

Et kritisk blik på praktisk arbejde i naturfagene¹

Derek Hodson (oversat af MONA-redaktionen)

Abstract. Denne artikel kaster et kritisk blik på det praktiske arbejde i skolens naturfag og på de ofte ekstraordinært store forventninger vi stiller til det. Idet forfatteren hævder at meget af det vi gør, er dårligt forstået, rodet og af ringe uddannelsesmæssig værdi, argumenteres der for en mere præcis, teorigrevet tilgang.

Introduktion til artiklen

Af Rie Troelsen, Syddansk Universitet

Denne artikel er nummer to i rækken af artikler som MONA-redaktionen har kunnet klassificere som "klassiske". Den første artikel i rækken var Deweys artikel om naturvidenskab som stofområde og som metode der blev bragt i *MONA, 2008(1)*. Artiklen her er klassisk i den forstand at den hjælper os med at stille spørgsmål til det praktiske arbejde i naturfagsundervisningen. Hvad er meningen med det? Hvordan bidrager det til det overordnede mål for undervisningen? Hvordan hjælper det særligt eleverne i deres læringsproces? Spørgsmål som disse skal ikke stilles for at nå frem til svar om at praktisk arbejde som undervisningsform lige så godt kan udfases eller nedlægges til fordel for mere tids- og resursebesparende undervisningsformer. Som Joan Solomon udtrykker det, så "må naturfagsundervisning finde sted i et laboratorium; dette står ikke til diskussion. Her hører naturfag til lige så naturligt som madlavning hører til i et køkken, og havearbejde i en have". (*Teaching children in the laboratory*, 1980).

1 Denne artikel er oprindeligt udgivet som Hodson, D. (1990). A Critical Look at Practical Work in School Science. *School Science Review*, 71(256), s. 33-40.

Derimod opnår man ved at forsøge at svare på spørgsmål om det praktiske arbejdes eksistensberettigelse at det kan blive tydeligt for både dem som skal planlægge, give og modtage undervisningen, hvad der er det praktiske arbejdes egenart.

Artiklen kan dog ikke kun bruges som afsæt for diskussioner der tydeliggør meningen og målet med praktisk arbejde for alle de involverede parter i undervisningen. Den kan også bruges til diskussioner om hvorvidt de udtrykte rationaler stemmer overens med de signaler som den aktuelle undervisning sender om formålet med praktisk arbejde. Lever virkelighedens praktiske arbejde op til de idealer og argumenter som praktisk arbejde bliver begrundet med – er der overensstemmelse mellem retorik og realitet?

Hodson skriver sig med sin artikel ind i en debat om nødvendigheden af og ræsonnementet for at anvende praktisk arbejde i naturfagsundervisningen på primært og sekundært niveau – en debat som primært skal ses i lyset af historikken bag det praktiske arbejdes plads i undervisningen. Oprindeligt var praktisk arbejde i forbindelse med naturfagsundervisning kun tiltænkt de elever som skulle videre i en naturvidenskabelig karriere, og mål og indhold var derfor tilpasset hertil. Først i 1960'erne blev praktisk arbejde en del af undervisningen for alle elever uanset videre uddannelsesvej, mange skoler blev udstyret med laboratoriefaciliteter, og meget naturfagsundervisning blev tilrettelagt ud fra synet på eleverne som værende små videnskabelige forskere. Debatten som Hodson skriver sig ind i drejer sig derfor meget om hvorvidt rationalet bag praktisk arbejde følger naturfagsundervisningens overordnede mål mellem uddannelse for alle og uddannelse for de få, og dermed har artiklen også relevans i dagens diskussioner om bl.a. naturfag for alle, naturvidenskab som almindelse og mål og indhold i det naturvidenskabelige grundforløb i gymnasiet.

