

171317

Granzacher

FIZIKA

V NIŽJIH ŠOLAH

METODIČNA RAZPRAVA

SPISAL

F. R. ^{an}HAUPTMAN.

PONATIS IZ „POPOTNIKŌ“

MARIBOR 1834. 40

ZALOŽIL M. NERAT. — TISK J. LEONA.

WILHELM KALTENBRUNNER
Buch-, Kunst- & Musikalien-Handlung
MARIBOR

FIZIKA

V NIŽJIH ŠOLAH



METODIČNA RAZPRAVA

SPISAL

FR. HAUPTMAN.

~~~~~  
PONATIS IZ „POPOTNIKA“  
~~~~~

Cena 15 kr.

MARIBOR 1884.

ZALOŽIL M. NERAT. — TISK J. LEONA.

I
71317



030042888

Uvod.

Izmed vseh realističnih predmetov, s katerimi se ima pečati ljudska in meščanska šola, ima računstvo do zdaj najbolj utrjeno, prirodopisje naj lažjo, prirodoslovje pa naj težjo metodo. V računstvu se od množinskih razmerij enakoimnih količin, ktere se učencu po načinu nazornega uka predočujejo, po poti odmišljevanja (abstrakcije) prehaja na operacije s števili samimi, ki označujejo množino količin ne gledé na njih kakovost. Resultati teh operacij se uporabljajo pri rešitvi danih nalog iz vsakdanjega življenja. Prirodopisje se bavi z zvananjstjo vseh teles, bodi si živih ali neživih, ter je popolnoma nazorni uk. Resultate si ima učenec večidel le zapomniti. S prirodopisjem v tesni zvezi je prirodoslovje, pa vendar se njih poučevanje bistveno razločuje. Prirodopisje uči spoznavati to, kar v prirodi je, podmet so neizpremenljivo dane prirodnine; prirodoslovje pa se bavi s tem, kar se v prirodi godi, t. j. s prikaznimi, vršečimi se na prirodnih telesih. Podmet je toraj izprememba. Tu se uči, kako se telesa izpreminjajo ali z ozirom na njih stanje ali njih tvarino, tam pa kakšna da so telesa. To je glavna razlika med tema predmetoma. Če ravno se ne dasta popolnoma ločiti, ker se na mnogih straneh vjemata, je vendar ta razlika odločilna za metodo, po kateri se ima vsaki izmed njih poučevati. Prirodoslovju ne zadostuje samo nazorni uk, ker tirja, naj je plodonosen, ne le delovanja naših čutil, temveč skoraj enakomerno vseh duševnih moči.

Metodika prirodoslovnega uka, kakor je zdaj veljavna, še nikakor ni stara, ona je plod tekočega stoletja. Razvijati se je sploh začela, kakor je povsem razumljivo in naravno, najprej pri tistih národih, ki imajo od nekđaj šole osnovane na edino pravi, — národni podlagi, n. pr. v Nemeih, Angležih in Francozih. V istej meri, kakor se je pri teh národnih vkoreninjevalo spoznanje, da je vsak napredek, ki ga stori človeštvo ali v gmotnem razvoju ali pa v duševnem izobraženju, učinek edne ali več prirodoslovnih iznajdeb, v istej meri pripoznavala se je velika važnost prirodoslovnega pouka vedno bolj in bolj in odločujoči faktorji odpirali so mu polagoma vrata v nižje in najnižje šole. V poslednje t. j. ljudske šole prodrli je splošno v Avstriji še le v najnovem času, z nastopom nove šolske postave l. 1869. Od teh dob se tedaj naša ljudska šola peča z metodiko tega predmeta. Jasno je, da jej ni bilo treba metodo še le iznajti. Ker je vednost lastnina vsacega, kdor je sposoben, prisvojiti si jo, zato je tudi naša šola sprejela to, kar je bilo v vednosti do takrat dognano.

A kako težaven da je bil začetek prirodoslovne metode, pripoveduje nam znanstvena zgodovina. Celi srednji vek vladal je po Aristotelu podedovan filozofični sistem neomejeno v vseh izobraževalnih zavodih in v vseh krogih duševnega življenja. Po tem sistemu so se popolnoma prezirale djanstvene razmere v prirodi; takratni modrijani se niso brigali za to, kakšne da so te razmere, temveč na podlagi izmišljenih ali samohotno opredeljenih pojmov so brez konca in kraja besedovali o prirodnih odnošajih, kakšni da bi morali in utegnili biti. Ni jih motilo, da so vsakdanje izkušnje njihovim naukom nasprotovale; njim je bilo za besedo a ne za stvar, za formalnost a ne za realnost. Ta nenaravni sistem sta prva omajila Anglež Bacon Verulam-ski (1561 — 1626) in Taljan Galileo Galilei (1564 — 1642), ki sta poslala novo, epohalno načelo v svet: Vsej vednosti podlaga je izkustvo. Ta dva veleumnika sta utemeljila prirodoslovje v pravem pomenu besede.

Kakor vse novo, je tudi to načelo našlo mnogo protivnikov, ali ker je bilo pravilno, se je neprestano razširjalo. V primerno kratkem času je ideja, ki se je rodila v glavi dveh posameznikov, prešinjala širje kroge, tako da je že A mos Comenius,*) eden najslavnejših pedagogov (1592 — 1671), spoznal potrebo, sprejeti prirodoslovni pouk med šolske predmete. Njegovi nazori in nasveti bili so popolnoma jasni ter so še zdaj merodajni, ali njegovi nasledniki so jih prezrli, učeči fiziko po načinu, ki pač imena „metoda“ ne zasluži. In tako metodika tega predmeta skoz poldrugo stoletje ni mogla pognati zdravih korenin.

Pod uplivom prejšnega filozofičnega sistema bil je namreč pouk osnovan na suhoparno opredelovanje (definicije) prirodoslovnih pojmov, ki seveda učencu ni bistrilo niti duhá niti mu razgrevalo sreá; še manj je to zamogla matematična metoda, ki je mlade duhove davila z nerazumljenimi izrazi in jednačbami. Oboje uničevalo je v mladini zanimanje a rodilo nečutnost do predmeta. Odstraniti to napačnost zablodili so v ravno nasprotno, misleči da vtegnejo izmišljene bajke in zabavne pritikline biti ugodnejim sredstvom, ki bo vzbujalo veselje do tega uka, če se prirodoslovne resnice podajajo v taki obleki. No — zmes ostala je breztečna, ker je bila nenaravna.

Iz tega se razvidi, kako težko da je bilo zadeti pravo metodo.

Toda „errando discimus“. Človeški um je zmožen, spoznavati svojo zмотo in to je prvi pogoj do vsega gmotnega in duševnega napredka. Po tolikih zmotah ukrenolo se je na boljše in zadnih 30 — 40 let — menda ne rečem preveč — na edino pravo pot. Izvanredni napredek, ki so ga prirodoslovne vede v tem stoletju doživele, pospešil je razvoj zdrave metode. Ona je plod vzajemnega delovanja učenjakov fizikov in pa praktičnih, temeljito izobraženih učiteljev.

Metodična načela, in sicer splošna, ki veljajo za vse predmete, kakor tudi posebna, po katerih se ima poučevati prirodoslovje, zabelježena so v raznih pedagogičkih knjigah, ki se deloma rabijo po naših učiteljskih. Da si je toraj smatram kot obče znana, se mi vendar z ozirom na naše zaostalo šolstvo zdi koristno, v posameznih člankih, razpravljati važnejše točke o metodiki prirodoslovnega uka. Ravnati se hočem v glavnej stvari po načelih, kakor jih je glede tega predmeta vednost in pedagogika dognala, zraven mi bo dovolj prilike, dodati eno ali drugo svojih misli.

Uzrok, da se tega dela lotim, je vroča želja, po svojih skromnih močeh koristiti svojemu národu, kateri realnega izobraženja potrebuje, kakor vsakdanjega kruha in ktereга bodošnost je — dobra šola.

Da svojo naloga laže rešim, zdi se mi umestno, v kratkih potezah in vedno oziraje se na potrebo nižjih šol, govoriti najprej o znanstveni poti, po kateri je prirodoslovje kot vednost dospelo do tiste višine, ki jo zdaj vsi občudujemo.

I.

O prirodi, ki nas obdaja, zvemo le po naših čutilih. Ta nam javijo vse to, kar se okolo nas v prirodi vrši. Ona nam ne poročajo samo o velikosti, legi, podobi, bojah . . . prirodnih teles, temveč tudi o njih izpremembah. Izpremembe na prirodnih telesih pa se tičejo ali njih stanja in medsebojnega razmerja ali pa njih tvarine. Vsako takšno izpremembo imenujemo v obče prikazen. S temi prikaznimi peča se prirodoslovje (s prvimi fizika, z drugimi kemija).

Utisi, ki jih posredujejo čutila, so podlaga našemu izkustvu o prirodnih prikaznih v obče. Njih vsota je tedaj podlaga prirodoslovju. Da si naberemo dovolj izkustev, treba je opazovati vsako prikazen, ki jo nam priroda sama ali pa ugodne okoliščine ponujajo. A opazovanje mora biti umno in natančno; površno ogledovanje prirodnih prikazni navadno prav malo koristi; kajti priroda nam ne stavi vseh prikazni pred oči, pri mnogih pa le posamezne trenutke; veliko jih namreč izvira iz različnih, včasih jako zamotanih odnošajev in sodelujočih sil. Če n. pr. vidimo po

*) Rodom Čeh. Pisal je v treh jezikih, v českem, latinskem in nemškem. Zategadel ga tudi slavi zgodovina českega in nemškega šolstva.

železnici držati hlapon s celo vrsto vozov, še s tim nikakor ne dobimo pravega pojma o bistvu parnega stroja in v njem delujoče sile. Da to dosežemo, moramo najprej osnovo vsaj glavnih delov dobro spoznavati, in kako se vjemajo, potem še le razumemo učinek delujoče sile t. j. parne napetosti. Ali če hočemo količkaj razumevati vremenske izpremembe svojega okraja, moramo se ozreti čez velik del zemeljskega površja, da zremo stanje glavnih faktorjev, kakti zračnega tlaka, toplote, vetrov itd. in na zadnje moramo še uštevati upliv okrajnih razmerij. Odkar človek na svetu živi, opazuje vremenske izpremembe; ali na tisuče let opazoval jih je površno — brezuspešno. Ko pa je začel, komaj bo sto let tega, razumno, natančno in po vsej zemlji opazovati in zabelježevati zračne prikazni, napredovala je znanost o tem predmetu tako, da dandanes vremenoslovci (meteorologi) za več časa naprej vspešno prerokujejo vreme širjim krajinam.

Iz teh primerov dovolj jasno sledi, kolike vrednosti da je umno in natančno opazovanje za vsak napredek v prirodoslovskih znanostih. Opazovanje je prvi korak do spoznanja. To nas uči zgodovina te znanosti.

Napredek v prirodoslovju pa je odvisen še od drugih uvetov. Umnemu opazovanju stavi priroda sama zaprek. Ali se vrše prikazni preneglo, da jih s svojimi čuti ne moremo zasledovati, ali se jih vrši več istočasno, da posameznih ne moremo razločevati, ali pa so pojedine tako zamotane, da z naj natančnim opazovanjem ne moremo zajeti vseh uplivajočih okoliščin.

Dokler človek tem neugodnostim ni vedel odpomoči, je prirodoslovje po poti opazovanja le počasi napredovalo; ali bistroum človeški iznašel je sredstva, ki so mu storila prirodo pokorno. Prenaglo vršeče se prikazni znamo zdaj prisiliti, da se vrše počasi (prosto padanje in padanje na Atwood-ovi padalnici); istočasne prikazne znamo ločiti, da lahko opazujemo vsako posebej (prikazni toplote in svitlobe i-dr.) in zamotane prikazni znamo razreševati v celo vrsto enostavnejših (učinki elektrike itd.).

V to preimnitno svrhu služi nam fizikalni poskus. Ta je na razvoj prirodoslovja najugodnejše uplival. V dokaz eno zgodovinsko resnico. Prvo prikazen, s katero se navadno začena nauk o elektriki, opazovali so Grki že v starem veku na jantaru. Rimski pisatelj Plinij piše o njej, a ne vemo, da bi mu bilo na misel prišlo, samemu prepričati se o njeni resnici. Tako je ostala prikazen osamljena, pozabljena skoraj dve tisuč let. Še le poskusi angleškega zdravnika Gilberta, kojih rezultate je bil objavil l. 1600, spravili so elektriko na dnevni red in od teh dob napreduje ona po bliskovo, opiraje se edino na poskuse; kajti njeno bistvo še do današnjega dne ni dognano.

Fizikalni poskus je vprašanje do prirode. Sredstvo prašanja je pripraven fizikalen stroj. Na njem pouzročujemo prikazni pod pogoji, ktere naprej določiti je v naših močeh. Čim natančneje ko določimo pogoje, tim natančneje omejena je izzvana prikazen in njen rezultat. In zato je pač povsem veljaven izrek: „Kakšno prašanje, takšen odgovor.“ Vsled tega pa tudi še ni vse na tem ležeče, da se sploh delajo poskusi, ampak kako da se delajo. Umno poskuševanje pa je umetnost, ktere se ne naučimo iz knjig, a pridobimo si jo po vztrajnih in skrbnih vajah, če tem pridružimo nekaj bistroumja in dovolj teoretičnega znanja. Umno poskuševanje nas vodi ne samo do spoznanja novih prirodoslovnih resnic temveč tudi do iznajdbe novih strojev in to je za občno prosveto naj večje važnosti, ker na ta način vedno bolj in bolj dobivamo v svojo oblast prirodne sile. Kot neovrgljiv dokaz nam zopet lahko služi elektrika. Ona prenaša z neizmerno hitrostjo naše misli po telegrafskih žicah, naš glas po telefonu; daje nam luč, za solncem najsvitleje in vpregl so njeno skrivnostno moč, da goni druge stroje in celo že — železni vlak.

Poskušanjem in opazovanjem si naberemo mnogovrstnih izkustev o prirodnih odnošajih. Ta izkustva so gradivo, ktero je kakti brezlično tvarino treba še le obdelati in vrediti.

To delo opravlja človeški razum, ki primerjanjem in odmišljevanjem naposled dospé do temeljnih pogojev posameznim prirodnim prikaznim, ter do njih medsebojne

odvisnosti. Dobitek tega duševnega delovanja je naša zavest o — prirodnem zakonu. Prirodni zakon izrazuje, kaj da je na prikaznih te ali te vrste skupnega, kako da je druga od druge odvisna in kako da se pojedina prikazen ali cela njih vrsta stalno vrši. Njegova oblika je navadno matematična.

