává cesta opačná — z výrazu jeho pouhými závěry, mathematickým počtem, dovozují se ostatní podrobnější zákony jakož případy zvláštní, v něm obsažené, v něm jako v semeni nám podané, a spolu odkrývá se, že tato speciální pravidla nejen jsou, nýbrž proč jsou. Nyní obdrží teprv své pravé základy, nyní se dokáží. Kepplerovy zákony přicházejí nám dvakrátě vstříc — jednou jako prostá pravidla zkušenosti, po nichž jako po stupních s Newtonem kráčíme vzhůru, a pak jako věty dokázané, k nimž opět s výše Newtonova zákona se skláníme. Tato druhá cesta jest methoda deduktivní, pravý to opak předešlé, ale zrovna tak důležitá a potřebná jako ona. Každá věda musí užívatí metody induktivní, a snažiti se, aby dospěla tam, kde může dedukovati.“ \*)

Prostředek dedukce je matematika; Newton ve své osobě spojuje přírodozpytce s matematikem a prostě, ale důrazně vyslovuje se o methodách: „Všetchna úloha přírodozpytu v tom záležitosti se zdá, abychom z úkazů hybu vystopovali síly přírody, z těchto sil pak dovodili úkazy ostatní.“ Proslulý J. Herschel v jisté rozpravě filosofické takto se pronáší: „Spojení experimentu a theorie tvoří nekonečně mocnější nástroj ku nalézání, než každá z těchto věcí pro sebe. Ocituje-li se jakákoli větev vědy v tomto stavu, je to stav nejzajímavější a pro badatele nejvíce příslibující.“

V tomto posuzování metody induktivní a deduktivní není žádného rozdílu mezi staršími a moderními přírodozpytci; poslyšme ve věci té Tyndalla: „Při studiu přírody musí působiti spolu dva elementy, dva činitele, kteří náležejí svým vztahem

\*) Durdíka „O pokroku přírodních věd“ str. 61 a 62. Velmi pěkně vyličuje význam Newtona Draper na str. 247 druhého svazku spisu „Geschichte der geistigen Entwicklung Europas.“

k světu smyslovému a myšlenkovému. My pozorujeme udalost a snažíme se přivést ji na její zákony, nebo nalezneme zákon a snažíme se dovodití jej udalostí. To jedno je theorie, to druhé je pokus. Obě počínání stanou so praktickou vědou, zužitkují-li se k potřebám denního života. Není nic způsobilejšího, podati lepší obraz tohoto blahodějného pronikání obou těchto elementů, než-li dějiny předmětu, jež máme před sebou (rozuměj teplo). Kdyby nebyl stroj parní nalezen, zajisté nestáli bychom tak vysoko ve svém theoretickém vývodu jako nyní. Působení tepla v parních strojích ve všech myslících hlavách probudilo myšlenku: „Co je tato síla, kterou lze nahradití síly větru, koně a lidí? Teplo může vzbuditi mechanickou sílu, a mechanická síla může zploditi teplo; něco společného tedy musí býti podkladem i této agenci i obyčejným formám síly mechanické. — Když tento vztah byl dokázán, mohl lidský duch ve své snaze po zevšeobecňování obrátiti se také k ostatním silám vesmíru a vskutku našel princip, který všechny spojuje. Tímto způsobem triumfy průmyslu byl podporován vývoj theorie; tímto vzájemným působením zákonův a dějů, pravd objevených a užitých bylo nám popřáno přírodní vědy učiniti tím, co nyní jsou: totiž nejušlechtilejším plodem moderní doby, ačkoli dosud lidé si nezvykli, appelovati na ně jako na zdroj individuální a národní moci.“\*)

Nejinak pronášejí se filosofové o účinnivém spojení obou method; uvádíme na doklad jen dva výroky: „Žádná věda nemůže přestati v ý h r a d n ě na methodě induktivní, než doberouc se její pomocí pojmův a výsledkův obecnějších, nucena se vidí, obrátiti svůj postup, aby užitím methody deduktivní z obecných výsledkův indukce základní jednotlivá fakta, od nichž byla původně vyšla, jakoby z příčin dovodila či vyložila,“ praví Dastich.\*\*\*) Nejinak pronáší se Durdík: „Obě methody jsou patrně v blízkém vztahu k sobě. Iduktivní hledá všeobecné věty, deduktivní z nich vysvětluje zvláštnosti. Obě jsou dohromady oním znamenitým nástrojem, jímž domáháme se pravdy, a poukazují k sobě jako líc a rub.“\*\*\*)