Men hvad er praktisk arbejde? Er det laboratorieundervisning, feltarbejde, ekskursioner, demonstrationsforsøg eller eksperimentelt arbejde? – Kært barn har mange navne. Som regel bruges termen praktisk arbejde som paraply for alle de undervisningsformer der indeholder elementer af observation, beskrivelse, klassifikation, opøvelse af manuelle færdigheder, databehandling, sikkerhed, vurdering af usikkerhed og hensigtsmæssighed samt generalisering mellem praksis og teori – dvs. lige fra det typiske feltarbejde i geografi til udførelsen af et forsøg i fysik. Ind under paraplyen hører også forskelle på det praktiske arbejdes udøvere – det kan både være læreren og eleverne ligesom der kan være forskel på, på hvilket niveau det praktiske arbejde indgår som undervisningsdel – det kan både være i forbindelse med natur/teknik-timen i 1. klasse og som led i et studieretningsprojekt i 3. g.

Grunden til at jeg lister alle disse forskellige tolkninger og udmøntninger op, er at artiklen herunder og dens pointer naturligvis relaterer sig forskelligt til praktisk arbejde som det lige netop bliver praktiseret i de forskellige fag, timer og skoler og på de forskellige niveauer. Nogle af de kritiske blikke som Hodson her kaster på praktisk arbejde, vil derfor med rette kunne opleves som misvisende for netop den enkeltes situation. Spørgsmålet er om Hodsons kritik også er misvisende for forholdene i den danske grundskole og i ungdomsuddannelserne anno 2008? Er den videnskabscentrerede undervisning helt luget ud? Er vi helt fri af kogebovslignende øvelser hvis pædagogiske værdi handler om at kunne følge en opskrift? Lærer vi børnene at bruge en pipette af almindelige grunde? Min holdning er at det praktiske arbejde i naturfagsundervisningen – paraplybegreb, geografisk og tidslig afstand til trods – sagtens kan blive beriget ved at se det kritiske blik i øjnene og debattere de bagvedliggende rationaler. Mange ting er forhåbentlig og givetvis ændret, men der mangler – i det mindste i min bevidsthed – aktuelle, nationale undersøgelser om det praktiske arbejdes begrundelse og plads i naturfagsundervisningen i Danmark. Lad dette være en opfordring til at diskutere og videreudvikle det praktiske arbejde som det står i dag – både i form af kommentarer til denne artikel, forsknings- og udviklingsarbejder og gerne som artikler til MONA!

Praktisk arbejde i skolens naturfag har en meget lang historie. Så langt tilbage som i 1882 bekendtgjorde *Education Department* [i England, red.] at “instruktionen af studerende i naturfag ... hovedsagelig skal gives gennem eksperimenter” [1], men det er tydeligt at det var demonstrationsforsøg foretaget af læreren de havde i tanker, snarere end de elev eksperimenter som blev anbefalet af pionerer som fx H.E. Armstrong. I en artikel i *School Science Review* [2] beskriver Roger Lock de skiftende fortolkninger og grader af entusiasme for praktisk arbejde i de sidste 125 år – nogle gange afskrevet som “spild af tid” [3].

I nyere tid har næsten alle større læreplansarbejder inden for naturfag i 1960'erne og 1970'erne anbefalet *hands on* praktisk arbejde som en inspirerende og effektiv form for læring. De lærere som har afvist denne tilgang til undervisning og læring i naturfag, har typisk gjort det pga. omkostningerne eller en tro på at eksterne prøver ikke på tilstrækkelig vis lønner sig set i forhold til denne store investering i tid og energi, snarere end pga. teoriunderbyggede argumenter [4]. Der inkluderes nu betydelige elementer af praktisk arbejde til bedømmelse i 16-års-eksaminationen i Storbritannien, og skridt hen imod øget intern bedømmelse og lærerstyring af prøver i Australien og – på det seneste – i New Zealand er blevet fulgt op af krav om mere

udbredt anvendelse af praktisk arbejde i naturfagernes læreplaner. *Australian Academy of Science* fastslår ligefrem eksplicit at “kemi er en eksperimentel videnskab, og (derfor) er laboratoriearbejde en essentiel del af læseplanen” [5]. Det fremhæves yderligere at laboratoriearbejde “tillader udvikling fra konkrete situationer til abstrakte idéer” og kan “være et middel til at styrke nysgerrigheden ... (og) værdsættelsen af de æstetiske aspekter af faget” [6]. Tiden er derfor inde til en nøje ransagelse af det praktiske arbejdes rolle og oplevede uddannelsesmæssige værdi.

