

Naturvidenskab som stofområde og som metode¹

John Dewey (oversat af Jan Teuber)

Introduktion

Af Jens Dolin, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet

Vi har i redaktionskomiteen for MONA besluttet at supplere de almindelige artikler med en række "klassiske" artikler inden for det matematik- og naturfagsdidaktiske felt. Det drejer sig om artikler som har været banebrydende, dagsordensættende eller blot fremragende forskning og formidling, og som stadig har relevans i dag. De kan således tjene som en perspektivering af aktuelle problematikker og vise os at aktuelle problemer ofte har været på banen tidligere i historien, dog typisk i andre kontekster. Denne artikel af John Dewey er den første i rækken.

Dewey (1859-1952) er en af de store filosofiske, samfundsorienterede og pædagogiske tænkere, hvis idéer og grundsyn stadig er levende og betydningsfulde for nutidens mennesker. Han forsøgte gennem sit omfattende forfatterskab (hans samlede værker fylder 37 bind!) at opstille muligheder for en brugbar videnskab og en anstændig moral baseret på demokratiske principper i en stadig foranderlig verden. Han kan på sin vis opfattes som postmodernismens *grand old man*, men uden den nuværende postmodernismes værdirelativisme og "anything goes".

Svend Brinkmann skriver i "Introduktion til John Dewey" (Reitzels Forlag, 2006) at "Dewey lærer det moderne menneske, at vores erfaring af virkelighedens, tilværelsens og fornuftens skrøbelige, vaklende og omskiftelige natur ikke efterlader os håbløse, men i stedet bør indgyde os mod til at mestre verden bedst muligt i de fællesskaber, vi uundgåeligt lever og udvikler os i, som de sociale dyr, vi er" (s. 11). Selv om verden er kontingent og ustabil, så betyder det ikke "at videnskaben mister legitimitet, at moralen bliver subjektiv, eller at tilværelsen bliver meningsløs – heller ikke selv om Darwin, Hegel eller Bohr har undermineret vores tro på en stabil verden" (s. 12).

Deweys pædagogiske tanker er ofte blevet ligestillet med reformpædagogikken, og han er taget til indtægt for at barnet antiautoritært skal opbygge sin egen opfattelse bl.a. gennem handlinger. Dette er dog en meget misvisende karakteristik af Dewey. I sine pædagogiske skrifter balancerer Dewey mellem en fagcentrering og en elevcentrering, idet han opfatter begge som problematiske og i stedet lægger vægt på fællesskabet og de historiske erfaringer som ramme for undervisning.

Dewey var ikke naturvidenskabsmand, men han beskæftigede sig med naturfilosofi og forholdet mellem videnskab og etik, mellem videnskabelig erkendelse og humanistiske værdier. På sin vis forsøgte han at opretholde en enhed mellem (natur)

1 Denne artikel er Deweys tale ved 1909-konferencen i American Association for the Advancement of Science. Den udkom oprindeligt med titlen "Science as Subject-Matter and as Method" i *Science*, 31(787), 1910, s. 121-127. Den er gengivet ud fra et genoptryk i *Science & Education*, 4, s. 391-398, 1995, og bragt her med venlig tilladelse fra AAAS.

videnskaben og humaniora, hvilket er interessant i en tid hvor "fakulteterne" rendyrkes som vidensområder med særegne erkendelsesformer.

Mange af disse aspekter tematiseres i den her oversatte artikel "Naturvidenskab som stofområde og som metode". Artiklen tager udgangspunkt i en manglende interesse blandt unge for en naturvidenskabelig uddannelse – et problem som også i dag 100 år senere er aktuelt. Dewey mener at meget af skylden kan tillægges den måde som der undervises på i naturfagene, bl.a. fordi der herigennem manifesteres en modsætning mellem hverdagslivets konkrete og specifikke adfærd og naturvidenskabens abstrakte og utilgængelige universalitet.

En løsning for Dewey er at lade naturvidenskaben som metode gå forud for naturvidenskaben som fagstof. Eleverne skal tage del i tilblivelsen af viden for at lære og kunne anvende en videnskabelig tankegang. Dewey skelner her ikke mellem forskellige videnskaber, men anser naturvidenskabens måde at frembringe viden på som den eneste rigtige og frugtbare. Ved at lære denne videnskabelsesproces vil eleverne bedre kunne begå sig i og kunne præge det demokratiske samfund – mere produktion og mindre reproduktion af viden!