U starých filosofů řeckých byla dedukce předčasná, poněvadž nebylo tu důkazův indukcí zjištěných, aby již o ně dedukce se opřela; byla to — dle H e w e l l a — v skutku „skoba na stěně jen namalovaná, na kterou mohl zase jen malovaný obraz se pověsiti.“ Po Newtonovi však slavila dedukce pravý triumf, když hvězda „Neptun“ byla dříve vypočítána než spatřena. Nežřídká nyní objeví učenci počtem pravdy, které později teprv pokus zjistí. Tak ku př. W. Thomson našel počtem, že musí při

\*) Třetího něm. vydání spisu „Die Wärme“ str. XIX. a XX.

\*\*) „Formálné logiky“ str. 139.

\*\*\*) „Rozprav filosofických“ (1876) str. 140; viz tamtéž i str. 194—196.

nestejně teplotě kovů v jich spojení při elektrickém zdroji nastati pohlcování tepla, což potom teprve pokusem se potvrdilo.\*)

Mill ve své *Logice* dovozuje, že právě jen pokrokem pokusu lze proměnití vědy experimentální ve vědy deduktivní, což je pro pokrok vědy nanejvýš žádoucí. „Methodě deduktivní duch lidský jest povinován za své nejznačnější triumfy ve zkoumání přírody. Jí děkujeme za veškeré theorie, jimiž rozsáhlé a složité zjevy jsou obsaženy v několika velmi jednoduchých zákonech.“ O jakém úzkém názoru svědčí naproti tomu výrok, uvedený v úvodu Kauer-Müllerovy *Fysiky*: „Veškeré své vědomosti o přírodě vděčíme zkušenostem, kterých jsme nabyli čidly.“

Snaha, aby již již mohla věda proměnití se v deduktivní, vede ku domněnkám č. hypotésám, t. j. některý, dosud nedokázaný soud považuje se jako správný a zkouší se, zda-li jeho důslednostem odpovídají zjevy přírodní. „Hypothésy, věty přijaté na zkoušku, slovu věty, které tvoříme v tom úmyslu, abychom zkusili, jsou-li také pravé,“ praví Zimmermann.\*\*)

Tak ku př. Newton postavil hypotésu: světlo povstává výronem hmotných částic; touto hypotésou vysvětloval všechny úkazy světelné: lom, odraz, rozklad a j. Avšak tato hypotésa byla předčasná a velice strojena; nejen že násilně a nedůsledně mnohé výjevy vykládala, ale přímo zkušenosti odporovala: světlo ve vodě šíří se pomaleji než ve vzduchu, ač dle hypotésy Newtonovy má tomu býti naopak. Objevem menší rychlosti světla ve vodě přispěli Foucault a Fizeau k povalení hypotésy výronu; načež nabyla uznání hypotésa vyslovená Huyghensem: světlo vzniká kmitáním étheru; tato hypotésa autoritou Newtonovou po desítiletí zatlačována tak znamenitě vykládala ano i předpovídala výjevy světelné, že nabývala stále a stále větší pravdě podobnosti, až byla uznána za theorii, t. j. za soud věcně oprávněný.

## II. Hypothésy a theorie ve škole elementární.

Jak zachováme se k hypotésám a teoriím ve škole elementární? Učiníme-liž také tento krok od zákonů k vytčení sil, jimiž zákony se spravují, jak právě činí se hypotésami a teoriemi? Hypothésy a theorie jsou potřebou báдавému duchu vědeckému; avšak pro neučené nemají daleko té potřeby; těmto stačí, když příčina úkazů: tíže, teplo, magnetičnost atd. prostě se pojmenuje. Pátrati po podstatě sil, z nich chtějí odvozovati nové zákony, leží úplně mimo obor vzdělávání prstonárodního a tedy také vyučování ele-

\*) „Elektricität und Magnetismus“ von Fleeming Jenkin; vydání Exnerova z roku 1880 str. 197 a 198.