Primer naj tudi to natančneje razjasni. Telesa, ki niso podprta ali obešena ali pa ki je navlašč izpustimo, ne ostanejo v pokoju, ampak se premikajo. Kakor vsem znano, imenujemo to prikazen prosti pad. Opazujemo li prosto padajoče telo, zapazimo prvič, da pada vsako proti zemlji, drugič, da na istem mestu pada vselej v isto mer in tretjič, da čim dalje tim hitreje pada. V teh stajkih smo izrazili vse, kar se sploh s prostim opazovanjem na enem telesu da dognati, a to še ni blizo dovršen izraz dotičnega zakona. Da pridemo temu do dna, moramo se lotiti poskuševanja n. pr. na Atwood-ovi padalnici. Točno izvršeni poskusi združeni z bistrim opazovanjem nam pripomorejo do znanega rezultata: Padajoča pretega (Uebergewicht) ki premeri v prvi sekundi na lestvici daljico do številke 1, dospe v dveh sekundah do številke 4, v treh do štev. 9, v štirih do štev. 16 itd.

Do tukaj seže poskus in opazovanje; dobljeno gradivo je zdaj podmet delavnosti našemu umu. V ta namen si je najprej vredimo, imenujoči pot padajočega telesa v 1. sekundi = p ; pismeno dobimo ta-le načrt:

I.	II.
Čas	Pot.
V 1. sekundi premeri telo	1 p
„ 2. sekundah „ „	4 p
„ 3. „ „ „	9 p
„ 4. „ „ „	16 p

Primerjaje količine II. (de.ne) vrste med seboj, vidimo, da je skupni faktor p množen zapored s števili:

1, 4, 9, 16, 25,

Na teh številih takoj spoznamo, da so kvadrati navadnih števil:

1, 2, 3, 4, 5

ki pomenijo dotično število sekund. Vrsto II.) lahko toraj pišemo:

$p \times 1^2, p \times 2^2, p \times 3^2, p \times 4^2, p \times 5^2$ III.

Ta yrsta kaže z ozirom na I.) vrsto: Pot, premerjen v 2, 3, 4, 5 . . . sekundah je jednak potu v 1. sekundi množenemu s kvadratom števila 2, 3, 4, 5 . . . V tem stavku zedinjenih je toliko posameznih slučajev, kolikor poskusov da smo zaporedoma naredili. Tvarina je zdaj popolnoma uređjena, da lahko začnemo odmišljevati. Odmislimo (izcrpnimo) toraj od cele vrste količin to, v čem da se vse strinjajo, dobimo ta-le enoteren a za vse slučaje t. j. obče veljaven zakon: Pot (s) v katerem si bodi številu sekund (t) je enak potu v prvi sekundi (p), množenemu s kvadratom števila sekund (t^2), ali izrazoma: $s = p \times t^2$ IV.

Ta oblika se navadno presnuje v drugo. Medsebojno primerjanje količin II. vrste kaže namreč tudi sledeče: Ako je pot v 1. sekundi = p , premeri padajoče telo v drugi sekundi 3 p , v tretji 5 p , v četrti 7 p , v peti 9 p itd. V.

Iz teh količin pa sklepamo: Pot narašča v vsaki sekundi za eno in isto daljico = 2 p ali z drugimi besedami: Hitrost padanja narašča v vsaki sekundi za 2 p . Gibanje je toraj enakomerno pospeševano in naraščaj 2 p je takozvana pospešba (akceleracija), ki jo navadno zaznamujemo s črko g .

Na podlagi tega poznamenovanja pa moramo reči:

$g = 2 p$ VI.

Pospešba enakomerno pospešanega giba je dvakrat tolika nego pot v prvi sekundi; ali

$$p = \frac{g}{2} \dots \dots \dots \text{VII.}$$

pot v prvi sekundni je jednak polovici pospešbe.

Vsled tega pa se zakon IV.) glasi:

$$s = \frac{g}{2} t^2 \dots \dots \dots \text{VIII.}$$

Pot enakomerno pospešanega giba je jednak polovici pospešbe, množeni s kvadratom časa.

Narisal sem korak za korakom glavne točke umovanja, kojemu se moramo podreči, da ukrenemo prirodni zakon. Treba je primeroma mnogo duševnega dela. preden iz poskusnih podatkov izluščimo to, kar je vsem posameznim slučajem skupno tedaj obče veljavno, namreč prirodni zakon. Ker misleč čitatelj po nakazanej poti lahko samostalno izvede zakon o konečni hitrosti ($v = gt$) iz nove vrste na padalnici izvršenih poskusov, zato naj preneham, dalje razmotrivati to reč. Dostavim le še to, da sem izvolil ta primer, ker se prišteva težjim a je jako poučljiv, ter da mora ta zakon, ako se ž njim pečamo v meščanski šoli, v glavnej stvari snovati se po zgoraj narisanem načrtu, k večemu da izostane poznamenovanje količin z obnimi števili.

Iz prejšnjega primera razvidimo, kako imenitno nalogo ima izvrševati človeški razum, kadar raziskujemo zakone prirodnih prikazni. A vsemogočni stvarnik človeku ni podaril samo uma nego tudi pameti, in pamet je tista duševna moč, ki budi v človeku hrepenenje razjasniti si prirodne odnošaje na prosti način ter poizvedeti, zakaj da vlada ta in ta prirodni zakon. Človeku je toraj prirojeno, iskati vsaki prirodni prikazni uzroka ali z jedno besedo, utemeljevati jo. To težnje se javlja pri izobraženem kakor neizobraženem človeku, seveda pri vsakem po svoje. Ako neizobraženca iznenadi prirodna prikazen, n. pr. zvezdni utrinki, huda nevihta, i. dr., kliče želeč raztolmačiti si jo, na pomoč dobre in hude duhove, coprnice in in druge vraže. Na kako vzvišenem stališču pa stoji v enakih slučajih izobražanec, zasledujoč po edino pravej poti onih večno delujočih sil, ki jih je skrivnostni stvarnik za vse veke udahnil proizvodu svojega vstvarjenja — prirodi!

Tretja glavna naloga prirodoslovnega uka je tedaj utemeljevanje. Ker so vzroki prirodnim prikaznim vselej prirodne sile, zato je njih utemeljevanje spoznavanje prirodnih sil. Tako n. pr. nas prikazni padanja spodbujajo, da jim iščemo uzroka, t. j. delujoče sile. Ker telesa le proti zemlji padajo, sodimo, da je zemeljski tvarini dana moč, s katero druga telesa k sebi vleče (= privlačnost, težnost). Iz enakomerno pospešanega giba sodimo, da je težnost stalna sila, ki na istem mestu vedno dela z isto močjo.

Glavni namen, da se človek peča s prirodoznanstvom, je, natanko spoznavati prirodo, ne oziraje se na mogoče gmoten dobiček. Sad tega truda je prepričanje o onih vzvišenih idejah in čistih resnicah, ktere vladajo vesoljni svet, od najdrobnejega prahu do velikanskih teles v nebeškem prostoru. Poskušanjem in premišljevanjem snuje in utemeljuje prirodne zakone. Pot je izkustvena in navodna (empirična in induktivna).

Ker pa je zakon odmišljen izraz, splošno veljaven za celo skupino enovrstnih prikazni, zato je tudi mogoče, na podlagi znanega zakona izvajati izvode t. j. razmotrivati in naprej določevati, kako se bodo v vsakem posameznem slučaju vršile prirodne prikazni. Na ta način razrešujemo vsestansko razmerja na prikaznih, naj smo je že opazovali ali ne, vsestranskim razreševanjem pa si na eni strani pridobimo zmožnost, djanstveno uporabljevati že znane zakone, na drugi strani pa mnogokrat odkrivamo do tedaj še neznana razmerja in tako tudi pō tej poti razširjamo našo vedo o prirodi. Najvažnejše sredstvo, kterega se fizika v ta namen poslužuje, je matematika. Naj znan primer to nekoliko razjasni. Ako iz poskusov dobljene

zakone o ednakomernem in ednakokmerno pospešanem gibu dosledno uporabljamo, lahko do pikice določimo vse okoliščine navpično —, vodoravno — in poševno — metanih teles, ne da bi bilo česar drugega treba nego golega računa.

Kako mogočno da je pospeševala matematika razvoj mehanike in astronomije, tukaj ni prostora razpravljati. Razvidi se dovolj, da je pot zdaj ravno nasprotna od prejšne, namreč izvodna (deduktivna). Če se je prej snoval zakon iz rezultatov opazovanih poskusov, se zdaj na podlagi zakona naprej določuje vršitev prikazni. Tej določbi sledeč poskus služi le v potrdilo zakonove veljavnosti.

Prva je tedaj pot poskusa, druga pot teorije. Iz obeh skupno nastane praktična vednost, ako služi namenom vsakdanjega življenja. Koliko da je koristilo vzajemno uporabljenje obeh načinov, dobro razsvetljuje zgodovina. Da ni iznajden parni stroj, ne bila bi do danes teorija o toploti dospela do take znamenitosti. Toplota se prevrača v mehanično silo, mehanične sile pa spet v toploto; tedaj mora biti nekakšna zveza med toploto in navadno obliko mehaničnih sil. Ko je ta vzajemnost bila dognana, mogel je človeški duh, hrepenec po spoznavanju občnih razmerij, obrniti se do raziskavanja drugih sil prirodnih, ter je v istini našel princip, kojemu so vse pokorne. („Vsota prirodnih sil je stalna“ ali „sila, ki na videz zgine, deluje naprej, toda v drugi obliki.“)

Na ta način so vzajemni učinki poskuševanja in premišljevanja, učinki iznajdenih in uporabljenih resnic dovedli prirodoznanstvo do tega, kar dandanes je, namreč do najzlahnejšega sadu sedanjih časov; kajti ono je poklicano biti velevažnim sredstvom duševne izomike, čeravno smo še dozdej premalo vajeni, na-nje opirati se kot na izvir vseh osebnih in narodnih moči.

Vednost mora napredovati. Ta trditev utemeljena je v zgodovini človeškega izobraženja. Njeno razvijanje je tako silno, kakor sila plime. Saj tudi vednost ni nič drugega nego do gotove stopinje razvit učinek prirodnih sil in kot takšna si bo, ko pride čas, brezdvomno pridobila občno priznanje. Takrat pa bo gledé tistih, ki njen upliv zanikáje ali njen napredek oviráje v izobraženju zaostajajo, brez obotavljanja prestopila na dnevni red. Iz tega sledi, kakšno nalogo da ima rešiti narodna šola

II.

V prejšnjem poglavju narisali smo glavne črte, po katerih se razvijajo prirodoslovne vednosti. Kot jedro tega razmotrivanja podajo se nam iz znanstvenega stališča za metodiko tega predmeta sledeče važne točke.

1. Opazovanje prirodne prikazni,
2. Odmišljevanje zakona (zakonov),
3. Utemeljevanje ali iskanje vzroka (sile),
4. Izvajanje in vporaba.

V naslednjih vrstah hočemo še naprej razmišljovati o posameznih teh točkah ter razjasnovati, kako in v kolikej meri se more v šoli*) na vsako iz med njih ozirati.

1. Kakor že rečeno, je prva in najvažnejša točka opazovanje prikazni. Ta je podlaga prirodoslovnemu pouku. Kje pa nahajamo, od kod pa jemljemo prikazni za opazovanje. Odgovarjajoč na to vprašanje ne morem dovolj naglašati, da je šoli odmerjena imenitna naloga: seznaniti maso ljudstva z najvažnejšimi prirodnimi in prirodnimi odnosi, tako da se človek, ki ga od vseh strani obdaja priroda, vendar ne čuti tujca v prirodi. Zato pa se mora pri pouku v prvi vrsti ozir jemati na tiste prikazni, ki se v širni prirodi vrše brez našega sodelovanja, celo proti naši volji, ali pa v našem obližju, ne da jih mi navlašč povzročujemo. Ni ga skoraj položaja v človeškem življenju, ki ga ne bi spremljale prirodne prikazni. Tu sem spadajoče prikazni vrše se ali v teku enega dne ali celega leta, ali po dne ali po noči, ali na nebu, na zemlji ali pa v zraku, ali po sobah, kuhinjah in kletih itd. Njih število je jako veliko, a se ve da le za tistega, ki je dovolj sposoben zapaziti jih;

*) Ako se navlašč kaj drugega ne omeni, imamo vselej v mislih ljudsko in meščansko šolo.

kajti to zahteva posebne pozornosti in duševnega vežbanja. Če se namreč ena in ista prikazen mnogokrat v pričo nas vrši, utrpnejo naša čutila in postanejo nečutljiva, da jo s časoma popolnoma prezremo, n. pr. zamišljeni v kako opravilo ne slišimo ure na steni, niti tedaj ko bije; vsakdanji učinki težnosti so nam prenavadni, da bi se nam vredno zdelo, če vidimo padajoč kamen, o tem premišljevat. Kdor ni duševno dovolj vežban in navlašč pozoren, ne zapazi takih reči.

Učencu bode omenjenih prikazni več ali manj znanih, koliko, se izve med poukom, poizvedeti se pa mora tudi in sicer po premišljenem izpraševanju, ali učenec vršitev prikazni dobro razumeva, kako si jo sploh predstavlja in kaj da je vmes krivega, nepopolnega. Krivi nazori, napačna predstavlanja se naj popravijo, od učenca pa naj se tirja, da v novič in bolj natančno opazuje vse okoliščine prikazni. N. pr. Vsak učenec je gotovo že opazoval mavrice, a kako? Če tirjaš, naj ti prikazen opiše, pove ti, da je lepo pisan polukrog, z rudečo, zeleno in modro barvo, in če ga še izprašuješ, da je postavljen v oblake in morebiti še, da se vidi po nevihtah. Vse glavne barve pa, in v katerem redu da so med seboj, ktera se sveti ob zunanem, ktera ob znotranjem robu, v kateri legi proti nam in solcu leži vedno mavrica in v katerem času dneva da se pri nas vidi, o tem ti ne pove nič ali pa vse nejasno. Kakor tu, treba je učenca tudi opozorovati na tiste prikazni, ki jih je do zdaj bil prezrl, a to v gotovem redu, kakor se prilega tvarini sami in pa učnim načrtom.