Naturvidenskab som stofområde og som metode

Når man som jeg ikke kan påstå at være ekspert inden for nogen gren af naturvidenskaben, kan man kun påtage sig at diskutere undervisning i naturvidenskaben med en vis risiko for indbildskhed. Men som det er nu, er der en meget stor kløft mellem de naturvidenskabelige specialister og dem der er interesseret i naturvidenskab på grund af dens betydning i livet, det vil sige på grund af dens uddannelsesmæssige betydning. Derfor ser jeg ingen anden måde til fremme af denne for uddannelsens fremskridt så påkrævede gensidige forståelse end at vi alle åbenhjertigt udtaler os om vores egne overbevisninger, selv hvis vi derved røber vores begrænsninger og uberettiget træder derhen hvor vi ingen anden adkomst har end høflighedens.

Jeg tillader mig at gå ud fra at alle med interesse for at sikre naturvidenskaberne den plads der tilkommer dem i uddannelserne, vil føle en vis skuffelse ved de hidtil opnåede resultater. De strålende forudsigelser til deres ære er kølnet noget af realiteterne. Naturligvis skyldes denne relative mangel til dels den modvilje som vogterne af undervisningens traditioner og idealer har imod at give de naturvidenskabelige studier hvad der rettelig tilkommer dem. Men med tanke på den omtrentlige ligestilling der er blevet naturvidenskaben til del i dag, sammenlignet med dens status for to generationer siden, kan denne årsag ikke alene forklare det utilfredsstillende udfald. I betragtning af mulighederne er de studerende ikke flokkedes til det naturvidenskabelige studium i de forudsagte antal, ej heller har naturvidenskaben modificeret ånd og hensigt i uddannelse generelt i en udstrækning som står mål med hvad der er fremført desangående. Årsagerne til dette resultat er mange og komplekse. Jeg forsøger blot at udpege det der for mig synes at være en enkelt væsentlig årsag, og hvis afhjælpning primært ligger hos videnskabsmændene selv. Jeg mener at der er

blevet undervist for meget i naturvidenskab som en ophobning af brugsklart materiale som de studerende skal gøre sig fortrolige med, og ikke nok i naturvidenskab som en metode til tænkning efter hvis forbillede almindelige tankegange agtes omdannet.

Blandt de fortalere for en litterær uddannelse som har taget til genmæle mod naturvidenskabens påstande, har Matthew Arnold været enestående fornuftig. Han erkendte menneskets behov for at vide noget – for at vide en hel del – om de naturlige vilkår for deres egne liv. Eftersom mennesket må indånde luft, er det således tilrådeligt at vide noget om luftens sammensætning og lungernes virkemåde. Da naturvidenskaberne ydermere er blevet udviklet af mennesker, består en vigtig del af den humanistiske kultur, herunder kendskabet til det bedste som mennesker har sagt og tænkt, i at gøre sig bekendt med de bidrag som de store historiske anførere af naturvidenskaben har ydet.

Med disse indrømmelser bag sig insisterede Matthew Arnold på at det vigtigste, det uundværlige i uddannelse, er at blive bekendt med selve menneskelivet, dets kunst, dets litteratur, dets politik og livets omskifteligheder. En sådan viden, fastholder han, berører mere nært vores embeder og ansvarligheder som mennesker eftersom disse trods alt er over for mennesker og ikke fysiske genstande. En sådan viden holder til-lige følelserne og fantasien i tømme og bearbejder personligheden mens viden om ting er og bliver en passiv besiddelse af spekulativ intelligens.