\*\*) „Philosophische Propädeutik;“ druhého dílu „Formale Logik“ (1853) str. 111.



mentárního. Zde „neběží ani o úplnost věci ani o choulostivou členitost, ježto stanoviště žáků nedopouští zírati ani do srázné hloubky ani do závratné dálky,“ praví Lepař. \*) „Jádro lidu odvracuje se od všech teorií,“ míní Kellner.

Toto místo vidí se nám býti vhodným, abychom uvedli vývody jednoho z největších synův Anglie, historika Henryho Thomasa Bucklea: „Pozorujeme-li státy vzdělané, nalézáme celkem, že tam, kde převládá deduktivní způsob zkoumání, často věda vzrostla a zmohutněla avšak nikdy nebyla více rozšířena. Kde naproti tomu převahu měla metoda induktivní, bylo rozšíření vědy vždy značnější nebo vždy aspoň větší než tam, kde jiná metoda panovala . . . Kdekoli ve vzdělaném národu dva stejně nadaní muži předvedli nějaký nový a překvapující závěr, jeden dokazuje jej z idejí nebo principů všeobecných, druhý dovozuje jej zvláštními a viditelnými udalostmi, tož za okolností jinak stejných získal poslední muž větší počet přívrženců. Jeho vývody našly snáze rozšíření, poněvadž bezprostřední se odvolání na makavé udalosti působí na lid také bezprostředně, kdežto dovolávání se principů leží nad obzorem lidu, který nemá pro principy žádných sympathií ano jest nakloněn, učiniti je směšnými. — Udalosti každému v oči bijí, a nemůže o nich býti pochybováno. Principy nejsou tak po ruce, a poněvadž často hádky o ně povstávají, tož působí na ty, kdož jim nerozumí, jako věc jen vymyšlená a jenom zdánlivá; tím vliv principů je zmenšován.“

„Proto věda induktivní, která na přední místo staví udalosti, je podstatou svou populární, a k ní stojí množství, kterému nelze sledovati ostré a jemné úsudky deduktivní.“ \*\*)

Hypothésy nejsou zajištěné; zákony stojí ještě na spolehlivé půdě zkušenosti, zákon je jistý, hypothésa je nejistá. \*\*\*) Bylo již vytčeno, že hypothésa velikým Newtonem hájená, přece padla; v době naší musila hypothésa o látce tepelné, kteráž zejména ve století 18. po objevech Wilkea, Blacka a Grawforda panovala, naprosto ustoupiti hypothésě, že teplo vzniká pohybem, jak soudili Bacon Verulámský, Boyle a Newton. Jedna hypothésa ustupuje druhé, ta zase třetí, a takové kolísání zajiště nedoporučuje tuto věc pro vyučování elementární; připomeňme si jen hypothésy o kroupách a severní záři! O příčinách gravitace od času Newtona ne méně než přes třicet učenců vyslovilo hypothésy! †) Proto ze svého stanoviště paedagogi-

\*) „O methodách učebných“ druhého vydání str. 47.

\*\*) Viz str. 250 pátého svazku Ritterova vydání Buckleových „Dějin civilizace v Anglii.“

\*\*\*) Dr H. Bolze ve spisku „Glaube und Aberglaube in der neueren Naturwissenschaft“ (1882), věc tuto přes příliš přepíná.

†) „Jahrbuch der Erfindungen von Gretschel u. Wunder;“ ročníku šestnáctého str. 43—99. Také v ročence „Revue der Fortschritte der

ckého úplné souhlasíme s V. Doubravou, že „jest právě chybou našeho věku, ba řekl bych duševní jakousi nemocí, již jen s epidemiemi duševními středověku srovnati lze, že přechasto a v populárních pojednáních téměř výhradně vykládány bývají hypotézy, o nich pak se mluví, jakoby pravdou vydobytou, jakoby vymožeností vědy byly, kdežto přece jen nahodilým výtvozem jednotlivce jsou, závisíce na duševní jeho náladě a na směru vzdělání. Podléhají také témže změnám jako směry kulturní: nastanou, vládnou, ustupují místa jiným, jsou zapomenuty po jistou dobu, pak vyšínují se opět v jiné způsobě, aby zase vládly; tak to jde dál ve stálém kolotu a víru.“\*)