Kar se v prirodi naravnost ne da opazovati, to mora nadomestiti umetno prirejen poskus. Kakor sem prej povdarjal važnost, opazovati v prirodi vršee se prikazni, tako moram zdaj povdarjati važnost fizikalnega poskusa. Prirodoslovje iskustvena je vednost, zato mora, kdor se z njo peča, sam skusiti, kar mu je razumeti. „Nihil erit in mente, quod non prius fuerit in sensibus.“

Nje pouk mora biti nazorni uk. Ne morem si toraj misliti, kako bi bilo mogoče uspešno poučevati v tem predmetu brez vporabe nazornih sredstev. Ta zadeva razpravljala se je, počenši od Komenskega, dolgo let, da — šoli na škodo le predolgo — y tem in onem smislu, ali zdaj ga vendar ni več umnega pedagoga, ki bi dvomil o potrebi poskusa tudi v najnižjih šolah.

Poskus daje priliko, buditi pozornost, vaditi čutila, uriti opazovalnost; vedriti duh in ako je vsled drugega umovanja utrujen, oživljati in krepiti ga. On je sredstvo, poučevati ne le z besedo, temveč tudi z djanjem ter s prijetnimi izpremembami vnemati in na najblažji način razveseljevati. Poskus je pravi živelj prirodoslovnemu pouku.

„... Experimenta trahunt“.

Toraj poskus in zopet poskus, kjer in kedarkoli je mogoče.

Med poskušanjem napeljuj učence, da natanko opazujejo, t. j. da sami vidijo, slišijo, tipljejo itd., skrbi, da pazijo na celo vršitev prikazni, od konca do kraja, da jim ne uide nobena značajna okoliščina, noben glavni dogodjaj, prepričaj se takoj s prašanjem, ali so zapazili vse kar bi imeli, če ne, ponavljaj poskus, naj zopet opazujejo, da se tako do dobra navzamejo in po svojem iskustvu prepričajo o istinitosti in pravilnosti godêčih se prikazni.

Stvarna razmerja predmeta zahtevajo, da začnemo različna prirodoslovna prašanja razreševati na različen način; zdaj postavimo opazovanje prikazni v prirodi na prvo mesto, zdaj pa opazovanje prikazni na poskusih. Oboje se strinja, kajti mnogokrat ne bi prišli do pravega spoznanja prirodne prikazni, da si ne ogladimo poprej tal po djanstvenem poskuševanju. N. pr. bistvo bliska in strele dognano je od teh dob, kar so fiziki na poskusih dokazali učinke električne iskre. Sicer pa je poskus tudi pripomoček, ki je učitelju na razpolago, da stori učenca sposobnega, umno opazovati prikazni izvan šolske sobe, kjer mu ni nobenega vodnika na strani. Koliko to vpliva na razvoj duševne samostalnosti učenčeve, jasno je vsakemu, ki ve, kako se poukom in vajami množe duševne zmožnosti.

2. Ko so se učenci dobro seznanili z djanskimi razmerami in ko znajo ustmeno popisati vse vtise, ki jih napravi vršitev prikazni na njihova čutila, prestopi se do druge važne točke, odmišljevat zakon od dobljenega gradiva.

Kaj da je bitnost tega odmišljevanja, povedali smo zgoraj ter tudi razjasnili na primeru; vendar ne bo odveč spregovoriti še nekaj besedi.

Zakoni v narodi so veljavni na veke, oni so neizpremenljivo med sprejemljivim, stalna jedinica med nestalnimi količinami iste vrste. Delovanjem svojega uma, t. j. temeljitim premišljevanjem razumevamo, kaj da je med spremembami neizpremenljivega, med nestalnim stalnega, kaj množini istovrstnih prikazni skupnega. Ko dozori v človeškem razumu to spoznanje, od tega trenutka zaveda se človek prirodnega zakona ter mu je prostovoljno pokoren.

Naj li se tudi učenec zaveda zakona, mora sam temeljito misliti. Ker pa je to najtežavneje duševno delo, treba mu je pomoči in učitelj bo imel mnogo priložnosti, pokazati svoje bistroumje, da pregledno vredi in razvrsti dotično gradivo in da učencu jasno pred oči postavi to, kar mu je razumeti. V ta namen naj je ustmeno izraževanje o stvarini kak naj bolj točno in nje razvrstitev kak naj bolj pregledna. V nekterih slučajih je mogoče in jako koristno, poskusove podatke zabeležiti na šolski deski ali na enostavno risanih likih predočiti bistvene momente (Gl. prim. v T. pogl. str. 183).

Zakoni, kojih v fiziki nahajamo veliko število, jako različnega so obsega. Tisti, ki izrazujejo svojstva temeljnih prikazni, obširnega so obsega, zakoni ozkega obsega pa se nanašajo na pojedine iz temeljnih izvirajoče prikazni in na raznovrstne priprave v djanski rabi. Nekteri zakoni dadó se lahko in umljivo izraziti s priprostimi besedami, nekteri pa le v umetni matematiški obliki. Iz te različnosti zakonov izvira, da njih odmišljevanje ne zahteva povsod enako velikega duševnega napora, pri nekterih prikaznih leži zakon tako rekoč na površju, pri nekterih pa je skrit v globini. Slednji in vsi tisti, ki se le na matematiški način določno dado izraziti, prištevati so težje umljivim in ravno zategadel se v narodni (ljudski) šoli, pri začetnem pouku, nič ne moréjo obravnavati, v meščanski šoli pa le v pičlej meri in v kak najbolj popularni obliki.

3. Tretja točka je raziskavanje tistih skrivnih vzrokov ali delujočih sil, ki storé, ne samo da se sploh prikazni vršé, temveč da se pod istimi pogoji vedno izvršé na isti po zakonu določeni način. Sila je stalna jedinica med gotovo skupino zakonov. Človeška pamet pogumno se loti, ukrepati o najglobjih tajnostih narode, utemeljevati njene zakone.

Da temu naporu v šoli koj od začetka zagotovimo dober vspeh, treba bo na priličnem mestu, djal bi, enkrat za vselej razpravljati ta-le temeljni izrek: „Nič se ne zgodi brez vzroka“. V to svrho izberi si nekaj značajnih sprememb ter jih pretresuj samo z ozirom na ta izrek. Začeti moreš s spremembami našega dušnega stanja. Ako se razveselimo, ali prestrašimo ali razjočemo, vselej je temu kak vzrok. Nato podaj se v narodo. Da drevje v spomladi poganja listje in cvetje; da teče voda vedno navzdol; da se igla magnetica, če je dosta gibna, sama (?) zavrti v mer od juga proti severu; nekaj mora biti temu vzrok itd. Izmed prirodnih sil naj bolj kaže, na prvem mestu v izgled vzeti težnost, ker so njej podvržene prikazni naj bolj znane začetnikom.*)

Na ta način pridobé si učenci trdno podlago formalnemu izobraženju in če se te duševne vaje marljivo ponavljajo, se s časoma tako probudé, da samostalno poskušajo iskati delujočih sil, seveda le v takih slučajih, kterih razsojevanje ne presega njih duševnega obzorja. Da — li se učencem posreči, prav soditi, posebno dokler so začetniki, je pač jako dvomljivo, ali odločilne važnosti na tem je, da se sploh samostalno lotijo ugibati o silah, ki vidno ali nevidno delujejo v narodi.

Pri vtemeljevanju zakonov, ki je većinoma dosta težavneje od prejšnjih dveh opravil, treba je natanko razločevati to, kar je v istini delujoča sila, od tega kar je nje pogoj ali nasledek. Ker to le zadene, kdor si je prirodoslovske predmete pri-

*) Umno nadaljujoč dojdeš, korak za korakom, do novega smotra, da opredeliš fizikalni pojem sile, v ožjem smislu kot to, kar spravi pokojno telo v stan giba, gibajoče se telo v stan pokoja; v širjem smislu, kot to, kar sploh izpreminja stan prirodnih teles. — Ako se pečamo z učinki prirodnih sil, ne moremo se popolnoma ogniti tej definiciji.

svoji do gotove temeljitosti, zato bode učitelju mnogoteri prilika, zavračati učence na pravo pot. Za primer naj služi razprava o nategi. Nepoučen učenec bo sodil, da seznanje ob koncu natege je tista sila, ki vzdiguje v cevi tekočino. V resnici pa je seznanje le pogoj, pod katerim začne vidno delovati od natege celo neodvisna sila — zračni tlak. — Ako na to utemeljimo prikazen samo z zračnim tlakom, je le površno utemeljena; kajti ta tlak je prav za prav nasledek povesod v prirodi delujoče sile, — težnosti.

Iskaje prirodnih sil dospemo do nekē meje spoznanja, ki je prekoračiti ne moremo. V naj ugodnejših slučajih je dobitek spoznanja gotovost: spoznanje delujoče sile neovrgljiva je resnica. To je v tistih poglavjih, katerih bistvo je globoko odkrito (v poglavju o težnosti, mehaniki sploh, akustiki, optiki in toploti). V drugih poglavjih pa (o molekularnih silah, kemiji, magnetizmu in elektriki) je dozdej dobitek našega spoznanja samo verjetnost ali možnost, v obče hipoteza.

Na podlagi predstoječega razmotrivanja rešujemo fizikalna prašanja s tim, da 1) tanko opazujemo to, kar se godi in določujemo vršitev djanja, 2) snujemo na tem prirodne zakone in 3) spoznavamo bitnost tega, kar proizvoduje učinke. Toraj prikazen, zakon, vzrok ali kaj, kako, zakaj. Prikazen čutno izkusimo, zakon mislimo, vzrok spoznamo ali le slutimo.

Ta trojica je temelj prirodoslovski metodi. Toraj bodi ona voditeljica učitelju, kedarkoli se poda s svojimi učenci na prirodoslovsko polje. Ako se strogo po njej ravnamo, zagotovi nam ona v šoli preimeniten vspeh, da se nauči izročena nam mladina pozorno opazovati, ostroumno misliti in prav soditi. Kjer pa se to uči, tam se resno pripravlja mladina za djansko življenje.

Omenili smo poprej, da je utemeljevanje zakonov dosti težavniše nego jih odmišljevanje in mnogo je slučajev, da se mora eno ali drugo ali celo oboje opustiti, ker ni mogoče vse ovire umovanja odstraniti in po prostem, prvi stopnji primernem načinu obdelovati tvarino. Zato ne bo odveč dodati še nekaj razjasnil.

Kar se nam na prvi pogled dozdeva kot delujoča sila, je mnogokrat le izvod ali nasledek druge in ta odvisna je morebiti od tretje še splošneje delujoče sile. Zakon pa je prav utemeljen še le takrat, ko smo spoznali skrajno na-nj uplivajočo silo. a ravno to se je dosihdob le redkoma posrečilo. Niti celega sveta učenjaki še niso iztuhali bistvo magnetizma in elektrike, dasi so s čudovito bistroumnostjo osnovali mnogo dotičnih zakonov ter za djanstveno rabo izumeli vsakovrstnih strojev. Bistvo svitlobe sta poskus in račun našemu spoznanju široko odprla, dali pa do jedra, še tudi ne vemo. Temveč nam dajo različne prikazni magnetizma — elektrike po eni, in toplote — svitlobe po drugi strani, kojih učinki se na čudoviti način vjemajo, kaj jasno slutiti, da izvirajo najbrže vse iz iste prirodne sile, koje spoznavati vtegne biti odločeno pozni bodočnosti; za zdaj pa se moramo zadovoljiti s hipotezo. — Če pa utemeljevanje učenjakom samim dela toliko preglavice, da svoje nevednosti ne morejo drugače prikrivati nego s hipotezo, kaj-li smemo tedaj zahtevati v tem oziru od nižjih šol, ki se imajo več ali manje boriti z jako škodljivimi zaprekami? Izmed teh naj navedem nektere. Duševne zmožnosti učencev so premalo razvite. Šolam pomanjkuje učnih sredstev. Šolsko obiskovanje je neredno, ker ljudstvo še nima dovolj jasnih pojmov o važnosti in potrebi realističnih nauk in zato tudi ne povsod potrebne ljubezni do šole.

Zares se pri takih okoliščinah ne da mnogo doseči ali vendar naj se vztrajno doseza to, kar je vsekako mogoče, namreč vsaditi v mlade glavice prepričanje, da se nikjer in nikoli ne izvršujó prikazni brez delujočih sil in da se vse spremembe godé po vekomaj veljavnih zakonih.

Ali se bo tam, kjer vednost sama le hipotezuje, v šoli govorilo o hipotetičnih silah, zavisno je od tega, kak globoko da dopuščajo okoliščine zajemati iz posameznih predalov predmeta.

Če segamo do snovanja zakonov, bilo bi celo krivo, popolnoma opuščati v šoli tolmačenje delujočih sil, dasi so le hipotetične, kajti od tega, kakšne si je predstavljamo, zavisi oblika, v kateri izrazujemo zakone. N. pr. ako v poglavju o magnetizmu (ali elektriki) govorimo samo o magnetnih (ali električnih) in nemagnetnih (neelektričnih) telesih delujočo v njih silo pa preziramo, vtegne tvarina učenec ostati bolj nejasna, nego če je koj po prvih uvodnih poskusih opozarjamo, da v telesih, ki kažejo tak posebni (magnetni ali električni) stan, tiči gotovo kakšna posebna sila. In da bo zanaprej mogoče, kak najkrajše izrazovati se, dajmo ji ime (magnetizem ali elektrika), s čimur označujemo, da je to nekaj, kar dela. Da pa učenec, predstavljajoč si to silo ne smatra kot gotovo, kar je le hipoteza, naj se mu odkritosrčno pove, da je dana beseda le ime za nekaj, česar bistva sicer ne poznamo, a poznamo mnogo njegovih učinkov. Enako je postopati pri predstavljanju drugih hipotetičnih sil.

Če sem tukaj narisal kratek načrt, kako postopati, kdar se vpeljuje pojem hipotetičnih sil, vendar naj se iz tega ne sklepa, da zagovarjam s tim neobhčno potrebo, razpravljati v nižji šoli hipoteze. Iz predstoječega se itak razvidi, da je na prvi stopinji in pri tako pičem času glavna stvar le pravilno poimenovanje dotičnih sil. Dotaknil sem se te zadeve, ker sem uverjen, da kar ne zmore eno —, dvo — ali trirazrednica, zmore pa pet — ali osemrazrednica in pa — meščanska šola, ki ima v svojem učnem načrtu prirodoslovje kot posebni predmet. Sicer pa bi poučenemu napredku v vseh teh šolah naj bolj godilo, ko bi, namesto utemeljevati s hipotezami, razjasnovali dotična vprašanja po novih, mehaničnih načelih. Podlaga je temu pojem delujoče sile in dela. Prirodne sile delajo (v navadnem smislu). N. pr. voda goni mlinska kolesa; to je delo, katero v istini opravlja težnost. Navito prožno pero dela, ko goni, razvijajoče se, ursko kolesje. Solčna toplota dela, ko vzdiguje vodo v oblake; svetloba dela, ko spreminjuje barvo rastlin; tako tudi električno telo dela, ko privlači ali odbija druga telesa. Težnost, toplota, elektrika itd. so tedaj delujoče moči različne oblike.