De der ikke desto mindre mener at naturvidenskaberne har en rolle at spille i uddannelsen på lige fod med – i det mindste – litteraturens og sprogets, har måske noget at lære af denne påstand. Hvis vi opfatter naturvidenskaben og den litterære kultur som ikke andet end så og så meget fagstof, er hr. Arnolds påstand da ikke i al væsentlighed rimelig? Anskuet fra dette standpunkt virker viden om menneskelige anliggender iklædt personlige omstændigheder vigtigere og mere individuelt tiltalende end viden om fysiske ting bibragt i upersonlige omstændigheder. Man kunne udmærket indvende over for Arnold at han har ignoreret de naturlige kræfter og betingelsers plads i menneskelivet og derved skabt en dualisme der ikke kan opret-holdes. Men det ville ikke være let at benægte at kendskabet til Thermopylae har lettere ved at væve sig ind i det korpus af emotionelle billeder som ansporer mænd til handling, end formlen for accelerationen af en flyvende pil har; eller at Burns' digt om tusindfryden trænger sig mere tvingende ind i det dynamiske syn på livet end informationen om tusindfrydens morfologi gør.

Naturkendsgerningers uendelig omfattende egenart, og den universelle egenart af lovene formuleret om dem, hævdes undertiden at give naturvidenskaben et fortrin frem for litteraturen. Men set fra det uddannelsesmæssige standpunkt viser denne formodede overlegenhed sig at være en mangel; det vil sige så længe vi indskrænker os til synspunktet vedrørende fagstoffet. Alene fordi naturkendsgerningerne er mang-foldige og uudtømmelige, begynder de intetsteds og ender i særdeleshed intetsteds

hvormed de ikke, udelukkende i deres egenskab af kendsgerninger, er det bedste råmateriale for uddannelse af dem hvis liv er forankret i aldeles lokale situationer, og hvis livsforløb er uigenkaldeligt begrænsede og specifikke. Hvis vi vender os fra detaljerigdom til almene love, vil vi ganske rigtigt konstatere at naturvidenskabens love er universelle, men vi må også konstatere at rent undervisningsmæssigt vil deres universalitet betyde abstrakthed og utilgængelighed. Adfærdens betingelser, interesser og endemål er ufravigeligt konkrete og specifikke. Vi lever ikke i et medium af universelle principper, men i kraft af tilpasninger, gennem indrømmelser og kompromiser, hvor vi efter bedste evne kæmper for at øge det konkretes rækkevidde her og nu. Så i det omfang det handler om at have kendskab, er det den individualiserede og menneskeligt afgrænsede slags som gør en forskel, ikke den rent universelle og den udtømmeligt mangeartede.

Disse overvejelser er yderst teoretiske. Men de har særdeles praktiske modstykker i skolepraksis. En af underviserens alvorligste vanskeligheder når han i god tro ønsker at gøre noget værdifuldt med naturvidenskaberne, er deres antal og den ubegrænsede mængde materiale i hver enkelt af dem. Til tider kan det virke som om den undervisningsmæssigt forhåndenværende naturvidenskab er ved at bryde sammen på grund af dens rene og skære masse. Der er på samme tid så meget naturvidenskab og så mange naturvidenskaber at lærerne vakler hjælpeløse mellem vilkårlig udvælgelse og undervisning i lidt af hvert. Hvis nogen måtte betvivle dette udsagn, lad ham da overveje hvorledes det er gået naturfagsundervisningen i underskolen de sidste to årtier.

Er der noget på jorden eller i vandene under jorden eller i himlen som de fortvivlede lærere ikke har grebet til? Besøg de skoler hvor de har dyrket studierne af naturen samvittighedsfuldt. På én skole bevæger man sig med nidkær travlhed fra blade til blomster, fra blomster til mineraler, fra mineraler til stjerner, fra stjerner til industrielle råmaterialer, derpå tilbage til blade og sten. På en anden skole finder man børn som energisk kæmper med at holde trit med det der så fornøjeligt kaldes det "rullende år". De nedfælder visningerne på barometer og termometer; de indtegner ændringer og hastigheder for vindene; de udtømmer farveblyanters kombinationer for at kunne angive mængden af solskin og skyer i på hinanden følgende dage og uger; de registrerer de skiftende højder af solens skygger; de lægger nedbørsmængder og luftfugtigheder sammen – og i sidste ende har det rullende år, ligesom den rullende sten, ikke samlet meget mos.

Kan det undre at lærerne efter en stund længes efter begrænsningerne ved den gode gammeldags læring – efter den engelske grammatik hvor ordklasserne kan falde til syv men aldrig overstige ni; efter lærebogens geografi med dens strengt urørlige antal verdensdele; ja, selv efter krigenes felttog og kongerækkerne fordi de ikke kan strækkes længere end til et vist punkt, og efter de litterære perler hvor en eneste bog rummer alle de "Digte Hvert Barn Bør Kende".