„Je to hlavní přírodozpytcův interest“ — praví Tyndall — „pátrati po spolitosti a vztazích rozmanitých sil přírodních. Víme, že tyto síly navzájem spolu souvisí; dále známo, že navzájem může jedna ve druhou býti převedena, avšak dosud je nám velmi nejasným způsob a vlastní druh této přeměny. Máme dostatečný důvod k závěru, že jako teplo tak i elektřina jsou druhy pohybu; z pokusů víme, že můžeme z elektřiny dostati teplo a teplem, jako při thermoelektrickém zdroji, elektřinu. Avšak ačkoli máme dosti jasný pojem o podstatě teplohybu nebo aspoň domníváme se jej míti, tož přece naše ideje o vlastní povaze přeměny, kterou musí tento pohyb podstoupiti, aby jevil se elektřinou, jsou velmi hrubé: my totiž v skutku o tom víme tolik, jako nic.“\*\*\*)

Avšak byť i byly hypotézy a theorie sebe více zaručeny, nehodí se přece do škol elementárních. „Malé věci malým, větší větším náležejí,“ a největší t. j. čtrnáctiletí chovanci škol elementárních jsou ještě pro věci ty malé, pro logický process hypotés nedospělí; pouhé naznačování hypotés — jaké jsme výše vytkli učebnici Majerově — probouzí však v chovancích nešťastnou poloučenost a nadýmačnost, oni se začínají domnívati, že všechno znají a všemu rozumějí! Rousseau mluvě o známostech, které mohou státi se naším majetkem, praví, že „některé jsou falešné, jiné neužitečné a opět jiné jen k tomu slouží, aby podporovaly pýchu toho, kdo si je zaopatřil.“ Hypotézy staly by se pro chovance naše známostmi toho druhu. „Malý jen počet vědomostí, skutečně k našemu blahobytu přispívajících zaslужuje, aby moudrý muž po nich se snažil; následovně musíme ku jich přivlastnění přidržovati i dítě, které moudrým mužem učiniti chceme. Neplatí: všecko znáti, co jest, nýbrž znáti jen to, co je užitečné.“\*\*\*\*) A právě hypotézy nedají žádného věcného zisku pro život; zajisté jest ku př. topiči parního stroje zcela

Naturwissenschaften,“ redigované H. J. Kleinem, najdeš o věci té zprávu ve svazku devátém, na str. 3—13. Náš výtečný Seydler podal o tomtéž předmětu krásný článek kritický do „Květů“ m. r.

\*) „Slovo o některých hypotésích přírodozpytných“ v „Paedagogii,“ roku 1880 str. 197.

\*\*\*) „Die Wärme;“ třetího vydání str. 249.

\*\*\*\*) Denhardtova vydání „Emila“ prvního svazku str. 261.

lhostejno, povstává-li teplo větším zhuštěním částicetek tepelných anebo přivádí-li se hmota nebo vše pronikající éther do chvění. Hypothésy musí vymýtití se ze škol elementárních, kde „čas jsou peníze“ a každý učitel měl by pamětliv býti povždy slov šlechtného Jana Herdera: „Žijeme v čase, proto musíme s časem a pro čas žíti a učiti se žíti. Jest nám dbáti všeho, co čas přikazuje a to jest: potřebné, užitečné, zřetelné, pravdivé, žádoucí, nutné.“ Hypothésy však valnou většinou těchto vlastností naprosto postrádají. „Škole obecné“ — praví Rieck — „kde především žák ku správnému nazírání, pozorování a popisování naváděn býti má, jsou přírodovědecké hypothésy zrovna jedem, navykající dítky povrchnosti a odvádějice je od nepředpojatého pojímání kras přírody . . .“\*)

### III. *Postup deduktivní ve škole elementární.*

Tedy spokojíme se ve škole elementární s vytčením zákona a pojmenováním síly, která jest příčinou úkazův. Avšak každá síla přírodní rozmanitým způsobem se zjevujíc vede ku rozmanitým zákonům, kteréž zákony mezi sebou navzájem souvisí. Silou, již říkáme teplo, spravují se ku př. i výjevy tání i výjevy varu, i roztahování těles, i větry atd. atd. Ovšem nemůžeme tyto výjevy a zákony, jimi se spravující, odvoditi mechanickou teorií tepla, avšak vzájemné souvislosti těch výjevů nesmíme při tom přehlédnouti; jinak měli bychom tolik skupin úkazů, kolik známe zákonů.