Det er min egen vurdering – baseret på tyve års erfaring med undervisning og læreruddannelse – at praktisk arbejde som det udøves i mange skoler, er dårligt forstået, sammenrodet og uproduktivt. Det tilvejebringer kun liden reel uddannelsesmæssig værdi. For mange børn bidrager det der foregår i laboratoriet kun i ringe grad til deres læring af naturvidenskab eller til deres læring *om* naturvidenskab. De bliver heller ikke engageret i at *udøve* naturvidenskab i nogen meningsfuld forstand. Vi bliver med en vis grad af uopsættelighed nødt til at spørge hvordan denne situation er opstået, og – mere vigtigt – hvad vi kan gøre for at forbedre situationen.

Nutidige perspektiver på det praktiske arbejdes rolle

En af hovedårsagerne til det praktiske arbejdes utilfredsstillende natur i skolen er at lærere bruger det ureflekteret. Ikke fordi de er ureflekterede mennesker, men fordi de er genstand for den kraftigt mytedannende retorik inden for lærerprofessionen som ser praktisk arbejde som et universalmiddel, som den pædagogiske løsning på alle læringsproblemer. Lynch [7] har noteret sig at “når en gruppe lærere samstemmende bifalder praktisk arbejde, har de muligvis meget forskellige formål i tankerne”. Og spørger man lærerne om deres begrundelse for at anvende praktisk arbejde, afsløres et forvirrende spektrum af argumenter – som af hensyn til diskussionen her kan sammenfattes i fem kategorier.

1. At motivere ved at stimulere interesse og inspiration
2. At undervise i laboratoriefærdigheder
3. At fremme læring af videnskabelig viden
4. At give indsigt i naturvidenskabelige metoder og udvikle ekspertise i at anvende dem
5. At udvikle særlige “naturvidenskabelige holdninger” som fx fordomsfrihed, objektivitet og accept af at man ikke skal drage forhastede konklusioner.

Disse forskellige og ekstravagante argumenter kræver kritisk analyse. Ikke bare fordi sådanne mål måske bedre opnås med andre midler, men også fordi det kan tænkes at ingen af målene med naturfagsundervisningen *bedst* opnås med praktisk arbejde. Vi bør ikke længere kritikløst acceptere lærerprofessionens universelle og ureflekterede

blåstempling af og dedikation til praktisk arbejde. Som et første skridt bør vi stille følgende spørgsmål:

1. Motiveres børn af praktisk arbejde? Er der alternative eller bedre måder at motivere dem på?
2. Opnår børn laboratoriefærdigheder gennem praktisk arbejde i skolen? Er tilegnelsen af disse færdigheder af uddannelsesmæssig værdi?
3. Bidrager praktisk arbejde til at børn udvikler forståelse af naturvidenskabelige begreber? Er der bedre måder at bidrage til denne udvikling på?
4. Hvilket syn på/billede af naturvidenskab og videnskabelige aktiviteter opnår børn ved at deltage i praktisk arbejde? Er dette billede en troværdig repræsentation af faktisk naturvidenskabelig praksis?
5. Er de såkaldte “naturvidenskabelige holdninger” nødvendige for udøvelse af naturvidenskab? Og er det sandsynligt at de udvikles gennem den slags praktisk arbejde som børn deltager i?

Motivation

Mens mange børn inspireres af de aktiviteter vi udsætter dem for i klassen, er der også mange som ikke gør. Modsat hvad mange lærere forventer, øges elevernes interesse og tilfredsstillelse ikke altid når mængden af praktisk arbejde stiger [8]. Eksempelvis førte den betydelige stigning i mængden af praktisk arbejde som fandt sted under de Nuffield-inspirerede læseplansændringer i 1960'erne, ikke til en stigning i optaget til den valgfrie naturfagsundervisning eller til mere positive holdninger til naturvidenskab [9, 10]. En række undersøgelser har vist at generelt betragter børn praktisk arbejde som et “mindre kedeligt” alternativ til andre undervisningsmetoder snarere end noget de glæder sig over i sig selv [11, 12]. En undersøgelse af 13-16-årige i en række skoler i Auckland indikerer at mens 57 % er positive over for praktisk arbejde, så er der 40 % der begrundet deres entusiasme med kommentarer som “Jeg kan lide når jeg ved hvad jeg laver” og “Jeg kan ikke lide når det går galt” [13].