Vsled teh opazk je zgoraj podana metodična trojica nekoliko omejena. Tretja točka — utemeljevanje — tam pa tam odpade, ako kakovost tvarine in druge okoliščine to zahtevajo. Kakovost tvarine je vzrok, da delamo sploh različne izjeme. N. pr. večkrat je prilično spremeniti red, ter po opazovanju prikazni najprej govoriti o njenih vzrokih in potem še le snovati zakone. V tem oziru odločuje največ učiteljevo razpolaganje. Govoreč zgoraj o hipotezi magnetizma (elektrike) imel sem to pot v mislih.

Spomnimo se zdaj delovanja molekularnih sil, skupnosti, žreznosti, lasovitosti itd. Tu je le umestno, seznaniti učence z glavnimi prikaznimi ali učinki in potem z imenom (hipotetične) sile, snovanje zakonov je stvarno nepotrebno, ne glede na to, da presega moči narodne in meščanske šole. Enaka se godi v akustiki in optiki, kjer se je v prvi vrsti pečati s prikaznimi in nekaterimi zakoni, vzroki pa se ali celo prezirajo, (svojstva hipotetičnega étra) ali pa se omenjajo mimogrede (vzbujena prožnost navadnih teles). Ker je pa prožnost podlaga vsem zvočnim prikaznim, naj se ji odloči dostojno mesto ter naj se o prožnosti trdnih in tekočih teles delajo prosti poskusi, da bo vslej mogoče, „per analogiam“ predstavljati si nihanje plinastih teles, in nastanek zvoka. Izmed vseh predalov prirodoslovja navedeni metodi naj manj ugaja kemija. Nižje šole ne morejo niti teorije niti vzrokov razvijati, glavno opravilo je, opazovati prikazni in zapomniti si rezultate poskusov, iz katerih se izvija svojstvo in uporaba nekterih prvin in najvažnejših kemijskih spojin.

Akoravno tedaj predmet sam zahteva dosti izjem od pravil, ki smo jih poprej razvili, moram vendar še enkrat izraziti prepričanje, da so imenovane tri metodične točke, glavni uveti povoljnimi vspehom in tisto vodilo, kterege ne sme učitelj nikoli izpred oči spustiti, če hoče umno delati izjeme; sicer postane pravilo, kar bi imelo biti le izjema.

4. Spoznavanje prirode je že ob sebi tako vzvišene blaženosti, da se po vsej pravici zaradi te same trudimo, pridobiti si prvo, ne gledajoči pri tem na gmo-

ten dobiček, ki ga nam utegne donesti. Ali to je stališče, na katero se more človek povzdigniti še le takrat, ko je duševno priboril si gotove zrelosti, ko že ve ceniti vrednost sreče blažujoče omike. Nedorasla šolska mladež, da si je občutna za vse lepo in plemenito, vendar ni zmožna gojiti tako vzvišenih nazorov. V njej sicer tlije živa iskra radovednosti, ali da iz te kviško šine svitel plamen stanovitne, neugasne vedoželjnosti in prave ljubezni do predmeta, treba je posebne vspodbuje.

Kaj da v mislih imam, naj podprem z besadami slavnega našega Slomškega*): „Pokaj pa je našim otrokom naravoslovje“? Morebiti za noroslovje, da jih zmešaš in znoriš? Prijatelj! le po časi. Saj tudi ti v naravi ali naturi živiš, dihaš sapo, piješ vodo, in se rad pri ognju greješ. Jeli ti ni potrebno vedeti, kako se za zdravo sapo skrbi, da zdravo ni prevroče ali premrzlo piti, kako se ognja in druge nesreče varovati, prazne babje vere zaničevati? ...“. To sredstvo toraj je, pokazati učencem vrednost pouka za vsakdanje življenje ter storiti jih sposobne, da kolikor vedó, toliko tudi zmorejo. Ko so se učenci do dobra seznanili s prirodno prikaznijo, naj sledi razmišljanje o djanski uporabi tega, kar so se učili. Marsikteri nauk utisnil se jim bo za vselej v glavo in sree še le tedaj, ko se jim je razjasnila njegova uporaba ter ko so se zavedeli, kakšno duševno orožje se jim daje v pest.

Pri tej točki odpre se učitelju ono polje, na katerem stojé vsi slojevi človeškega življenja; vsak stan zajema vedé ali navedé izmed bogatih zakladov, ki jih je vednost nakupičila. Ozirajoči se nekoliko po velikih kulturnih narodih vidimo, da je dosledno uporabljvanje prirodoznanskih ved pospešilo umetnijo in obrtnijo, trgovno in kmetijstvo do velikankega napredka ter je pomnožilo njih duševne in gmotno sile, da so postale glavni steber njih narodnemu ponosu. Spoznavši pa to resnico lahko uvidimo, da je i našemu narodu, če hočemo, da stopi z drugimi le v približno ravnotežje, treba podeliti tistih praktičnih zmožnosti, ki izvirajo iz realističnega pouka v obče, posebno pa iz modrega uporabljvanja prirodoslovnih ved.

Da ta stran pouka kaj izda, bilo bi prekasno začeti pri doraslem človeku, ker doraslim ali ni časa ali pa ne volje zahajati v šolo; temveč treba je že v šolski mladosti probujati duhove, da se pripravljajo, rabiti „uma svitile meče“ za tisti boj, ki se mu pravi djansko življenje. Ono je sicer tudi šola, trajajoča vse žive dni, ali če mora ta nadomestovati, kar je bila zamudila šola mladih let, pride življenje predragó, kajti nevednost je najdražja stvar v deželi.

Četrto točko smo zgoraj imenovali: Izvajanje in uporaba. Izvajanje (dedukcija) v širjem pomenu besede nima prostora v nižjih šolah. Ono zahteva globlji pogled v stvarna razmerja, večjo sposobnost do logičnega sklepanja in več znanja o matematičnih operacijah, nego jih šola podaje. Ali če tudi pustimo vso takšno stvarino na stran, ostane še pri uporabi zakonov dovolj elementarnega, lažje umevnega gradiva, ki dobro služi kot podmet prostim vajam v tako zvanemu deduktivnemu sklepanju.

Pri tem poslu je, kakor smo že v prvem poglavju namignoli, pot našega umovanja ravno nasprotna od one, po kateri se zakoni snujejo. Dokler namreč zakon ni odlučen, pomičejo se naše misli od posameznega in stvarnega (konkretnega) do občnega in abstraktnega in vse sklepanje je induktivno. Ko pa po dognanem zakonu pridemo do njegove uporabe, obrne se pot umovanja. Zakon je zdaj izhodišče in od občnega stopamo po deduktivni poti navzdol do posameznega. Za vsak način sklepanja naj sledi po en izgled:

a) Induktivno sklepanje:

Tališče ledú je vedno eno in isto, namreč 0° C.

Tališče voska je vedno eno in isto, „ 68° C.

Tališče kositra je vedno eno in isto, „ 230° C. itd.

Zato je tališče različnih teles različno a za vsako vedno eno in isto.

b) Deduktivno sklepanje:

Enakoramni navor je v ravnotežju, ako je sila enaka bremenu.

Gredelnica navadne tehtnice je enakoramni navor.

*) Drobince 1861, str. 278.

Zato je gredelnica navadne tehtnice v ravnotežju, ako je sila enaka bremenu.

Pri obravnavanju priprav in strojev vrši se večkrat umovanje po načinu, ki ga logika imenuje obratnim sklepom. Ako n. pr. vemo, da se v toplomeru živo srebro le razteza, če njegova temperatura narašča, tedaj smemo tudi obratno sklepati: „Če se v toplomeru živo srebro razteza, narašča njegova temperatura.“ Sklepa se toraj od učinka na vzrok. Tako sklepati pa je le tedaj varno, kedar je gotovo, da je danemu učinku le en vzrok. Ako pa več sil prouzročuje isti učinek, prenačili bi se, ko bi brez premisleka obrnoli sklep. N. pr. napetost plina v zaprti posodi more se povečati po dveh vzrokih, ali da se plin zgoščuje ali pa da mu narašča temperatura. Obratni sklep ima izbirati med dvema vzrokoma in pred nego se za gotovo izreče, treba je razsoditi postranske okolnosti.

Med sklepane vaje spada cela vrsta enoternih računskih nalog iz prirodoslovske stroke, kojih rešitev ne prizadene več truda kakor navadni sklepni računi v štrtem šolskem letu. Največ takega gradiva nahaja se v mehaniki, toploti in kemiji, n. pr. prosta razmerja med hitrostjo, časom in potom pri enakomernem gibu, itd. Naj bi se take naloge ne prezirale, one kažejo važnost računstva za druge stroke, mladim računarjem so prijetna izmena in razširjajo tudi njih duševni obzor. Na vrsto pridejo v tem redu, kakor dotična stroka napreduje.

Glavno opravilo štrte točke pa vendar ostane uporaba prisvojenih naukov 1) v razjasnenje zunanjih prirodnih prikazni, ki več ali manj vplivajo na naše delovanje, n. pr. toplota, vremenske spremembe, svetlobno prikazni na nebu i. t. d. 2) v razjasnenje glavnih funkcij človeškega in živalskega trupla in 3) v razjasnenje raznovrstnih priprav in strojev, ki nam služijo pri vsakdanjih opravilih. Da pa šola res pripravlja za djansko življenje, mora se pri izbiranju gradiva tudi ozirati na potrebe in tehnične razmere krajeve.

O prvi teh točk ni treba več besedi; njeno važnost priznavajo primerni članki vseh šolskih beril.*) O sledečih pa to-le:

Vsakemu le na pol izobraženemu je neobhodno treba poznati glavne prirodne zakone, po katerih se ravna opravila, hranitev in zdravje človeškega trupla; kako je ustrojeno uho, okó, kako je uživati hrano, zakaj se zdržati tega ali onega, kako varovati se boleznim in podaljšati si življenje; da je živalskemu truplu isto tako potrebno čistega zraka in svitlobe, kot človeškemu. Kako se živi rastlina, da preveč porezati korene in veje se pravi zamašiti rastlini usta; kako vpliva gozd na podnebje in zemeljske površje in koliko škoduje nespametno razgozdovanje (o čemur imamo na slovenski zemlji žalostnih dokazov — na Krasu).

Kakor drugod naj se tudi gledé uporabljavanja prirodoslovskih zakonov prične pouk z najbolj znanimi ali najpraprostejimi stvarmi. Učiti je toraj o pravilni rabi imenitnejih priprav in strojev, ki se potrebujejo pri gospodarstvu in gospodinjstvu, n. pr. tehtnica, toplomer, sezalka i. t. d., ali ki so pomenljivi za domačo obrtnijo. Iz domačega okraja pelji učence v duhu v bolj oddaljene, po domovini, po državi ter jim razodevaj najznamenitejša uporabljavanja prirodnih sil, posebno takšna, ki so za kulturni napredek odločilna, kakor parni stroj, železnica, telegraf. V poljedelskih in vinorejskih okrajih učiti je kemijskih toliko potrebnih naukov, da bo ljudstvo moglo bolje spoznavati lastnosti svoje zemlje, da bo znalo pravilno pripravljati gnoj, umno obdelovati polja in izgledno ravnati s pridelki.

Navesti bi se dalo še mnogo reči, spadajočih v prirodoslovsko stroko, ki bi jih ljudstvu koristno bilo vedeti; ali naj bo temu dovolj; iz navedenih primerov se razvidi, kako daleč segajo tirjatve. Te so zares jako obširne, ali zdi se mi tirjati veliko, da se doseže saj nekaj. Vem, da djansko življenje predpisuje nižjim šolam zraven veronauka, materinščino in računstvo kot najimenitnejša predmeta; vem tudi, da se slabi vspehi, ki se v teh predmetih tam pa tam zaslede, pripisujejo preobloženju z realijami.**)

*) Razumeva se samo ob sebi, da gre na domačih tleh nahajajočim se prkaznim in čudežem dostojni prostor (Cirčniško jezero, Postojnska jama.)

**) Po mojem mnenju vtegne biti več kriva pomankljiva metoda.

glas večine. V sedajnem veku res ni več časa, premišljevat ali bi ali nebi; odprta so samo edna vrata, nad njimi stoji edin napis: „Moraš“. Že v nižjih šolah se ljudstvo mora izobraževati realno, inace ni napredka in brez tega gotova poguba. Vprašanje, o katerem je mogoč razgovor, je tedaj samo to, koliko se more šola pečati z realijami. To vprašanje mora rešiti šola sama, opiraje se na mnogoletne izkušnje in djanstvene potrebe. Ker so te v različnih krajih različne, imajo se tudi šole potem ravnati. Tedaj se bodo v dotičnih učnih načrtih kazale primerne razlike, kakoršne so že itak v navadi z oziroma na različno razrednost šol. V tem smislu se je po šolski noveli od dne 2. maja 1883 pomnožila veljava meščanskih šol. Postava jim naravnost veleva, prilagoditi učne načrte krajevnim potrebam in na istem kraju sme se jih ustanoviti po dve in več z različnimi načrti, ako služijo različnim namenom. Postava je s tim priznala važnost praktičnega pouka, toraj tudi djanstvenega uporabljavanja prirodoslovskih naukov.

Koliko se bo tedaj v posameznih šolah učilo prirodoslovja, zavisi od tega, na kakšni stopinji da stojé; ali nobena šola naj ne ostane brez tega pouka. V istini ni vse na tem ležeče, da se kolikor naj več gradiva v šolo spravi; površnost bi se kmalo pridružila; učenci, ki bi prišli iz takih šol, znali bi o vsakterih rečeh govoriti, ali ostali bi puhle glave. Glavna stvar je, da se vsaka tvarina, ki se koli obravnava v šoli, tako dovršeno in temeljito prebavi, da imajo učenci stalen dobiček za pobaženje srca, ali za izobraženje razuma in za pomnožitev praktičnih zmožnosti. Ta splošna pedagoška tirjatev je v prirodoslovju tim bolj na svojem mestu, ker je metoda razmerno težavna in ker se, če manjka pazljivosti ali na učiteljevi ali na učencevi strani, le prelahko zatrosijo krivi pojmi in krivi nazori, ki djansko uporabljavanje vsakako ovirajo. Kar pa se v šoli poučuje, naj je tako pravilno in resnično, da tega nikoli ni treba popravljati, temveč samo nadaljevati in razširjati.