Der er mange som ikke tror på den store forskel i om børnene lærer det ene eller det andet i underskolens undervisning i naturvidenskab. Jeg er ikke enig heri, for i det store og hele tror jeg at holdningen over for studiet af naturvidenskab grundfæstes i de unge år, og at det også bør være sådan. Under alle omstændigheder kan man spørge om hvorledes situationen på de højere klassetrin adskiller sig fra den netop beskrevne. Enhver der har fulgt de sidste femogtyve års diskussioner på de videregående uddannelsessteder vedrørende adgangskriterier i de naturvidenskabelige fag, vil kunne bevidne at situationen har været en særdeles ustabil ligevægt mellem kravene om en lille smule fra frygtelig mange naturvidenskaber, en god portion (forholdsmæssigt) fra en af dem, en kombination af én biologisk og én eksakt videnskab og elevens frie valg mellem én, to eller tre ud af en liste på seks eller syv nærmere angivne videnskabsgrene. Den eneste sikre generalisering er at uanset hvilken kurs en given institution slår ind på, vil den ændre denne kurs mindst lige så ofte som menneskets organisme siges at forny sig selv. Tendensen er sikkert gået i retning af nedskæring, men enhver der har fulgt de pædagogiske diskussioners historie, vil medgive at hvert meningskift om hvilket fagstof der skal undervises i, er blevet ledsaget af en meningsmodifikation angående de dele af et eventuelt udvalgt og fremhævet fagområde.

Al denne forandring er i en vis udstrækning et symptom på sund aktivitet idet der i særlig grad er behov for forandring i en gruppe af studier så nye at de må bane deres egen vej fordi de ikke har noget traditionskorpus at falde tilbage på sådan som det er tilfældet med indlæring af sprog og litteratur. Men dette princip dækker knap nok hele forandringsfeltet. En væsentlig del skyldes ikke intelligent eksperimenteren og udforskning, men snarere blind aktion og reaktion eller en ihærdig sjæls anstrengelser for at udbrede en eller anden emfatisk doktrin.

Lad os forestille os en sprogundervisningshistorie hvori det hedder: "Slutningen af halvfjerdsere og begyndelsen af firserne i det nittende århundrede var vidne til en påfaldende vækst i den opmærksomhed der blev sprogene i gymnasierne til del. Hundreder af skoler begyndte at følge en omfattende og udførlig plan som dækkede næsten hele det sproglige landskab. Hvert af de tre af årets perioder blev helliget et sprog. Første år dækkede man latin og græsk og sanskrit; næste år fransk, tysk og italiensk; mens sidste år blev overladt til repetition og til hebraisk og spansk som valgfri studier".

Dette lærestykke i historisk parallelisme rejser spørgsmålet om den egentlige kilde til den undervisningsmæssige værdi af eksempelvis latin. Hvor meget kommer fra dets væren "humaniora", dets bibringelse af indsigt i det bedste som verden har tænkt og sagt, og hvor meget dets konstante dyrkelse i mindst fire år? Hvor meget fra den graduerede og velordnede tilrettelæggelse som dette lange tidsrum både tillod og foreskrev? Hvor meget kommer fra den kumulative indsats bestående i konstant tilbagevenden til det tidligere indlærte, ikke i kraft af den blotte monotone gentagelse,

men som et nødvendigt hjælpemiddel til senere resultater? Er vi ikke berettigede til at konkludere at den af studiet forlangte metode er kilden til dens effektivitet snarere end noget der er iboende i indholdet?

Hermed er vi igen fremme ved artiklens primære påstand, nemlig at den naturvidenskabelige undervisning har lidt under så ofte at være blevet præsenteret som blot og bar brugsklar viden, som kendsgerningernes og lovenes fag, i stedet for som den effektive undersøgelsesmetode i et hvilket som helst fag.