Každý náš pokus staň se tedy reprezentantem celé řady úkazů, a ovšem dbej se pravidla Komenského, aby tyto naše příklady byly „vybrané, věc rozeznatelně na oči kladoucí;“ dále každý nalezený zákon, pokud možno jednoduchý, se spojuj se zákony ostatními, s kterými je v příčinném svazku. Tak ku př. k zákonu: teplem těla se roztahají, připojme zákon: teplem voda a vzduch stávají se řídkšími a vstoupají vzhůru; tedy po roztahování se těl teplem vykládejme o proudění vody a vzduchu. O zákon: hladina vody v klidu se nalézající je vodorovna, opřeme zákon: voda v nádobách spojitých nalézá se v téže výšce. Zákonu o páce zužitkujme při hledání zákonů rovnováhy kladky a kola na hřídeli. Zákon Archimedův o kapalinách, zjištěný pokusem, rozšířme na vzdušinu, v níž plove balón z těchže příčin, jako loď na vodě atd. Takovým a podobným způsobem snažme se předváděti chovancům vzájemnou souvislost zákonů — je to výborná náhrada za dovozování jednotlivých výjevů a zákonů z hypothés.

V takovém smyslu proslovuje se o věci také Rousseau, když byl poukázal, že čistě rozumové známosti nehodí se dětem i tehdy, když se blíží věku mládeneckému: „Niméně musíme

\*) Na str. 612. Dittesova „Paedagogia“ roku 1881 v článku „Die naturwissenschaftlichen Hypothesen und die Schule.“

působiti k tomu, aby dítky všechny zkušenosti své vzájemně pojily k sobě jistým způsobem deduktivním, aniž bychom proto velmi daleko v systematickou fysiku vnikali; aby pomocí tohoto ústrojného pojení dovedly dítky vědomosti své v duchu svém srovnati a v případě potřeby na ně si zpomenouti; neboť je velmi obtížno, dlouho pamatovati sobě nesouvislé údaje i výsledky, není-li tu spojovacího bodu, jenž by opět a stále zpomínky způsoboval.“<sup>\*)</sup> Arendt roku 1862 pronesl se o věci té takto: „Žák musí býti k tomu naváděn, aby úkazy podobné skupoval; při každém pozorování novém hledí učitel v jeho paměti vybaviti staré, již poznané úkazy, které s přítomným pozorováním vůbec nějak souvisí, takže již před tím, než-li žák vůbec zví něco o zákonech fysikálních anebo chemických, již budou ve vědomí jeho dobře spořádány řady představ, které nalézají se ve vzájemném spojení příčinném. Čím rozsáhlejší a větší průběhem času tato sbírka se stane, tím lépe bude.“<sup>\*\*)</sup>

Při tom cesta naše, dosud induktivní, se pozměňuje. Indukce právě končí vytknutím zákonu. Jakmile tohoto zákonu užijeme k vysvětlení jiných úkazů, počínáme si deduktivně. Obecného zákonu: teplý vzduch vstoupá vzhůru, užijeme k vysvětlení zvláštního případu tohoto zákonu: větru. A právě metoda, pokračující od obecného pravidla ku zvláštnímu případu, je souborná, sestupná č. deduktivní. Pochod takový zejména má místo při vysvětlování výjevů v povětrnosti; tak ku př. zákonů: pára vodní sráží se ochlazením (pod  $100^{\circ}$ ) v kapalinu, tato pak při teplotě nižší ( $0^{\circ}$ ) v pevné skupenství přechází, těchto zákonů zužitkujeme při vysvětlení deště, sněhu atd.; duhu vyložíme známými výkony o lomu a rozkladu světla atd.