III.

Zdaj ko smo razvili glavna načela, ki jih določuje predmet sam in ko smo črhnilo o obširnej njegovi uporabi, ne bo neprilčno, takoj govoriti o izbiranju tvarine za šolske namene. Kakor znano je tvarina za vse vrste šol sestavljena v posebnih učnih načrtih in tudi v dotičnih šolskih knjigah izbrana in razvrstena je bolj ali manje primerno. Na kaj se je pri tej izbiri oziralo ali pray za prav na kaj se je v obče ozirati in kaj opuščati?

1. V nižjih šolah se morejo predočevati le temeljne prirodoslovne resnice. Ta izrek da se opravičiti iz sledečih vzrokov. Pri obilici učnih predmetov, ki jih ima zmagati nižja šola, naravno je, da se more prirodoslovju odmeriti le pičlo število ur. Predmet sam je tako posebnega značaja, da se po metodi od drugih bistveno razlikuje ter da se po pravici najtežavnim prišteva. Vsled tega se more pouk iz tega predmeta vspešno začeti še le v višjih razredih oziroma v zadnjih šolskih letih, ko so učenci dospeli do potrebne razumnosti. Nasproti tem razmeram pa se je predmet dozdej ogromno razširil in narašča od dne do dne, tako da je primerjati širnemu polju, čez katero vodi na tisuče potov, merečih deloma na vse strani v neskončno daljavo, deloma križajočih se medsebojno. Vsa pota obhoditi pa manjka šoli časa in še mnogo drugega. Ni-li po tem takem šoli dovolj zadače, ako išče le najvažnejša sredotočja in glavne tod izvirajoče proge, t. j. temeljne zakone in naj znamenitejo jih uporabo?

2. Pri izbiranju tvarine naj se uvažuje vsak predal prirodoslovja. Od dobre šole tirja se dandanes, da kolikor mogoče vsestransko naobrazuje. V ta namen ima predpisanih mnogo več predmetov od nekdej, med njimi tudi prirodoslovje, katero se deli v mnogo važnih poglavij. Če izmed teh uvažujemo samo eno ali drugo, zapadli smo enostranosti. To pa je tim manje dovoljeno, čim več učencev se po izšolanju poda naravnost v djansko življenjé, katero jim le malo prilike daje, razširjevati svoje znanje na vse strani. A tudi tistim učencem, ki prestopijo v višja učilišča z navadno bolj enostransko omejenim smotrom, bode vsestranska duševna vzbujenost plodonosna popotnica.

Za šolski pouk se, kakor znano, najlažje prireja poglavje o toploti, zato se razmeroma tudi naj bolj marljivo obdeluje. Vendar se zaradi tega ne smejo prezirati glavni nauki mehanike, svitlobe, elektrike itd. in na kemijo, ki tako globoko sega v človeške zadeve, bi se moralo mnogo več pozornosti obračati nego dozdaj.

3. Učna tvarina naj se sestavlja z vednim uvaževanjem nje djanjske uporabnosti. Ta se navadno razumeva kot sredstvo v povzdigo materialne izobraženosti, dasi formalno izobraženost nič manj ne povzdiguje. A ostanimo pri prvi. Njeno potrebo smo že v prejšnjem poglavju razkazovali, tu naj dastavimo, da stoji na istem stališču tudi šolska postava, ako določuje kot občni smoter: „Znanje najvažnejših fizikalnih in kemijskih prikazni z vednim oziranjem na vsakdanje potrebe in na spremembe v prirodi.“

4. Tvarina naj se razvrstuje in razširjuje v koncentriških krogih. Ta zakon je v novejšem času vsemu pouku nižjih šol zavladal ter ni dvoma o njegovi primernosti. V prirodoslovju prilaga se ta razvrstitev temeljnim pravilom metodike. Prvi učni stopinji pristoji najbolj tisti del tvarine, v katerem se moremo zadovoljiti z opazovanjem prikazni in s poimenovanjem dotičnih konkretnih pojmov. Kot uvod temu smatrati so primerne snovi iz šolskih beril, ki se od drugega šolskega leta naprej polagama obravnavajo. Drugi stopinji odmeriti bo spoznavanje temeljnih resnic (snovanje zakonov in jih utemeljevanje), in nekaj prostih naukov o uporabi, tretji stopinji pa obširniji pouk o uporabljevanju zakonov. Svest sem si, da ni lahko mogoče, o tej razvrstitvi izreči pravilo, ki bi v vseh slučajih ugajalo; kajti pri tem ne odločuje samo različnost tvarine, ampak tudi različnost šol. Meščanska šola segala bode v širje kroge nego malorazredna narodna in v tem predalu globlje nego v tem. Zato naj samo še pokažem na eno nevarnost, v katero napredujoči po koncentriških krogih lahko zabredemo. Ker se po tem zakonu tvarina jako trga, pripeti se ti, če varno ne razpolagaš, da si učil zdaj to, zdaj to, vsakega nekaj, celega nič. Nasledek bi bil površnost in polovičarstvo. Da se temu ognemo, treba je pri razvrstitvi tvarine gledati na to, da je vsak oddelek dobro omejena celota; da se ne trga, kar spada v eno skupino. N. pr. Učiti razteznost teles po toploti danes samo na trdnih telesih, na kapljivih in plinastih pa vslej enkrat ali tudi celo ne, ne bilo bi pravilno, ker bi se na ta način le oviralo spoznavanje splošne veljavnosti tega zakona.

5. V nižjih šolah naj se opuščja vse matematično raziskavanje. (izvzemši proste računске vaje). Vzroki so se že pri drugi priliki omenjali. Tukaj zopet naglašam, da je prirodoslovje izkustvena vednost in kot takšna naj se tudi učencu predstavlja. Matematična sredstva rabiti možno je na višji stopinji, ki ne orje toliko ledino na široko kot njivo na globoko.

6. Med učno tvarino naj se ne stavijo predmeti za igranje in umetničenje. Dandanes, ko je prirodoslovsko znanje prodrlo v širne kroge, izdeluje se vsakovrstnih fizikalnih priprav, ki so prištevati pravej otrošji igrači. Nihče pač ne dvomi, da duhovita igrača jako blagodejno podpira duševni razvoj mladine in mislim, da bi bilo narodno — izobraževalno početje, ko bi večaki in strokovnjaki hoteli ali mogli uplivati na izbornu prirejanje otroških igrač. Sicer to ne spada semkaj. A šola se vendar ne more pečati niti z navadno niti z umetno sestavljeno igračo (karteziijev potapljalce, čarobni lij, stroboskopski boben itd.). Prvič jej manjka časa, drugič so takšne igrače navadno izdelane v premajhni ali sicer nedostatni obliki in tretjič je pomisliti, da igrača, ki leži pred učenci, odteguje njih pozornost od uka. moti njih resnost in tako celo spodkopuje disciplino. Pri vsem tem ostane še itak dovolj reči, ki so igrači za las podobne, pa še zaradi splošne uporabe ali znamenitih prikazni ne morejo pogrješati med učnimi sredstvi (magnet, zrcalo, pokalica, čarobna svetilnica itd.) V takih slučajih naloga je učitelja, da vodi učence od igre do resnega uka.

7. Med učno tvarino naj se ne jemljó prašanja, kojih rešitev zahteva preveč zamotanih poskusov ali preumetno sestavljenih

priprav. To tirja premalo razvita opazovalnost in razsodnost učencev; le po njih zmožnosti določujemo, kolikor se jim sme nalagati. Ali temu pravilu moramo tudi dovoliti izjemo, kajti ko bi se strogo po njem ravnali, ne bi smeli med učno stvarino staviti pouka o parnem stroju, telegrafu itd. Ker pa z ozirom na potrebo materijelnega izobraženja tega ne smemo izpuščati, zato moramo spet učitelju na srce polagati, da take predmete obravnava po najbolj umevnem in stališču učencev naj bolj primernem načinu.

IV.

Ukoslovja bistvena naloga je, odgovarjati na tri prašanja: kaj učiš, koga učiš in kako učiš? Pravila, ki jih ono ustvarja, nanašajo se toraj na predmet, na učenca in na učitelja. Imenovana tri vprašanja dadó se prevesti na ti-le dve: Kako učiš z ozirom na predmet in kako z ozirom na učenca? V prejšnjih člankih smo bili v glavnej stvari odgovarjali na prvo prašanje. Drugo prašanje, o katerem hočemo zdaj govoriti, rešila je pedagogika v oběni za vse predmete veljavni in v specialni za vsak predmet posebej veljavni obliki. Odgovor obsega celo vrsto pravil. Ker so obče znana, ni se mi treba spuščati v njih nadrobno razpravljanje. Zадosti bo, ako navedem nekaj stavkov, ki posebno pojasnujejo stališče prirodoslovnega poučevanja.

Pouk bodi primeren (priroden). Ta primernost tiče se predmeta po eni, in učenca po drugi strani. Tukaj nam je posebno govoriti o primernosti gledé učenca. Kakor umetnik svoje delo in orodje ravná po svojstvih snovi, katero obdeluje, isto tako mora se šolski pouk ravnati po svojstvih učenca. Pouk je največja in najzlahtnejša umetnost, njemu izročena snov je duševnost učenca; z njenimi svojstvi in z zakoni, po katerih se duh razvija, mora biti v soglasju pouk. Zategadel naj se vselej začne pouk iz stališča, na katerem stoji duševnost učenca. Od tod se napreduje polagoma a neprestano in temeljito, da nikjer ne manjka tistih notranjih vezi, brez katerih ni pravega napredka duševnemu razvoju.

Zatoraj naj se vedno koraka od najbližjega do bolj oddaljenega, od znanega do neznanega, od lahkega do težjega. S tim se vjema napredovanje od enoternega do sestavljenega, od posebnega do splošnega. To je pot, katero nas uči zgodovina te vednosti in ktera mora tedaj biti merodajna.

Nadalje ne uči, česar še učenec zapopasti ne more, t. j. novemu nauku bodi prejšnji za podlago. Tudi ne poučuj, kar za učenca, ko se uči, še nima vrednosti, niti tega, kar bi vslej ne imelo več vrednosti. Vzbujaj na primerni način zanimanje in zagotovi si pozornost vseh učencev; vsako novo pomisel, ki si jo vzbudil v glavi učenčevi, utrdi takoj, da ne zgine več; na koncu ponavljaj in združuj obdelano stvarino v celoto.

Pouk bodi nazoren. Karkoli naj učenec začetnik razumeva o prirodnih odnošajih, mora mu prodirati po čutilih do možgan. Pouk mora tedaj biti tako uredjen, da vpliva na čutila, da na nazorni način prepričuje o istinitosti podmeta in njegovih zakonitih razmerij. To posredujejo vidni poskusi, priprave in stroji. O tem smo že nekoliko govorili, razpravljajoči potrebo in vrednost poskuševanja. Ker pa sem uverjen, da dozdam še ni vse, o čemur se delajo poskusi za nižje šole dovolj nazorno, zato hočem na dveh primerih razjasniti, kako si mislim, da je spojevati elementarnost pouka z nazornostjo.

Prvi primer tiče se zračnega tlaka. Poskuse, s katerimi se navadno dokazuje njegovo bitje, smem imenovati statičnimi, ker se i pri čaši vode, ki jo s papirjem pokrito povezneš, kakor i pri Torricelli-jevem poskusu iz bivajočega ravnotežja sklepa, da mora neka sila nasproti delati težnosti. Da je ta sila ravno zračni tlak, mora se potem še z nasprotnimi poskusi potrditi. Prva je neprilika pri teh poskusih, da je njih rezultat zanikaven, kajti konstatuje se samo kar se ne zgori (tekočina v posodi ali cevsi ne pade); druga pa je, da je treba po dovršenem poskusu še indirektnega umovanja, preden se spozna, da nasprotna sila ni nič drugega nego zračni tlak. Obe nepriliki odstraniti treba je poskusa, pri katerem se zračni tlak pozitivno javlja

po vidnem gibanju. Mislim, da se to popolnoma doseže s stekleno cevjo, v kateri se neprodušno premikata dva bata, kojih ednega premikaš z vtaknjeno mu palčico, drugega potem premiče zračni tlak.

Za drugi primer naj vzamem poskus, s katerimi se dokazuje lomljenje svetlobnih trakov. Veliko število šolskih knjig (nemških), ne izvzemši takih, ki so nalašč pisane za nižje šole, ima na prvem mestu poskuse s palico, ki jo na pol v vodo vtakneš in pa z denarjem v neprozorni posodi, y katero naliješ vode. Ta poskusa sta prav prilježna za uporabo, ako je bitnost lomljenja že razjasnjena, ali z njuno pomočjo podajati učencem prve pojme o lomljenju, ni nazorno, niti elementarno. Nazorno ni, ker to, kar se vidi, je le spremenjena lega nekega telesa, o spremenjeni meri svetlobnih trakov pa učenec naravnost ne vidi nič, in vendar je to najznamenitejši pogoj nazornosti. Elementarno ni, ker prizadeva preveč duševnega truda, pred ko se iz poskusnih rezultatov izvede prava pomisel o lomu. Po krajšem in dosti bolj nazornem načinu rešimo to prašanje, ako uredimo poskus tako, da se vpadajoči in lomljeni trakovi objektivno vidijo, prvi ob beli steni ali ob razsvetljenem zračnem prahu, slednji v malo skaljeni vodi, skoz katero se širijo v prozorni, najboljše štirioglati posodi.

Zdaj pa še nekaj o sredstvih, ki pri nazornem uku nadomestujejo manjkajoče, ali dopolnjujejo pomajnkjlive poskusne priprave. To so modeli in risani liki.

Bil je čas, ko so pedagogi o rabi nazornih sredstev bili nasprotnega mnenja. Nekteri zametavali so imenovane pripomočke, trdeč, da na njih ni mogoče jasno predočevati niti fizikalnega stroja niti prirodne prikazni in da zategadel nasprotujejo glavnemu načelu vsega prirodoznanskega pouka, nazornosti. Nekteri pa so celo nasprotovali djanskemu poskuševanju, veleč, da ono podpira raztresenost učencev in zahteva preveč časa. Dasi je prva trditev nekoliko opravičena, je vendar druga celo kriva in je izvirala le iz pomanjkljivega znanja metodičnih načel. Zdaj ne dvomimo več, da so koristne ne le izvirne priprave, temveč tudi modeli in liki, če se pri nazornem uku na pravi način uvažujejo.