Naturvidenskaben kunne udmærket tage ved lære af den faktiske, snarere end den påståede, omgang med klassikerne i skolerne. Påstanden om deres berettigelse har angivelig beroet på deres kulturelle værdi; men den idérige indsigt i menneskelige anliggender har måske været det sidste som den gennemsnitlige elev har fået ud af sin omgang med klassikerne, bortset fra ved evt. tilfældigheders indvirkning. Hans tid er af nødvendighed gået til beherskelsen af et sprog, ikke til påskønnelse af menneskeheden. Til en vis grad er det akkurat på grund af den nødtvungne forenkling (for ikke at sige magerhed) at eleven lærer sig, om noget overhovedet, en vis vanemæssig metode. I sin forvirring over den tradition der anser stoffet i faget for at være den virksomme faktor, har naturvidenskabens forkæmper troet at han udelukkende kunne argumentere for sin sag ud fra analoge grunde, og dermed er han blevet vildledt til at basere sin sag på den overlegne betydningsfuldhed af hans specielle fagstof; ja, endog til bestræbelser på at øge omfanget af det naturvidenskabelige fagstof i uddannelserne yderligere. Spencers fremgangsmåde er typisk. For at fremme naturvidenskabens forrang rejste han spørgsmålet om hvilken viden, hvilke kendsgerninger der er af størst nytte for livet, og ved sin besvarelse af spørgsmålet gennem dette kriterium om værdi af fagstof bestemte han sig til fordel for naturvidenskaberne. Efter således at have identificeret uddannelse med ophobning af information kan det ikke overraske at han i resten af sit liv udbredte den lære at man kan forvente forholdsvis lidt af uddannelse i retning af moralsk oplæring og sociale reformer, eftersom adfærdsmotiverne ligger i affektioner og aversioner, ikke i den blotte anerkendelse af kendsgerninger.

Hvis der er nogen som helst viden der har størst værdi, må det da være viden om de måder der berettiger noget til at kaldes viden frem for kun at være meninger eller gætværk eller dogmer.

Sådan viden kan aldrig læres af sig selv; den er ikke information, men en intelligent praksis, en vanemæssig tankegang. Kun ved at tage del i tilblivelsen af viden, ved at overføre gætterier og meninger til en gennem undersøgelse retfærdiggjort overbevisning, kan man nogensinde få kendskab til denne måde at vide noget på. Fordi deltagelsen i videnstilblivelsen har været sparsom, og fordi troen på det slagkraftige i at gøre sig bekendt med visse slags kendsgerninger har ligget i tiden, har naturvidenskaben ikke opnået det inden for uddannelse som var blevet forudsagt.

Vi definerer naturvidenskaben som systematiseret viden, men denne definition er

aldeles tvetydig. Betyder det summen af kendsgerninger, fagstoffet som sådant? Eller betyder det de processer med hvilke noget der er berettiget til at kaldes viden, kommer til verden, og orden opstår i erfaringens kaos? At naturvidenskab betyder begge disse ting, vil man utvivlsomt svare, og det med rette. Men ordnet efter både tid og betydning går naturvidenskaben som metode forud for naturvidenskaben som fagstof. Systematiseret viden er kun naturvidenskab i kraft af den omhu og grundighed hvormed den er blevet eftersøgt, udvalgt og arrangeret. Kun ved at presse sprogets langmodighed hinsides det anstændige kan vi betegne den slags information tilegnet i brugsklar form, uden aktiv eksperimenteren og afprøvning, for naturvidenskab.