Måske ville påstanden om motivationseffekten have større vægt hvis det praktiske arbejde var spændende og interessant. Men ofte er det håbløst kedeligt! Argumentet ville også have mere gyldighed hvis vi tillod børnene at forfølge deres egne undersøgelser på deres egen måde. I praksis beder vi dem ofte udforske lærerens problemstillinger efter lærerens procedurer. Argumentet ville have langt større vægt hvis eksperimenterne i klassen havde “visuelle stimuli”, viste et “positivt resultat”, eller hvis de “lykkedes” – alt sammen noget som Auckland-børnene nævner som vigtige faktorer der har betydning for deres motivation. Det veldokumenterede dyk i entusiasmen for praktisk arbejde som ses når børn bliver ældre, afspejler måske et skift i den *type* af praktisk arbejde vi anvender. Ofte tillader vi de mindre børn forholdsvis

ustrukturerede personlige undersøgelser mens vi forlanger at ældre børn gennemfører praktiske *øvelser* ud fra et sæt udførlige instruktioner – netop på det tidspunkt i deres liv hvor de kæmper med at etablere deres individualitet. Intet under at deres interesse og entusiasme falder!

Motivation afhænger delvis af evnen til at stimulere den lærendes interesse og nysgerrighed. Ifølge Kreidler & Kreidler er der fire overordnede typer af nysgerrighed som hver især er karakteristisk for et bestemt trin i den kognitive udvikling: “den manipulative”, “den perceptuelle”, “den konceptuelle” og “nysgerrigheden over for det komplekse, det flertydige og det usædvanlige” [14]. Hvis praktisk arbejde skal motivere, må det stimulere en tilsvarende “nysgerrighed”. Erfaringer viser at mens mindre børn nogle gange motiveres bare ved muligheden for at betjene et apparat eller lave målinger, så kræver motivation af ældre børn ofte en kognitiv stimulus som fx at udforske idéer, undersøge inkonsistente forhold eller konfrontere problemer. Men ofte udelukker praktisk arbejde i naturfagene en forudgående teoretisering til fordel for en angivelig “objektiv” indsamling af data.

Det foregående er ikke et forsøg på at benægte at praktisk arbejde *kan* have en motiverende effekt. Det er derimod et forsøg på at minde os om at det er urealistisk at forvente at alle børn motiveres af de samme faktorer, at der er andre teknikker som vi kan anvende i naturfagsundervisningen som også kan have høj motivationseffekt, samt endelig at motivation ikke er garanteret blot ved at “udføre praktisk arbejde” – medmindre vi sørger for at tilvejebringe interessante og spændende eksperimenter og giver børnene lov til at lave delvis selvstændige undersøgelser. De lærende skal have en interesse og et engagement i læringsopgaven som konventionelt praktisk arbejde sjældent tilvejebringer. Dette engagement opstår ved at *personalisere* erfaringen – ved at fokusere på konceptuelle aspekter af eksperimentet, ved at man selv identificerer et problem man synes er interessant og værd at undersøge, eller selv designer den undersøgelsesprocedure som skal følges.