A ještě má dedukce pole své při vysvětlování přístrojův a zařízení v životě užívaných. Tak ku př. zákonem páky rovnoramenné vysvětlíme váhy obecné, zákonem spojených nádob vyložíme působení vodometu a zařízení vodovodu. Zákonu o tlaku vzduchu užijeme vykládajícíe působení pumpy na zdviž atd. Teploměr zakládá se na roztahování těles teplem. Čočky nalézají se v temné komoře, kouzelné svítilně, dalekohledu a drobnohledu a působí zde obrazy dle týchž zákonů, které nalezeny byly pokusy s jedinou čočkou vypuklou atd. atd. Zajisté čočka vypuklá je věc jednodušší než-li temnice, baňka s trubkou, v níž teplem kapalina se roztahuje, je jednodušší než teploměr atd., takže patrno jest, že sestupujeme od názorů s méně znaky, s užším obsahem, k názorům s více znaky, se širším obsahem; to je známka cesty deduktivní. Vůbec vycházíme tu od obecného zákonu a soudíme o jedinečném a konkrétnějším případě dle zásady: co platí o nadřaděném obecném, platí o podřaděném zvláštním, co platí o rodu, platí o všech

\*) Denhardtova vydání „Emila“ dílu prvního str. 284.

\*\*) V pojednání „Die Naturwissenschaften in der Volksschule.“

příslušných druzích, co platí o jednom druhu, platí o všech příslušných jedincích. Podstata tohoto deduktivního postupu vysvitne ještě lépe z těchto příkladů.

### I. Deduktivní úsudek.

Přechází-li pára do skupenství kapalného, uvolňuje se teplo.  
Má-li pršeti, přechází pára do skupenství kapalného.  
Tedy: Má-li pršeti, uvolňuje se teplo.

### II. Deduktivní úsudek.

Sloupec vody méně  $10\frac{1}{4}$  metru vysoký, drží se v rovnováze tlakem vzduchu.

Voda v násosce rovné nalézá se ve výšce menší než  $10\frac{1}{4}$  m.

Tedy: Voda v násosce rovné drží se v rovnováze tlakem vzduchu.

### III. Deduktivní úsudek.

Zhustí-li se vzduch, zvětšuje se jeho tlak.

V Heronově báni zhustil se vzduch.

Tedy: Tlak vzduchu v Heronově báni se zvětšil.

### IV. Deduktivní úsudek.

Na rovnoramenné páce nastane rovnováha, je-li síla rovna břemeni.

Vahadlo obecných vah je páka rovnoramenná.

Tedy: Na vahadle obecných vah nastane rovnováha, je-li síla rovna břemeni.

Tyto úsudky deduktivní od svrchu vytčených induktivních liší se na pohled jiným sestavením členů, jinou figurou:

M je P.

S je M.

---

Tedy S je P.

Také jsou některé návěsti vysloveny soudem podmiňovacím, čehož nebývá při úsudcích induktivních. Podstatný však rozdíl obou úsudků záleží v tom, že závěr induktivní vyslovuje obecný zákon, kdežto závěr deduktivní k jednotlivému, určitému případu se táhne. Při vyučování pravidlem bývá některá návěst soudu deduktivního vynechávána, takže celý úsudek se zkracuje a zní pak ku př.: Přechází-li pára do skupenství kapalného, uvolňuje se teplo; proto uvolňuje se teplo i před deštěm; nebo: má-li pršeti, přechází pára do skupenství kapalného, a proto uvolňuje se teplo.

Nežřídka při těchto a podobných úsudcích převrací se závěr, podmět vyměňuje místo s přísudkem, nastává t. zv. obrat. Tak ku př. pozorujeme oteplení povětří a soudíme na déšť, převracejíce závěr prvního úsudku: „Uvolňuje-li se teplo, bude pršet.“ Ovšem tento závěr platí jen někdy: může nastati teplo i větrem nebo požárem; tedy není zde obrat naprostý, nýbrž jen po případě. Příklad obratu naprostého podá nám závěr čtvrtého úsudku: Je-li síla rovna břemeni, jest vahadlo vah obecných v rovnováze; nejen někdy, ale povždy.