Styrken i denne påstand er ikke helt identisk med den kendte almindelighed fra naturvidenskabelig indlæring at lærebog og forelæsning ikke er nok; at den studerende må have laboratorieøvelser. En studerende kan tilegne sig laboratoriemetoder som en mængde isoleret og endegyldigt stof, akkurat som han på samme måde kan tilegne sig materiale fra en lærebog. Ens mentale indstilling ændrer sig ikke nødvendigvis bare fordi man går ind i visse fysiske manipulationer og håndterer visse redskaber og materialer. Mangen en studerede har tilegnet sig fingerfærdighed og duelighed i laboratoriemetoder uden at det nogensinde er faldet ham ind at de har noget som helst at gøre med at konstruere overbevisninger som alene er værdige til påskriften viden. At gøre bestemte ting, at lære bestemte fremgangsmåder, er for ham kun en del af det fagstof der skal tilegnes; de hører til eksempelvis kemien, ganske som symbolerne H_2SO_4 eller atomteorien. De indgår i de arkana som er i færd med at åbenbares for ham. For at gå videre ind i mysteriet må man selvfølgelig mestre dets ritual. Og hvor let bliver laboratoriet ikke liturgisk! Kort sagt er det et problem og et vanskeligt problem at håndtere således at de tekniske metoder benyttet i et fagemne bliver bevidste instrumenter til erkendelse af betydningen af viden – hvad der forlanges af tænkemåde og søgen efter belæg før noget som helst kan overgå fra holdningernes, gætværkets og dogmernes domæne til riget af viden. Men medmindre denne forestilling nyder fremme, kan vi næppe påstå at et individ er blevet oplært i naturvidenskab. Dette problem, at forvandle laboratorieteknik til intellektuel formåen, er endnu mere påtrængende end det at drage nytte af information hentet i bøger. Næsten hver eneste lærer har fået indtøppet den rene boglærdoms utilstrækkelighed, men de flestes samvittighed finder udmærket ro hvis blot eleverne sendes igennem nogle laboratorieøvelser. Er det ikke ad eksperimentets og induktionens vej at naturvidenskaben udvikles?

Jeg håber at man ikke vil tro at jeg ved at dvæle ved den naturvidenskabelige undervisnings relative mangelfuldhed og tilbageståenhed vil benægte dens uomstridte resultater og forbedringer, hvis jeg nu fortsætter med at påpege i hvilken forholdsvis beskeden grad det er lykkedes den naturvidenskabelige undervisning at beskytte den såkaldte oplyste offentlighed imod genopblussen af alle hånde fællesovertro og tåbeligheder. Nej, man kan gå endnu længere og sige at den naturvidenskabelige

undervisning ikke alene ikke har beskyttet de mænd og kvinder som har gået i skole, mod genkomsten af enhver slags okkultisme, men at den til en vis grad har banet vejen for denne genoplivelse. Har naturvidenskaben ikke afsløret mange undere? Hvis radioaktivitet er en fastslået kendsgerning, hvorfor er telepati da ikke højest sandsynlig? Skal vi, som en litterær idealist for nylig ynkværdigt forespurgte, medgive at den blotte rå materie har den slags egenskaber, og fornægte at sinde har dem? Når der er taget behørigt hensyn til avisers og tidsskrifters skrupelløse villighed til at publicere hvert eneste vidunder fra den såkaldt videnskabelige forskning som kan give enhver udkørt læser en øjeblikkelig følelse af henrykkelse, er der stadig, tror jeg, et stort residuum af publiceret stof man kun kan forklare på grundlag af tyk ærlig uvidenhed. Så mange ting har naturvidenskaben sagt god for; så mange ting man ville have anset for absurde, er blevet underbygget, hvorfor da ikke en til, og hvorfor ikke denne her? Viderebringelse af naturvidenskaben som fagstof har indtil nu overhalet opbygningen af en videnskabelig tankegang i uddannelserne, at der til en vis grad er grebet ind i menneskeheds naturlige sunde fornuft, til skade for denne.

En del af tidens rapmuede trostilkendegivelser og kvasi-skepsis må også tilskrives den naturvidenskabelige undervisnings tilstand. Det blot normalt kulturelt dannede menneske er klar over de hastige forandringer i fagstof, og med den tillærte forståelse af at fagstoffet og ikke metoden udgør naturvidenskaben, vil han i sit stille sind notere sig at hvis dette er naturvidenskab, så er naturvidenskaben i konstant forandring, og så er der ikke nogen vished noget sted. Hvis betoningen havde ligget på angrebsmetode og beherskelse, ville han ud fra denne forandring være blevet belært om nysgerrighed, fleksibilitet og tålmodig søgen; som det er nu, bliver resultatet alt for ofte en blasert overmæthed.