Tilegnelse af færdigheder

Der er to typer argumenter for at praktisk arbejde skal være et middel til tilegnelse af laboratoriefærdigheder: dels dem der går ud på at børn skal tilegne sig et sæt af “indholdsfrige”, generaliserbare og overførbare færdigheder af værdi for alle børn, og dels dem som går ud på at børn skal udvikle basale “håndværksmæssige færdigheder” der betragtes som essentielle for fremtidige forskere og teknikere. Mens det sidste argument er moralsk tvivlsomt (da det forudsætter at alle børns skolegang skal underlægges de oplevede behov og interesser hos de få som måske vil studere naturvidenskab på et højere niveau eller kommer til at arbejde i et laboratorium) og håbløst over-ambitiøst (da det kræver at lærerne skal kunne forudse den fremtidige teknologiske udvikling og de industrielle behov), så er det første argument

på grænsen til det absurde! Det er svært at se på hvilken måde en færdighed i at bruge en pipette eller en burette i en volumetrisk analyse kan overføres til en anden laboratoriesituation – hvor der fx anvendes et oscilloskop eller et mikroskop, eller hvor en hundehaj dissekeres. Og endnu sværere er det at se hvordan denne færdighed kan overføres til en situation *uden* for laboratoriet i hverdagslivet. Men det er præcis hvad der hævdes. Tilmed findes der – fra fx APU – en overvældende mængde dokumentation for at den praktiske erfaring vi gennemfører i klassen, slet ikke medfører tilegnelsen af færdigheder! Selv efter en række år med praktisk orienteret naturfagsundervisning er mange børn ikke i stand til at foretage simple laboratorieforsøg tilfredsstillende. APU-rapporten *Science at Age 15* [15] afslører fx at kun 11 % af børnene kan aflæse et forudindstillet amperemeter (s. 19), kun 14 % kan samle et elektrisk kredsløb ud fra et givet kredsløbsdiagram (s. 21), og blot 57 % kan udføre en simpel filtreringsteknik til at fjerne overskydende kobberoxid under fremstilling af kobbersulfat (s. 21).

Jeg vil mene at tilegnelse af laboratoriefærdigheder har begrænset, hvis overhovedet nogen, værdi i sig selv. Snarere er det målet der helliger midlet – nemlig det mål *at lære mere*. Ved at retfærdiggøre praktisk arbejde i skolen med at det udvikler færdigheder, gør man sig skyldig i at sætte vognen foran hesten! Det forholder sig ikke sådan at praktisk arbejde er nødvendigt for at give børn særlige laboratoriefærdigheder. Det er snarere sådan at særlige kundskaber er nødvendige hvis børn skal kunne deltage med succes i praktisk arbejde. To pointer følger heraf: Vi skal kun undervise i de færdigheder som har værdi for yderligere læring, og når det er tilfældet, skal vi sikre at disse færdigheder udvikles til et tilstrækkeligt kompetenceniveau. Hvis gennemførelsen af et eksperiment kræver en færdighed som børn ikke får brug for igen, eller et kompetenceniveau som de ikke hurtigt kan opnå, må der findes alternative tilgange – på forhånd samlet apparatur, demonstration ved læreren, computersimulation etc. Alt for ofte sætter vi børn i en situation hvor deres utilstrækkelige færdighedsniveau bliver en betydelig barriere for læring. Komplekse færdigheder som vurderes nødvendige for yderligere læring skulle måske “forud-indlæres” i særlige øvelser med færdighedstræning. At forsøge at mestre et apparatur eller en teknik for første gang (forstå hvad der sker, lære at bruge det, gøre det, vide hvornår resultaterne kan bruges, og hvornår de ikke kan, osv.) samtidig med at man er opmærksom på andre aspekter af eksperimentet – og måske ligeledes anvender bestemte begreber for første gang – er for meget at klare på én gang.

Dette er ikke ment som et argument mod at undervise i alle laboratoriefærdigheder. Det er snarere et argument til fordel for at være mere kritisk i udvælgelsen af *hvilke* færdigheder der undervises i, og et argument til fordel for at gøre det klart for de lærende at laboratoriefærdigheder giver forudsætninger for at deltage i andre

værdifulde aktiviteter. De der indser at der er gode grunde til at tilegne sig bestemte færdigheder, vil formentlig være mere motiverede for at tilegne sig dem.