Seveda stoji priprava, s katero je v istini mogoče izvrševati poskuse, zavoljo svoje vrednosti na prvem mestu na drugem pa vse, kar je pripravi podobno ali kar predstavlja važne trenutke prikazni. Da-si tudi modeli in liki niso dovršeni pripomočki nazornosti, pa jo vendar zdatno podpirajo. Koliko šol še imamo na slovenski zemlji, kojim manjka najpotrebnejih priprav? Ali naj se zarad tega zanemarja ves prirodoslovni pouk? Mislim da si noben vestni učitelj ne bo hotel nakladati take odgovornosti. Misel na veliko škodo mladine priganjala ga bo, nadomestiti manjkajoče reči z risanjem, sam sestavljati si uzorce, in po možnosti skrbeti za pridobitev boljših sredstev.

Lastne skušnje me učé, da so pripomočki druge vrste koristni, ako se rabijo zraven izvirnih priprav. Kajti učenci marsiktero pripravo, katero pred seboj vidijo, ali prikazen, katero opazujejo, še le tedaj po njeni sestavi ali zakonitosti dobro razumejo, ko se jim je tudi na risanih likih predstavila. Kot primer lahko služijo temeljne prikazni o svetlobi, odboj in lom. Da si kak koli dobro kazal na poskusih, v katero mer se trakovi odbijajo ali lomijo, pomisli, ki si jih vzbudil v glavi učenca, popolnoma utrdiš še le s tim, da značajni del prikazni zagradiš na liku, ki ga pred očmi učenca rišeš na desko. Ali če razlagaš sezalko s pomočjo izvirne priprave, ne bode li njena sestava postala popolnoma prozorna, ko si je v glavnih črtah tudi narisal? Risani liki imajo namreč to prednost, da se na njih lahko predočuje samo glavna stvar, postranski manje važni deli pa se izpuščajo. Mislim da to ni najslabša pot, po kateri se vadijo učenci ločiti jedro od lupine. Povrh je še pomisliti, da se na ta način zdatno krepi učencev predstavljalnost in domišljija — in morebiti tudi urnost in bistrournost za bodoče praktične posle. Ker pa je tudi znano, da se mladina kaj zlo zanima za risanje, ali ji ono ne vtegne služiti v prostem času kot jako koristna igrača namesto drugih brezmiselnosti?

Naštevši koristne strani teh nazornih pripomočkov moram vendar jih rabo tudi omejiti. Najbolj porabni so v razjasnovanje poedinih priprav in strojev; temeljne

zakone pa, na kojih so oni osnovani, samo na njih predočevati, bi nikakor ne bilo nazorno, ker subjektivno domišljevanje ne nadomestuje objektivnega opazovanja. Zategadelj tudi niso porabni pri začetnem pouku, ki naj rabi vselej izvirne priprave; ampak pozneje, ko so učenci postali duševno sposobnejši, da imajo dovolj domišljivosti in predstavljalnosti. In ker je risanje na meščanskih šolah učni predmet, v narodni šoli pa se tudi malo ozira na-nj, za to prihaja v tej meri primerneje, kakor napreduje urnost v risanju. Pri vsem tem pa je in ostane izvirna priprava prvo nazorno sredstvo, modeli in liki rabijo se v zvezi z onimi ali pa kdar sploh ni boljših pripomočkov.

V.

Od poučne metode, nanašajoče se na notranjo uravnavo pouka z ozirom na predmet in na učenca, razlikuje se poučna oblika in sicer v tem, da zadeva zunanjo uravnavo pouka ter je vsled tega zavisna od učitelja. Za obliko odločilni ste v prvi vrsti tirjativci, da mora pouk biti izobrazujoč, t. j. da vežba vse duševne moči učencev in da mora biti skupen (občen) t. j. da se istočasno razteza na učence celega razreda ali celega oddelka. Kar se toraj tiče oblike fizikalnega pouka, imamo določiti najmanj tri reči: 1. Kako da je učitelju občeovati z učenci, 2. kako mu je ravnati z učnimi sredstvi in 3. kako mu je rabiti in gojiti poučni jezik.

1. Nižjim šolam služi kot najmenitnejša poučna oblika za večino predmetov takozvana katehitična ali prašalna oblika. (Izjemo delajo predmetje zgodovinskega značaja, kojim najbolj ugaja pripovedovalna oblika, dočim se s prašalno ne da ničesar doseči). Nje najbolj sovršena stopinja imenuje se prašalno-razvijalna.

Oblika je prašalno-razvijalna, ako učitelj gradivo, katero hoče učencem priobčiti, razredi v celo vrsto prašanj, ki se naslanjajo na vsoto že obstoječih pomisli, od tod pa po prirodni poti nadaljujoč vstvarjajo tiste nove pomisli in pojme, po katerih se duševno sodelujoč učenec vspne do spoznanja novega gradiva.

Prašanje učiteljevo in odgovor učencev sta žezlo, s katerim vlada učitelj nad pozornostjo, zanimanjem, domljivostjo, sploh nad vsim duševnim delovanjem učencev. Ona sta zanesljiv pripomoček, vse mišljenje učencev spraviti v tisto tir, po kateri jih hoče učitelj voditi, in vsak trenutek mu je mogoče prepričati se, koliko so učenci sodelovali. Od tega pa sklepamo na vseh pouka, tedaj o njem ne more biti pomote. Ta poučna oblika dela tudi na duševno samostanost, ona budi veselje do uka in obrazuje kakor nobena druga jezično ročnost.

Uspešno uporabljevanje te oblike zahteva od učitelja, da poučuje kak najbolj živahno, elementarno in nazorno, ter da se temeljito pripravlja, gradivo razvozlati s psihologično pravilnostjo, logično razvrstovati ga in dosledno držati se oblike.

Prej ko začne učitelj obdelovati kako gradivo, ozreti se mora po duševnem obzoru, na katerem stoje učenci. V to svrho jih izprašuje, kaj in koliko jim je znanega po lastnih izkustvih in kakšne pojme da že imajo. Ako pa se je gradiva že bilo nekaj obdelalo, ponavljal bode, prej ko nadaljuje, da zve, ali so si učenci prejšne nauke dovolj globoko vcepili v glavo. To ponavljanje razredil bo v primerno vrsto prašanj, tako da v spomin vza:ne vse posameznosti, ki so z gradivom, do ktere:ga hoče učence privedi, v kakej bitnej zvezi ali morda v bitnem nasprotju*). Brez ponavljanja naj se ne prehaja do novega gradiva, ker ono posreduje med stari in novim in veže znano z neznanim. Prestopivši do novega gradiva, ko razpravlja učitelj sestavo učnih sredstev, potem ko poskusoma izzivlje prikazni, ktere naj učenci opazujejo, spet mu je le s prašanji mogoče, osvestiti se, so-li učenci dobajali njegov pouk ali ne. In ko je nazadnje razkriti jedro in eventuelno snovati zakon in utemeljevati ga ali ukrepati o delovanju kakega stroja, razvijal bo v prašalni obliki dobljene podatke, tako da učenci duševno sodelujejo, samostalno mislijo, sodijo in sklepajo in si polagoma sami ustrojajo prave pomisli in domneve o novi resnici.

*) Zdi se mi, da se poučna oblika vse premalo briga za izobraževalno moč, s katero podpira kontrast jasno shvatanje nesorodnih razmerij.

2. Kako ravnati med poukom s poskusnimi (in drugimi nazornimi) sredstvi in kako med poskuševanjem vesti se, bomo lahko določili, ako dosledno zasledujemo metodična pravila, posebno o nazornosti, primernosti, prašalno - razvijalni obliki in ako se zraver še držimo pravila skupnosti, po katerem je poučevati vse učence ob enem.

V to svrho imej vse, kar potrebuješ, k redu, da lahko, ko začneš poučevati, takoj potrebno v pest vzameš. Kar med kazanjem v roki držiš, drži mirno, ne prenizko, tudi ne prekratek čas, da vsi dobro vidijo in skrbi, da vsi gledajo. Med tem ne hodevaj, ako ni posebnega vzroka (neznatna velikostazanega predmeta), od klopi do klopi, s čimur neha skupni pouk in se med učenci, ki nimajo ničesar gledati, začne nasebna zabava. Stoj raji na takem mestu, da pada svetloba na tebe ali prav za prav na kazani predmet od spredaj, na učence pa od zadej. Tako bo prvi najboljše osvetljen, druge pa ne bo motila nikakšna bliščoba. To isto velja o rečeh, ki jih med poukom na steber ali na steno obesiš.

Priprave, ki imajo na mizi stati, postavi učencem kolikor naj bližje in zasučij tako, da so učencem vsi glavni deli kak najbolj vidni (a ne da bi bili tebi od roke). Ako toraj posamezni deli ne tiče v drugih, naj stojè drug poleg drugega, ne pa drug za drugim, n. pr. pri telegrafu i. dr. Z mize pa spravi vse, česar ravno ne potrebuješ, da po-transke reči ne motijo pozornosti.

Vsaka priprava mora se pred poskusom popisati. Popisovanje začenja se navadno pri podlagi (stojalu). Od tod se ide na kviško. Kjer podlaga nima nič posebnega na sebi, ali se je enaka že večkrat videla, obrni se takoj h glavnej stvari, da po nepotrebem ne tratiš časa. Pri vsakem delu razloži, kako je vstrojen in kje je pritrjen, v katero mer in daljavo se morebiti da gibati in premikati itd. Ne pozabi razločevati med glavnimi in postranskimi deli; ti-le pridejo na vrsto v takem redu, kakor se tičejo glavnih. Jako važen pripomoček, pomnožiti nazornost, je razkladanje in sestavljanje priprav in strojev v pričo učencev. Res, da to ni povsod, a vendar je mnogokrat mogoče, n. pr. pri sesalki, galvanskem loncu, pri kemijskih poskusih i. dr. Da razkladanje med poukom ne vzame časa, razkladaj pripravo poprej, na mizo položi posamezne dele, popiši vsakega posebej in sostavljaj je zaporedoma. N. pr. Ako si galvanski lonec razdjan prinesel na mizo, postavi v dotično stekleno posodo bakreno ploščo, potem cinkovo, na to nalij stanjšane žveplene kisline, pritrđi žice z vijaki in — potem še le poskušaj. Ako se na tak način vse pozorno vrši v pričo učencev, mora jim vsa stvar postati prozorna in mora jih tudi mikati do posnemanja. Sicer pa se imajo učenci popisovanja v obilnej meri vdeležiti, djal bi celo, naj sami popisujejo, seveda kolikor so tega zmožni. Povišati to zmožnost, pozveduj v prašalni obliki o kazanih rečeh, kaj in kakšne da so; s tem vadiš učence v popisovanju: marsikaj pa bo tebi dostaviti in popraviti, vendar imej pri tem vedno pred očmi, da delavci so učenci sami, ti si njim voditelj in pomočnik.

Ko je popisano nazorno sredstvo, tedaj pride velevažen trenutek za učitelja, da izvrši poskus, za učence, da opazujejo prikazen. Obema treba je največe pozornosti. Osiguriti si vspeh tega trenutka morajo biti učitelj in učenci še posebno pripravljeni na-nj. Učitelj moral je najprej sam za-se, tedaj pred poukom, pred šolo poskušati, da se privadi, urno ravnati s pripravo, da vse bistveno sam pri sebi dobro premisli; da se prepriča, je-li priprava sploh zanesljiva in da poišče in odstrani vse zapreke, vsled kterih bi vtegnil poskus izpodleteti. Vse to je neobhodno potrebno tudi tedaj, ako si z isto pripravo že večkrat vspešno delal; ker ne veš, ali se ni od prejšnjega poskusa sem kaj pokvarilo, ali da kako majhno malenkost ne pozabiš. N. pr. Galvanski lonec pusti te na cedilu, ako bakreno žice ob koncèh niso čedno opiljene, isto tako sesalka, ako se je bat vsušil, da propušča zrak ali ako zaklopka pretrdo tiči. Elektroskop te lahko popolnoma zmoti. Če si v njem zezval malo negativne elektrike, pa mu preblizo podržiš krepko treno pozitivno palico, se bosta listka tudi oddaljila itd.

Učitelj bodi toraj dobro pripravljen, da mu ne izpodleti noben poskus, sicer on sam vničuje učinke, ki jih je hotel povzročiti. Izpodlel poskus namreč škoduje več nego da ga nisi nikdar delal. Mislim, da o tej trditvi ni treba besedi.

Učiteljeva naloga pa tudi je, učence pripraviti na pozorno opazovanje. V ta namen jim koristi, približno vedeti, kaj da s poskusom nameravaš. Namigni jim o tem na priličnem mestu n. pr. ko po dokončanem ponavljanju prejšnjega gradiva prestopiš do novega ali saj malo prej nego izvršiš poskus. Toda dobro premisli, koliko jim razodeneš; ne preveč, da jim ne ohladiš vedoželnosti in ne vzameš prilike pokazati svojo bistroumnost; ne premalo, da ne tavajo v temi okolo gotovega cilja ampak ravno toliko, da se živo zanimajo in da je vse njih mišljenje naperjeno naravnost proti temu cilju.

Pri kratkotrajnih prikaznih in pri poskusih na obsežnih pripravah treba je učence naprej opozoriti, kam naj obrnejo svoje oči, da jim nič glavnega ne uide. Pri dolgotrajnih poskusih pa, kakor jih večkrat zahteva toplota in kemija, skrbeti je, da se čas med poskusi koristno porabi. Učenci ne smejo biti popolnoma brez duševnega opravila, trpela bi med drugim disciplina. Ta čas da se koristno porabi s predmetom, s kojim se ravno pečaš. Zato boš v prašalni obliki morebiti še le zdaj pogovarjal se o sestavi poskusnih sredstev, ali pa ponavljal prejšno gradivo, oziraje se na njegovo razmerje do novega, ali kar se ti sicer umestno zdi. Posebno pa bo učence zanimalo, ako je v razvijalni obliki napeljuješ, najprej izreči svoje mnenje o mogočem skončatku poskusa. Slišal boš različna mnenja, prava in kriva, a ne pritrjuj in ne zanikuj nobenemu temveč izrečno javi učencem, da skončatek poskusa odločuje, kdo da ima prav, kdo ne. Na ta način navdušuješ učence za stvar, da z nestrpnjo pozornostjo pričakujejo zaželjene prikazni. Nekolike prilike takemu umovanju je pri pouku o uporabi znanih zakonov, ko razjasnuješ delovanje priprav in strojev iz vsakdanje rabe, ki ga po deduktivnem sklepanju z učenci najprej določiti poskušaš.