Nelze zamlčeti, že v literatuře naší Kauer-Müllerovou *Fysikou* zaveden jest ještě jeden zvláštní postup vyučovací. Začínat se tu výklad rozmanitými zkušenostmi, na nichž a pokusech staví se potom t. zv. poučky (!) a zákony. Avšak s tímto postupem nemůžeme nikterak se zpráteliti a marně hledáme proň nějakého odůvodnění ve spisech methodických. Jest právě zkušenost chovanců rozličných velice rozlična; i o tomže výjevě mají chovanci zkušenosti rozličné dle toho, jak důkladné bylo jejich pozorování. Mnohých zkušeností, které v této knize se vyčítají, chovanci vůbec velmi ztěžují si opatřit, jako na př. tuto: „Kapaliny lze stlačit jenom velikým násilím a to zvláštními přístroji.“ Některé zkušenosti tu uvedené nesrovnávají se s pravdou, jako na př. „Jenom ve sklených rourách, úplně zatavených, uschováváme plyny.“ Je již patrno, že učení dostalo by se „zkušenostmi“ základu velmi vratkého, poněvadž všickni chovanci nemají týchž zkušeností a ani jich míti nemohou. Jasně pak z našeho výkladu předchozího, že ke zkušenostem chovanců může vyučování přihlídati teprve tehdy, kdy tito zákon jistý neb aspoň příslušný pokus náležitě znají.\*)

#### IV. Přehled postupu methodického.

I vidíme, že metoda vyučování fysice je nejdříve indukativní; k indukci přibíráme srovnávání pokusu s pozorováními chovanců, načež po seznání zákonu vedeme si deduktivně. A zajisté můžeme od tohoto sloučení method při vyučování slušně nadíti se úspěchu. Náš Komenský předstihuje i v této věci didaktiky, zcela zřetelně o spojování method těch se vyslovuje: „Části každé věci analysí se poznávají. Dokonaleji však bývají poznány přibráním synthesí. Nejdokonaleji konečně nad to synkrisí. Trojí jest tedy metoda rozumová, t. j. přiváděti rozum k světlu: rozborná, souborná, srovnávací . . . Užívání těch method jest společné, mají-li věci veskrz jasně a

\*) Jen mimochodem podotýkáme, že ve zmíněné knize jest ostatně za „zkušenost“ pojata i věc, ku které nepřišlo se zkušeností, ale výpočtem, abstrakcí, na př. zkušenost, že „každá planeta ve druhou působí svou hmotností;“ za přesnost tohoto výroku ovšem my neodpovídáme.

zřetelně býti poznány.“\*) Zopakujeme-li ještě jednou vše přehledně, obdržíme tento postup:

I. Vyučovati počínáme indukci, předvádějice induktivní řadu pozorování, jejíž první člen získán pokusem; ostatní členy jsou buď také pokusy neb úkazy pokusu podobné, které chovanci ze své zkušenosti podávají, srovnávše pokus základní se svými pozorováními vlastními. Nazírání na každý pokus následuje popsání a analýse téhož, t. j. vyhledávání podstatných momentů pokusu a jejich souvislosti. Induktivním úsudkem odvodíme z řady pozorování zákon, a naznačíme pokud možno souvislost zákonu s přírodní silou a jinými zákony; ve stručné, ale přesné formě odvozený zákon vštěpíme chovancům v paměť.

II. Na to po vytčení zákonů pokračujice deduktivně, užíváme každého zákonu jako vysvětlujícího principu pro časté úkazy povětrnosti a k vyložení nástrojů a zařízení často v praxi užívaných. Tím chovanci se zjišťuje: že poznav zákon, naučil se věci pro život důležité.\*\*)

\*) „Didaktiky analytické“ str. 27.

\*\*\*) Tento postup, navržený původně Crügerem, ještě širě rozvádí C. Baenitz ve spise „Der naturwissenschaftliche Unterricht“ (1869) str. 54–68. Že skutečně postup ten došel uznání obecného, patrnó i ze spisu Rüeggova „Die Pädagogik in übersichtlicher Darstellung“ (vydání čtvrtého z roku 1874 str. 461 a 462, pravidlo 4–5).