At lære naturvidenskabelig viden og at lære naturvidenskabelige metoder

Den empiriske dokumentation for virkningsgraden af praktisk arbejde som en måde til at lære naturvidenskabelig viden på er vanskelig at fortolke og ikke fyldestgørende. I en samlet afvejning kan der ikke argumenteres for at den er overlegen i forhold til andre metoder. Noget tyder oven i købet på at den i visse tilfælde er *mindre succesfuld* [12, 16, 17]. Et amerikansk studie af tre undervisningsstile (forelæsning/diskussion, laboratoriearbejde/diskussion, forelæsning/lærerdemonstration/diskussion) afslørede at kun i forhold til at udvikle laboratoriefærdigheder viste det praktiske arbejde nogen som helst signifikant fordel i forhold til andre metoder [18]. Der var ingen signifikante forskelle mht. begrebsmæssig læring, forståelse af naturvidenskabelig metodologi eller motivation. Med andre ord fandtes den eneste læringsfordel ved praktisk arbejde inden for et område som de andre metoder slet ikke forsøgte at undervise i! Det er bemærkelsesværdigt at børn tilsyneladende betragter tilegnelsen af laboratoriefærdigheder som det primære mål med praktisk arbejde, og det er til en vis grad deprimerende at de ofte ikke relaterer laboratoriearbejdet til andre dele af deres læring [11]. I et studie af praktiske undervisningstimer i en række britiske skoler fandt Moreira [19] at børn ofte udfører eksperimenter i undervisningen med kun en rudimentær idé om hvad de har gang i, og med praktisk taget ingen forståelse af formålet med eksperimentet eller af begrundelserne for den valgte procedure og kun lille forståelse af de underliggende begreber. Det ser ud til at de ikke gør meget mere end at "følge opskrifter". I bedste fald er sådanne aktiviteter spild af tid. Snarere er de dog forvirrende og kontraproduktive.

Mange lærere tror selvfølgelig at praktisk arbejde også lærer børn om naturvidenskab og dens metodologi. Lige siden de heftige dage i 1960'erne har der været fortalere for det synspunkt at opdagelseslæring [*discovery learning*, red.] er både en interessant og effektiv måde at lære naturvidenskab på og en slagkraftig måde at lære metoder og procedurer i naturvidenskab på. Uheldigvis er det syn på naturvidenskab som opdagelseslæring gør sig til talsmand for, i høj grad forvrænget og baseret på en række misforståede antagelser om fortrinnene ved og pålideligheden af observationer.

- Naturvidenskab starter med observation.
- Naturvidenskabelige observationer er pålidelige og fordomsfrie.
- Observation giver objektive, ikke-værdiladede data. Tendenser og generaliseringer opstår ud fra disse data i et fravær af forudgående teoretisering. Forudgående teoretisering er tilmed "forbudt" i denne forståelse af naturvidenskab.

- Forklaringer på disse tendenser og generaliseringer i form af principper, love og teorier kan udledes af disse data.
- Principper, love og teorier kan bekræftes (bevises?) af efterfølgende observationer.

Pladsen her tillader ikke en detaljeret gennemgang af manglerne i den induktive forståelse af naturvidenskab som opdagelseslæring implicerer. Det rækker at sige at sådanne synspunkter længe har været opgivet af videnskabsteoretikere. Det er på høje tid at naturfagslærere også opgiver dem!

Men manglerne ved opdagelsesmetoderne begrænser sig ikke kun til deres fejlagtige erkendelseslære. De er også psykologisk set usunde og pædagogisk set uanvendelige. Forestillingen om at børn let kan tilegne sig nye begreber ved at deltage i ikke-vejledte og åbne [*open-ended*, red.] opdagelseslæringsaktiviteter, er absurd. Den virkelige kilde til problemet er at lærere foregiver over for børnene at formålet med sådanne undervisningstimer er at deltage i videnskabelige undersøgelser (at “opdage”) når det virkelige formål er at fremme tilegnelsen af en bestemt naturvidenskabelig viden (“de etablerede fakta”). Så når lærere henviser til “opdagelse”, mener de i virkeligheden “gen-opdagelse”; de har tænkt sig at børnene skal opdage noget bestemt. Men med fraværet af vejledning eller dyb teoretisk forståelse er det usandsynligt at børn vil nå de bestemte mål som læreren forestiller sig. I praksis bliver det hurtigt tydeligt at børn ikke når de ønskede mål. Men i stedet for at opfordre til teoretisk omvurdering med henblik på at opfordre børn til at modificere deres eksperimentelle design eller at genfortolke deres data giver lærere instruktioner. Som konsekvens degenererer det der startede som åben dataindsamling, til en slags pointeløs “følg opskriften”. En anden komplikation er at mange eksperimenter giver uventede resultater der får børn til at opdage en *alternativ* naturvidenskab. Den sædvanlige reaktion er at fortælle børnene at de har fået “det forkerte resultat”. Dette får børnene til at bekymre sig om hvad der “burde ske”, og at være optagede af at finde “det rigtige svar”. Det giver også indtryk af at forskerne i forvejen udmærket kender resultaterne af de eksperimenter de udfører.