Ko je tedaj vse pripravljeno, daj izvršiti poskus, a potrudi se, vsako djanje, vsak gib in pokret, kakor vselej, tako posebno v tem trenutku, izvršiti določno, živahno in sigurno, da glavna stran prikazni jasno stopi učencem pred oči, odlikujoča se od vseh postranic. Ko se je to zgodilo, prašaj takoj: „kaj se je videlo?“ Učenci ti morajo dobitke svojega opazovanja povedati. — Na to sledi popis cele vršitve, snovanje zakona, utemeljevanje, uporaba, kolikor tega dovolé okoliščine. (Gl. I. in II.)

Vsled velike raznoterosti gradiva je tudi v obliki mogoče raznoterih variacij a prepuščam je mislečim učiteljem, ki bodo, vneti za predmet, gotovo v vsakem slučaju zadeli najboljšo pot.

Kar se tiče discipline med poskuševanjem, podpira jo zanimivost predmeta, ruši pa mnogovrstnost porabljenih nazornih sredstev in dolgotrajno bavljenje z njimi. Bodoč, da so obče znana strahovalna sredstva, omenim tukaj samo to: „Ne delaj, dokler ni občne pazljivosti“. Vsled velike zanimivosti predmeta bodo učenci poznajoč tvojo resnobo, radi pokorni. Nekterim, ki se po pazljivosti in hvalevrednem vedenju posebno odlikujejo, dovoli, da ti, če je treba, pri tvojem opraviu strežejo ali po dovršenem delu poskus v pričo tebe ponove. Prepričanje po lastnih izkustvih upliva za vse žive dni, kajti izpodbujaja samostalno delavnost.*)

3. Občna pedagogika izrekla je načelo: „Ves pouk bodi jezičnim poukom.“ Ako je to načelo veljavno za realistične predmete, o čemur ni dvomiti, gotovo je veljavno o fizikalnem pouku v največej meri. Ker je namreč le malo predmetov, ki toliko priložnosti dajo, odmišljevati in sestavljati (kombinovati), soditi in sklepati, nego fizika, je ta pouk kot nalašč ustvarjen, izvrstno vaditi učence v

*) „Popotnik“ prinesel je v 20. štev. IV. letnika 1883 članek, v katerem se z iskrenimi besedami kaže potreba, da šola pripravlja za djansko življenje. Mislim, da je fizikalni pouk imenitnim sredstvom, s kojim se to dosza. Samostalno delavnost krepi izpodbujaj učence, naj doma ponavljajo vse poskuse, ki se s prostimi, domačimi pripravami izvesti dajo. To bo za mladino duhovito igranje.

logičnem mišljenju. Vse mišljenje pa je v tesni zvezi z jezikom. Jezik po eni strani podpira logično mišljenje, po drugi strani pa pričuje, je-li mišljenje teklo po logični poti ali ne. Fizikalni pouk tedaj ni samo za to, da vežba mladino opazovati, misliti in soditi, temveč tudi govoriti. Zategadel pa jezična stran tega pouka ni nič manjše važnosti, nego metoda sama.

S tim pa pridem najprej do prašanja, ktero je inod že davno rešeno in sicer v ravno nasprotnem zmislu, nego se rešuje ob jezičnih mejah slovenskih, t. j. „V katerem jeziku naj se poučuje?“ Odgovor je kratak: „V tistem, s kojim je mogoče najvspešneje in najhitreje doseči dani smoter, intenzivno izobraženje ljudstva.“ Ako je tedaj resnično temeljno načelo, da nemški otroci v šoli najboljše napredujejo z nemškim, laški pa z laškim učnim jezikom, mora isto načelo tudi biti resnično za nas Slovence, toraj gre slovenskim otrokom pouk v slovenskem jeziku.“ Kjer se drugače ravna, greši se zoper zdravo pamet in zoper pedagoške zakone. Ni tukaj prostora in tudi ne moj namen, ponavljati, kar se je o tej zadevi v javnosti tolikrat razpravljalo, zato tudi ne pretehtujem, s kakšnim uspehom se more fizika poučevati po dvojezičnih šolah, kjer si morebiti učenci nobenega jezika zadostno ne prilasté, temveč izrekam iskreno željo, da se naj naša mladina res realno izobrazuje za djansko življenje, ter da se že obstoječim učnim načrtom tudi glede fizike kak naj bolj zadostuje.

Zastran prašanja, kako se naj pri fizikalnem pouku vestno gleda na gojitev poučnega jezika, glasi se odgovor: Vse izraževanje, ustno in pismeno, mora biti pravilno, točno in jasno. To zadeva v prvi vrsti učitelja, v drugi učence; učitelj ravnaj se po tem pravilu, tirjaj pa isto tudi od učencev.

Jezik je pravilen, ako se strinja s slovničnimi zakoni. Prvo je tedaj to, kar se v šoli vseh kulturnih narodov najviše ceni, namreč poučevanje v čistem, pismenem jeziku. Izogibati se je napačnih oblik in takih izrazov, ki v pismenem jeziku niso navadni; posebno je vztrajno trebiti pokvarjena narečja, da mladina zmožna postane, v poznejih letih z dobičkom čitati knjigo, pisano v pismenem jeziku.

Jezik je točen, ako je izraževanje jedrno in kratko. Vse kar je preobilno, kar ne pospešuje razumevanje razmotrivane tvarine in kar misli učencev napeljuje do postranskih reči, naj se opušča. Tu sem spadajo različni poetični uvodi, vzkliki začudenja, raztezne poslovice, sploh malo pomenljive fraze. Poetična opazovanja iz prirodoslovne stroke bolj umestna so v berilih, v fizikalnem pouku pa, naj so še tako lepa in resnična, jemljejo tisto troho časa, kar ga je na razpolago, ne da bi učence za realnost pouka bolj vnemala.

Izraževanje je jasno, ako učenec povedano lahko razume in si brez težav zamore misliti in doumiti, kar besede izrazujejo. Vse kar hočeš, da učenec v mislih spoji, mora sposobno biti za spojitve. Pomisli, ki si po vsebini nasprotujejo, ali se izključujejo, ne dajo se spojiti. Ko pa bi to vendar storili, dobili bi nezmisel, n. pr.: „Led je trda voda“. Pomisli „voda“ in „trd“ si nasprotujete, ker je voda najnavadniji zastopnik vsega tekočega, t. j. netrdega. Inače pa je z izrekom „led je strjena voda“, v katerem deležnik označuje prehod iz tekočega stanu v trdnega, kar je stvarno pravilno, tedaj tudi logično. Jezične nejasnosti sploh dostikrat izvirajo iz stvarnih nejasnosti. Celo v knjigah se malomarno prezira različni pojem gostote in specifične teže, ter se drugo izmeni z drugim, dočim brezimensko število ne more biti jednako količini, ktero merimo z gramom ali kilogramom. V dosego jezične jasnosti posluževati se je prostega sloga brez dolgih, zamotanih perijod; ogibati se je vse nedoločnosti v izrazih, bodisi da bi izpuščali potrebna določila ali da bi rabili izraze z dvojnimi t. j. nedoločnimi pomenom. Zdi se mi, da se v naščino vri-vajo take nedoločnosti pod uplivom tujščine, n. pr. kaj pomeni „dvakrat manjši“?

Toda naj bo tega dovolj, da se kratko ozremo še po drugem postu, ki se tiče jezika, in to je pismeno obdelovanje fizikalnih prašanj. V fiziki je za pismene vaje najrazličniših prilik. Porabljevati jih koristi ne samo jezičnemu izur-

jenju, temveč tudi temeljitejemu razumevanju predmeta samega. Kar naj učence jasno izrazi, mora dobro razumeti in kar dobro razume, ne bode mu pretežko jasno izraziti. Kot naloge za pismene vaje prilične so: Zgodovinske črtice o znamenitih iznajdbah in o življenju znamenitih mož; popis fizikalnih priprav (strojev), poskusov in zunaj v prirodi vršечih se prikazni, različne razprave in primerjanja prikazni in priprav.

VI.

Vsaka šola, ki se hoče vspešno pečati z fizikalnim poukom, potrebuje zbirko fizikalnih priprav in strojev (kojim rečimo skratka „aparati“). Kakšne lastnosti pa morajo imeti aparati, s katerimi se da pouk v odličnej meri podpirati? Odgovarjaje na to prašanje ne smemo izpred oči pustiti po vsem resnične poslovice: „Za šolo je najboljšje jedva dosti dobro.“ Z dobrimi aparati bo učitelju naj več veselja delati, z dobrimi aparati bo pouk naj bolj gladko tekkel, učence najbolj ogreval in jim nove resnice naj bolj živo stavljaj pred oči. Dobri aparati pa so tisti, ki se prilagajo vsem potrebam in okoliščinam dobrega pouka. Ker pa so potrebe in okoliščine pouka tako mnogovrstne, kolikor je razlik v duševnem razvoju učencev, stvarnih različnosti v učni tvarini in zunanjih do pouka uplivov, zato ni ravno lahko določiti pogoje, po katerih bi imeli biti aparati vstrojeni v vsakem posameznem slučaju. Kar toraj v sledečem naštevamo, sme se vzeti za obče veljavno, a ne da bi bile izključene izjeme, o katerih veljajo posebni pogoji.

Po smotru, kateremu služijo, delé se aparati v dve vrsti, 1. v aparate, s katerimi se predstavljajo temeljne prikazni, oziroma temeljni zakoni in 2. v aparate, s katerimi se predočuje uporaba temeljnih zakonov, t. j. sestava in delovanje strojev in različnega orodja. Aparati prve vrste so n. pr. navor, leča, igla magnetica, elektromagneti; s temi se strinjajo od druge vrste tehnična, drobno- in daljnogled, kompas, telegraf.

Uvažujoči smoter, ki ga hočemo doseči, zahtevamo od aparatov različnih lastnosti. Kar se tiče aparatov prve vrste, staviti nam je do njih pred vsem pogoj.

1. da je možno, na njih razjasnovati zakone kak najbolj očitno, ne da bi trebalo težavnega, časotratnega odmišljevanja. Priprave za predočevanje zračnega tlaka morajo biti tako prirejene, da ga vidno kažejo na gibanem telesu, one za odboj in lom svetlobe pa tako, da se kolikor mogoče objektivno vidijo dohajajoči in odhajajoči trakovi. Zakoni prostega pada se lažje snujejo s pomočjo Atwood-ove padalnice nego z Galilejevo poševno ravnijo.

Aparati druge vrste, ki nam predočujejo sestavo in delovanje strojev, morajo biti tako ustrojeni:

2. da se dadó lahko in urno razkladati in skladati. To je, kakor smo že slišali, v velik prid nazornosti, a vendar se je dozdej ta lastnost pri izdelovanju aparatov precej zanemarjala. Nisem še videl telegrafovega uzorca, pri katerem bi se dal najprej na stojalu pritrditi elektromagnet, potem navor z mačkom ob enem, s kladvecem ali iglo ob drugem koncu, in na to pa zvonček kladvu nasproti ali papirnat trak pred iglino ostjo. — Uzorci daljnogledov in sestavljenih drobnogledov, kakor se izdelujejo za šolske namene, so odprti, t. j. leče niso skrite v ceveh. Zarad nazornosti je to potrebno in hvalevredno, grajati pa je, da se leče ne dadó premikati. Saj okular moral bi biti premičen, ker le tedaj je mogoče aparat vspešno pomeriti na bližje in daljše predmete.

V časi se aparati iz varčnosti tako sestavljajo, da služijo dvema smotroma ali še več. N. pr. med fizikalnimi zbirkami za nižje šole nahaja se na deskici magnetica, vrteča se okolo kratke navpične osi, ktera stoji v središču na 360 stopinj razdeljenega kroga, okoli igle pa se ovija štirioglati okvir od bakrene ali medéne žice, na deskici trdo pribit. Ta aparat očitno služi 1. kot kompas, 2. v dokaz odklanjalne moči električnega toka. Pri pouku pride prvokrat na vrsto kot kompas, kot takemu pa je okvir nepotreben, pravi kompas ga nimajo. Zategadel pa bi moral biti okvir tako pritrdjen, da ga je lahko odstraniti in zopet nastaviti, kakor kaže potreba. Pod tem pogojem nimam nič zoper take kombinacije, ki si jih je zmislila

varčnost. Zares si nekaj stroškov prihraniš, ako imaš razkladen telegraf in daljnogledov uzorec, ker tedaj ti ni treba posebej kupiti elektromagneta in leče.

V obče pa tirjamo od aparatov vseh vrst sledeče lastnosti:

3. Da med poskusom ne odrečejo in krivo ne kažejo. Pouk je brez vse vrednosti, ako poskus izpodleti, in bi učitelj moral učencem zatrjevati, naj si nekaj mislijo, česar videli niso, ali pa naj si drugače mislijo nego so videli. Učenci nebi prišli do pravega pojma o prirodnih zakonih, ako se jim to, kar bi morali spoznati vekomaj stalnim, predstavlja kot jako klubujoča stvar, na kterej zato sploh ni nič gotovega. Isto tako ostala bi djanska porabnost strojev učencem dvomljiva in ne stavili bi jih više kakor navadno igračo. Boljše je nove nauke brez poskuševanja izvajati iz znanih razmerij in vsakdanjih opazovanj, nego delati s kujajočimi se aparati. N. pr. Na deskici, s ktero hočeš dokazati bitnost težišča, mora biti nit točno v težišču pripeta, sicer viseča deskica ne zavzema vodoravne lege. Za izvajanje navorjevili zakonov opisujejo nektere knjige (ki se celo same nazivljajo metodičnimi), pripravo „navor ležec na robu trirobate prizme“, ktera nikakor ni zanesljive rabe, ker je navor v labilnem ravnotežju preobčutljiv in toraj ravnači z njim premudno. Zanesljivi so poskusi z navori stabilnega ravnotežja, kakoršni so pri tehtnicah.

Krivo kažeči aparati najdejo se pogostoma med toplomeri, med steklenimi palicami za električne poskuse, med enostavnimi stroji i. dr. Velika je neprilika, ako toplomer vtakneš v taleč se led, a živo srebro ne doseže na skali zaznamovanega ledišča (červno si bil poskus vestno priredil); ako trenja steklenka postane le slabo ali pa negativno električna, ker ali steklo po tvarini ni pripravno ali pa nisi vzel pravo snov za trenje; ako pri kolesu na vratilu poskusoma najdeno razmerje sil zaradi preobilnega trenja ni ednako razmerju dotičnih premerov i. t. d. Manj škode pa je, če se učencu, ki sam za-se poskuse dela z nezanesljivimi pripravami, kaj takega pripeti. On ne bode krivde pripisoval niti predmetu, niti učitelju, ampak najprej svoji neizurjenosti.