Jeg mener ikke at vores skoler kan forventes at udsende deres elever udstyret som dommere om sandt og falsk i specialiserede naturvidenskabelige sager. Men at det store flertal af dem der går ud af skolen, burde have en vis forestilling om den slags bevismateriale der kræves til at underbygge bestemte typer formodninger, virker ikke urimeligt. Ej heller er det meningsløst at forvente at de burde drage ud med en livlig interesse for de måder hvorpå viden forbedres, og med et udtalt ubehag for alle konklusioner opnået i disharmoni med videnskabelige undersøgelsesmetoder. Det ville for eksempel være absurd at forvente at særlig mange skulle mestre de tekniske metoder til bestemmelse af afstand, retning og position i de arktiske områder; men det ville måske være muligt at udvikle en tankegang hos det amerikanske folk i almindelighed hvori den formodede udtalte amerikanske humoristiske sans ville tage til genmæle ved forslaget om at afgøre sagen om at have nået polen ved oldermændsbeslutninger og lodtrækninger i jernbanetog eller sågar ledende avisartikler.

Hvis jeg i de forudgående bemærkninger har berørt nogle af aspekterne ved den naturvidenskabelige undervisning overfladisk frem for at have loddet dens dybder, kan

jeg ikke påberåbe mig den undskyldning at jeg ikke har indset emnets betydning. Den ene af de kun to trosartikler som står tilbage i min livsopfattelse, er at vores civilisations fremtid afhænger af den stadige udbredelse og det mere solide fodfæste af videnskabelig tankegang; og at problemet over alle problemer i vores uddannelse derfor er at finde ud af hvordan vi skal modne og effektivisere denne videnskabelige vane. Menneskeheden er indtil nu blevet styret af ting og af ord, ikke af tanke, for indtil de sidste få øjeblikke af historien har den ikke været i besiddelse af forudsætningerne for sikker og effektiv tænkning. Uden at se bort fra den trøst mennesket har haft fra dets litterære uddannelse, ville jeg endda gå så langt som til at sige at kun den gradvise erstatning af en litterær med en naturvidenskabelig uddannelse vil sikre mennesket den progressive forbedring af dets lod. Medmindre vi behersker ting, vil vi fortsat være behersket af dem; den magi som ord kaster over ting, kan ganske vist tilsløre vores underlæggelse eller gøre os mindre utilfredse over den, men det er trods alt naturvidenskaben, ikke ordene, som kaster den eneste uimodståelige fortryllelse over ting.

Naturvidenskabelig metode er ikke kun en metode som man har fundet profitabel at dyrke i dette eller hint obskure fagområde af rent tekniske grunde. Den repræsenterer den eneste metode til tænkning som har vist sig frugtbar inden for ethvert fagområde – det er hvad vi mener når vi kalder den videnskabelig. Den er ikke en særudvikling af tænkningen til højt specialiserede formål; den er tænkning for så vidt som tanken er blevet bevidst om sine egentlige mål og om den udrustning der er uundværlig for en vellykket søgen efter dem.

Det moderne krigsskib synes velegnet som symbol for naturvidenskabens nuværende stilling i liv og uddannelse. Krigsskibet kunne ikke eksistere hvis det ikke var for naturvidenskaben: matematik, mekanik, kemi, elektricitetsforsyning, teknikken bag dets konstruktion og håndtering. Men det sigte, de idealer i hvis tjeneste denne prægtige teknik kommer til udtryk, er overleveringer fra en præ-videnskabelig tidsalder, nemlig barbariets. Naturvidenskaben har hidtil haft så godt som intet at gøre med at tilदानe de sociale og moralske idealer i hvis tjeneste den bliver brugt. Selv hvor naturvidenskaben har opnået sin mest opmærksomme anerkendelse, er den forblevet en tjener af formål der er pålagt af traditioner udefra. Hvis vi nogensinde skal styres af intelligens, ikke af ting og ord, må naturvidenskaben have noget at sige om *hvad* vi *gør*, og ikke bare om *hvordan* vi kan *gøre* det på den letteste og mest økonomiske måde. Og hvis denne fuldbringelse opnås, må forvandlingen ske gennem uddannelse, ved i menneskets vante tilbøjelighed og indstilling at tydeliggøre betydningen af ægte viden og af de betingelser der er nødvendige til opnåelse heraf. At deltage aktivt ved tilvirkningen af viden er menneskets højeste beføjelse og den eneste garant for dets frihed. Når vores skoler for alvor bliver laboratorier for videnstilvirkning, og ikke kværne udstyret med informationsopsamlere, vil der ikke længere være behov for at diskutere naturvidenskabens plads i undervisningen.