Tilbage står at teoriløse observationer hverken *vil* eller *kan* føre til tilegnelsen af nye begreber. Krav om teorifri eksperimenteren er urimelige både af epistemologiske og psykologiske årsager. For at deltage i en hvilken som helst undersøgelse og for at opdage noget som helst skal man arbejde inden for en eksisterende begrebsramme. Det er ikke den praktiske erfaring der giver disse begrebsmæssige strukturer. Det er i stedet de begrebsmæssige strukturer der giver mening, formål og retning til de praktiske erfaringer. Kort sagt må teoretiske overvejelser *gå forud* for eksperimentelle undersøgelser. Ved at placere teori og teoretisk overvejelse efter observationerne i stedet for før, sætter man med praktisk arbejde baseret på opdagelseslæring vognen

foran hesten. Konsekvensen er at disse metoder kan afskrives som ineffektive læringsstrategier, ligesom de kan afskrives i forhold til at levere en realistisk forståelse af naturvidenskabelige aktiviteter.

Der er flere komplikationer som skaber endnu mere alvorlige pædagogiske mangler. Ikke bare kommer opdagelseslæring til kort med at sikre at børn har en passende begrebsramme, men den ignorerer også fuldstændig den oplagte mulighed at børn kan have *alternative* opfattelser som måske får dem til at fortolke de efterfølgende begivenheder på en noget anderledes måde end den læreren ønskede. Utallige forskere har leveret rammende påvisninger af hvordan børns alternative teoretiske forståelse får dem til at misfortolke arten af og formålet med de eksperimenter de udfører, hvorved deres misforståelser forstærkes [20]. Opdagelseslæringsmetoder står ikke til at redde, og vi har brug for fuldstændig at revurdere vores syn på arten af og formålet med praktisk arbejde i naturfagsundervisningen og specielt den afgørende rolle teori spiller i eksperimenter, hvis vi skal retfærdiggøre dets plads i undervisningen.

Naturvidenskabelige holdninger

“Naturvidenskabelige holdninger” kan defineres som de tilgange og holdninger til information, idéer og procedurer der betragtes som essentielle for udøvere af naturvidenskab. Det er klart at dette er forskelligt fra “holdninger til naturvidenskab” og fra evnen til at anvende naturvidenskabelige procedurer [21]. Der er ingen tvivl om at det at indprente naturvidenskabelige holdninger har høj prioritet når vi taler udvikling af naturfagsundervisningen. Det er den generelle opfattelse at børn bedre kan værdsætte forskernes aktiviteter når de selv tilegner sig en holdning af ikke-værdiladet og teoretisk neutral objektivitet, fordomsfrihed og accept af at man ikke skal drage forhastede konklusioner, samt at sådanne kvaliteter både er ønskværdige i sig selv og kan overføres til andre vigtige områder. Tre spørgsmål springer i øjnene.

1. Er det sandsynligt at den slags praktisk arbejde som vi tilvejebringer, fremmer disse holdninger?
2. Er det det image der får børn til at vælge naturvidenskab?
3. Har de virkelige forskere disse karakteristika?