4. da imajo primerno velikost in njih posamezni deli med seboj ugodno lego. To tirjatev moramo naglašati posebno zaradi potrebe skupnega pouka. Ako aparat ni tako ustrojen, da se v rednih okoliščinah njegovi glavni deli vidijo do zadnje klopi, ne ustreza skupnemu pouku. Med zbirkami fizikalnih aparatov za nižje šole ponujalo se je v prejšnjih letih dokaj take drobnjadi; dozdej se je že očitno na boljše obrnilo, pa zboljšati vtegne se še marsikaj. Solskim toplomerom bilo bi omisliti cevi z veliko kroglo, tanko a široko votlino in veliko skalo na beli ploskvi; blizu takšni se v privatni rabi nahajajo. Namesto živega srebra bi barvan vinski cvet tudi ne bil napačen. — Leče za prve o njih poskuse morale bi biti primerno velike. — Uzorci sezalk izdelujejo se zdaj najbolj od stekla in so toraj jako prozorni, a njih velikost še večidel ni uzorna, ter se bat in spodnji ventil v daljavo slabo vidita. Temu bi nekoliko v okom prišli, ko bi se ona po barvi razlikovala od okolice in ozadja. (Na ozadje, Hintergrund, naj se sploh ne pozablja). O neki obliki kompasa (gl. toč. 2) je bil ravno govor. O njegovi magnetici ne moremo zamolčati, da niti po velikosti niti legi ne ugaja. Skoraj vse v šoli rabljive magnetice (za odklon) so premajhne, njih širja stranica leži v vodoravni ravnini in le ozki rob je obrnjen proti učencem. Razun tega so, kakor naravno, temne barve in pri tolikih pomanjkljajih ni čuda, če je obsodimo. Zvišati njih porabnost treba bo dati jim večo obliko in podpreti jih tako, da bodo se videle od široke strani, kakor magnetice za naklon in s temi v soglasju ne bilo bi priostriti njih koncev, naj bi ostale po celem enake širokosti. Če bi se njih polovici še po barvi razlikovali, li popolnem ustrezale tirjatvam pouka. Ednakih pomanjkljajev so večidel tudi elektroskopi, dvolistkarji. Za šolo želeti je širokih listkov v okroglasti posodi, ktera se toliko zasuče, da se listka malo po strani vidita. S širokostjo pa narašča teža listkov in pojema njih občutnost. Bodoč pa, da je za šolo najboljše jedva dosti dobro, naj opozorim na elektroskop, ki si ga je omislil ravnatelj Boltzmann v Gradčkem fizikalnem zavodu. Namesto listkov ima dva jako lahka cilindra iz aluminija, pritrjena ob istih konceh dveh križajočih se navorov od tanke aluminijeve žice. Navora

visita na tankih bakrenih nitih in moreta vodoravno nihati. Če podeliš tej vseskozi lahki pripravi malo elektrike, zanihata cilindra vsak sebi in ker sta razmerno velika nasproti listkoma navadnih elektroskopov, se jih gibanje izvrstno vidi v daljavo.

Da so se majhni aparati toliko razširili, moremo si tolmačiti po njih nizki ceni. Ali vendar je pri tem navadno več škode, nego dobička. Videl sem že več električnih kolovratov tako majhnih, da kljubu velike skrbnosti ne dadó učinka, s kojimi bi se smel ponesti pred učenci. Takega blaga se kmalo naveličamo; nasledek je, da zapade prahu in če dotičnega aparata nočemo pogrešati, kupiti moramo novega z dobičkom podvojenih stroškov.

6. Da je priprosta njih sestava in zunanja oblika. Če nižja šola nima niti preumetno sestavljenih niti lesketajočih se aparatov, ji ne more biti ravno na kvar. Zgodovina fizike nas uči, da so se jako imenitne iznajdbe posrečile z jako prostimi pripravami, ki so vselej na razpolago tistemu, kateri je več izpraševati narodo. Zapletenih aparatov mladini ni mogoče vsestransko shvatiti, da bi jasno razumela strojitev celote, dočim jej nejasno ostane, kako se vjemajo funkcije njih številnih kosev. Krasno zlikani in bliščeči se aparati so zategadel man e priporočati, ker njih zunanja lepota lahko učencev pozornost tako zavzema, da pozabijo slediti pouku. V obeh slučajih sicer odločno ugovarja gmotna stran; nižja šola nima za-jemati iz bogatih blagajnic, ki so prvi pogoj za nakup dragih aparatov. Nižjeji šoli zadostuje prosto ustrojena in lahko prozorna priprava, ker razmotrivanje temeljnih razmerij, ki so nižji šoli glavna zadača, zadostno pospešuje: Prosta zunanja oblika pa še ni treba, da bi bila brezokusna.

Ako je ktera šola v ugodnem položaju, da razpolaga z lepimi in umetno ustrojenimi aparati (zračna sesalka, multiplikator, i, dr.) mislim naj se ne obotavlja rabiti jih. Lep učinek, točno izzvana prikazen, ki pojasnuje kako temeljno resnico, šteje več, kakor nezgoda, da učenci ne umevajo nekterih kosov stroja, ki so ali v znortanjem skriti ali pa osnovani na neznanih jim principih.

Nekteri večih strojev šolam sploh ne bi smeli manjkati, zaradi tega ne, ker mora ona, kakor smo povedali, izobraževati vsestransko in za praktično življenje. Tu sem štejem brizgljo, telegraf, parni stroj i. dr. Kar se tiče električnega kolovrata, odlikuje se, dobro ustrojen, po mnogoštevilnih lepih prikaznih. Zatoraj naj si ga omisli, kdor zamore.

Nižja šola potrebuje sicer le toliko naukov o elektriki vzbujeni trenjem, da more tolmačiti blisk in bliskovod, veliko važnejši pa prihaja od dne do dne galvanizem in elektrotehnika. Ako toraj premišljuješ, kaj bi si omislil prej, svetujem ti, to kar je bolj važno, bolj praktično. V najnovejših izdajah nemških knjig za nižje šole ne najdem električnega kolovrata, a najdem za telegrafom naveden telefon, oba glavna sistema električne razsvitljave in paragraf o prenašanju električnih sil. To je napredek.

Da se lažje širi fizikalni pouk, je gledé oblike aparatov ravnati se ne le po učnej stopnji učencev, temveč tudi po stanju šolskih blagajnic, tako da se priskrblijujú za nižjo stopnjo in za manj premožne šole aparati kak najbolj priproste oblike in nizke cene, za višje stopnje in premožniše šole pa kaj bolj dovršenega. Prepričan sem, da bo občno, realno izobraženje naroda še le takrat osigurenó, ko bo imela kmečka šola isto tako svoj telegraf i. dr., kakor mestna, ta morda v lepšej, ona v bolj priprostej obliki, a vsaka popolnem zanesljivo in porabno blago.

6. Da so močni in trpežni in od pripravne snovi. Podloge in stola izdelujejo se od lesa in kovin; od trdega lesa so boljša kakor od mehkega; naj so dovolj široka in težka, da aparati mirno stojé. Les mora seveda biti suh, da se ne zvine, da ne razpoka, da zagozde, klini, klej in lepila ne spusté. Osi zahtevajo stanovito lego; plošča elektr. kolovrata počí, ako se stebra majeta. Da se aparati hitro in varno skladata in razkladajo, treba je na podlogah primernih zarez in spojki; vijaki, s kterimi se pritrjujejo premični deli, imeti morajo take kepe, da ni treba posebnega ključa (pri galv. lancih). Vsa pritrjila morajo trdno držati, da se med poskušanjem nič ne zrahlja, premakne in skuja. Glavni deli so kolikor toliko stekleni,

da se njih notranji deli dobro vidijo (pri sezalkah i. dr.) Naj se sploh uvažuje vse, kar povišuje trpežnost in djansko porabnost.

Glede pridobitve smemo fizikalne aparate razvrstiti v tri vrste.

Prvič v proste pripomočke, ki se najdejo na vsakem domu, deske, palice v razjasnenje težišča, navora, poševne ravnine; svinčnica in nihalo; različne steklenice in čaše, s katerimi se da mnogo poskušati o skupnosti, sprijemnosti, o rosi, o zraku telesnosti, potapljalnem zvonu, o zračnem tlaku, plavanju, občevalnih posodah, o sredobežnosti, celo o zračnih in svetlobnih prikaznih; palice pečatnega voska, cilindri petrolejskih svetilnic, svilnata in volučna roba za prve električne poskuse; votla slamnata stebela kot natege; poskusi z žigicami; različno gorivo in gorenje; žvęplo, železo, srebro, očet, lug, sol za prve kemijske pojme itd. Na prvi mah vidimo, da nektera izmed njih, ki niso nalašč šoli namenjena, tudi manje ustrezajo metodičnim tirjavam, zato boš jih rabil pri prvem pouku, ako nimaš boljših pripomočkov; ako pa jih imaš, začni s temi, na domače pa se oziraj, kdar uporabljueš že znane nauke v razjasnitev sorodnih reči.

Drugič v aparate, ki si jih učitelji sami vstvarjajo. Da si ni zahtevati postranskih stroškov, so vendar učitelji, kakor kažejo razstave učnih sredstev, že marsikaj izvršili, kar je jim na čast, šoli pa na korist. Ker se pri izdelovanju gleda na gotovi smoter, tudi dobro ugajajo metodičnim tirjavam. Želeti je le, da bi bilo na učiteljskih dosti prilike in spodbuje pripravnikom, uriti se v nabiranju in prirejanju učnih sredstev vsake baže.

Tretjič v kupljene aparate. Večino aparatov bo treba vsakako kupiti, n. pr. v o stekleno blago in takšno, ki se ne da izdelovati brez posebnega orodja, katero omisliti si že ob sebi drago pride. Kakšno blago in kje naj se kupuje? Ako je pri vseh učnih pripomočkih gledati na dovršenost, se mora to zgoditi posebno pri takih, ki stanejo gotovi denar. Kupujejo pa se aparati ali pri izdelovalcih samih, — mehanikih, — ali pa v zalogah, ki zraven tržijo z vsakterim šolskim in drugim blagom. V takih zalogah nakupiči se marsikrat blaga za sejm, sicer nizke cene a tudi dvomljive porabnosti. Zato je kupcu biti opreznim, da škode ne trpi in se je obračati do takih zalog, ki so si po solidni postrežbi že djansko zaslužile javno zaupanje.

Boljše pa vendar bo, aparate naročati si naravnost pri mehanikih. Tem lahko najpatančneje dopoveš, kakšno blago da želiš. To se naj vselej zgodi, da se ti potem ne more na nobeno stran izgovarjati. Ako blaga nima takoj k redu, izdelaga po tvoji želji. Naj je tudi malo dražje, pa se vendar izplača po zanesljivosti in trpežnosti.

Kakovost blaga pa lahko nadzorujejo kupci sami, ako vzajemno postopajo. Naj ne kupijo, kar ni povsem dobro izdelano. Pogreške, ki jih zapazijo na kupljenem blagu, naj javijo prodajalcu, kar mu bode za drugokrat v svarjenje. Ako to nič ne hasne, naj se učitelji ne ustrašijo stopiti v javnost in po šolskih listih kazati slabo blago.

V šolskih listih je sploh pravi prostor, z razpravljati tega tikajoče se zadeve, naznanjati, kje in kaj se dobiva kot pošteno blago in priporočati, kar je priporočila vredno. Ob priliki šolskih razstav naj se javno in stvarno kritikujejo razpostavljeni predmeti.

Učiteljem, ki se vrlo brigajo za stvar, prišla bode v praksi marsiktera dobra misel, kaj in kako se utegne zboljšati. Kdor meni, da je izumel kaj praktičnega, boljšega, na dan s tim, da postane občna lastnina in se pospeši šolski napredek.

Kako pa so naše šole preskrbljene s fizikalnimi aparati? Žal! da moram reči, slabo. Veliko jih je, ki komaj gleštajo najpotrebnejših nazornih sredstev za druge predmete, nazorni uk, zemljepis, računstvo i. t. d., za fiziko pa nimajo ničesar. Le tam pa tam nahajajo se, kakor sem zvedel, hvaleyredne izjeme, posebno na nekterih večrazrednicah. Reči moram, da pomanjkanje nazornih sredstev sploh jako zadržuje napredek našega šolstva, zato je živa potreba, da se zbirke nazornih sredstev usta-

navljajo in pomnožujó (a tudi porablajo, ne pa da bi mirno počivale, kakor v nekterih knjižnicah knjige.)

Da se pomanjkanju nazornih sredstev v okom pride, treba bo vsem, ki jim je mar za šolo, vsкупnega in vztrajnega dela. Največ truda pride seveda na učitelje same, vnete za blagor naroda. Oni imajo ne le sami prirejati si nazornih pripomočkov, ampak tudi pridobivati med ljudstvom radodarnih šolskih prijateljev, vnemati odločilnim možem, udom krajnih šolskih sovetov, skrb za šolo, ter delati na to, da šolske srenje po svoji zmožnosti štejejo leto za letom kak znesek v nakup nazornih sredstev. Druga naloga jim bo, organizirati se med seboj v ta namen, da si osnujejo zavod, ki bo preskrboval naše šole s takimi učnimi sredstvi, ki so našim šolam popolnoma primerna. Sedež zavodu najbolj ugoden bil bi brezdvomno Ljubljana, morda bi tamošnji šolski društvi mogli svoj delokrog v tem zmislu razširiti. Mogoče, a le pod tem pogojem, če se vse slovensko učiteljstvo med seboj zveže v prospeh takemu zavodu in — če se pridruži tudi drugi važni faktor za razvoj slovenskega šolstva, to je slovensko razumništvo. Skrajni čas je, da se ono, že iz ljubezni do naroda, od ktereга je, a tudi ravnaje se po tujem izgledu, začne vse bolj zanimati za domačo šolo, nego se je brigalo do zdaj. Ako se ta moja želja uresniči, prirastejo šolam podpore, po katerih se bodo bogatile zbirke nazornih pripomočkov in tedaj se bo tudi za fizikalne aparate našlo nekaj drobiša.



VSEBINA.

Uvod.

I. Zgodovinski razvoj.

II. Metoda.

1. Opazovanje;

2. Zakon;

3. Delujoča sila:

4. Uporabljevanje.

III. O izbiranju gradiva.

IV. O obliki pouka z ozirom na učenca.

V. O obliki pouka z ozirom na učitelja.

1 O prašalno razvijalni obliki;

2. O poskuševanju;

3. O gojitvi učnega jezika.

VI. O fizikalnih aparatih.