Bestræbelserne på at finde “det korrekte svar” og optagetheden af hvad der “burde ske”, som karakteriserer så meget laboratoriearbejde i skolen gør det meget usandsynligt at opnå et bekræftende svar på det første af disse spørgsmål. At det stereotype ideal for naturvidenskabelige holdninger er så verdensfjernt og tilsyneladende undertrykker individualiteten, må forventes at blive ugunstigt modtaget af mange

børn, så et bekræftende svar på det andet spørgsmål er også usandsynligt. Unge har brug for at opleve at forskere kan være varme, følsomme, humoristiske og passionerede, eller – og mere vigtigt – at varme, følsomme, humoristiske og passionerede mennesker kan blive forskere.

Mht. det tredje spørgsmål er svaret “formentlig ikke”. Det er mere end 25 år siden Roe [22] argumenterede for at forskere ikke har disse særlige holdninger selv om de tror de har dem! Med andre ord har de også slugt myterne råt om den objektive og kønsløse forsker. I et forsøg på at undersøge i hvilken grad forskere udviser karakteristika som den stereotype “objektive og lidenskabsløse søger af sandheden”, når Mahoney [23] frem til at forskere ofte er ulogiske i den måde de arbejder på, specielt når de forsvarer deres egen opfattelse eller angriber en konkurrerende opfattelse. Han hævder at forskere er højst selektive i deres afrapportering og i nogle tilfælde ikke holder sig for gode til at forvrænge eller undertrykke data, og at de stædigt vil fastholde deres foretrukne opfattelse selv når dokumentation til fordel for det modsatte er overvældende. Han konkluderer at forskeren snarere end at acceptere “ikke at træffe forhastede konklusioner” ofte er en “fremfusende sandhedsspinder” som gerne fremsætter hypoteser og teorier længe før data er holdbare. Mitroff & Mason [24] skelner mellem to slags forskere: *de ekstremt spekulative forskere* som “ikke ville afholde sig fra at bygge en hel teori for Solsystemet uden nogen som helst data”, og *de databundne forskere* som “ikke ville være i stand til at redde deres eget skind hvis en brand opstod ved siden af dem, fordi de aldrig ville have nok data til at bevise at branden virkelig var der.” Det som dette og en række andre studier viser, er – modsat lærebogsstereotypen – at jo større forsker, desto mere sandsynligt er det at han eller hun gør myten om den uegennyttige, neutrale forsker til skamme (Mitroff & Mason [24]).

Hvis der er så store forskelle mellem det idealiserede billede af naturvidenskabelige holdninger og karakteristika for virkelige forskere, er det på høje tid at vi opgiver stereotyperne og den slags praktisk arbejde der fastholder myterne. Som Gauld [25] bemærker: “Undervisningen i at forskere besidder disse karakteristika, er slem nok, men det er skrækkeligt at naturfagsundervisere faktisk forsøger at forme børnene i det samme falske billede”. Der findes nu et stigende antal etnografiske studier af forskere *in action* som giver forventninger om et mere troværdigt billede af laboratorieliv og de beslutningsprocesser der er involveret i naturvidenskabelige undersøgelser [26]. Det er bydende nødvendigt at finde en metode til at omsætte disse resultater til passende aktiviteter i klasserummet.

Konklusion

Gennem hele denne artikel har teoretiske argumenter og forskningsresultater konsekvent bestyrket det synspunkt at praktisk arbejde i naturfagene – som det i dag er

organiseret – for en stor del er uproduktivt og tydeligvis ude af stand til at retfærdiggøre de ofte ekstravagante krav som fremføres om det.

Hofstein & Lunetta [12] argumenterer for at de fleste studier af effekten af praktisk arbejde er skæmmet af dårligt undersøgelsesdesign – specielt små populationer, utilstrækkelig kontrol af variabler og brug af uhensigtsmæssige testinstrumenter. Tilmed er der trods den tydelige forskel på hhv. praktiske øvelser beregnet til at udvikle manipulative færdigheder, øvelser til at måle “fysiske konstanter”, eksperimenter der illustrerer et nøglebegreb, eller forløb der giver børn mulighed for at forfølge deres egne undersøgelser, en tendens til hos uddannelsesforskere at slå det hele sammen under den ene fælles titel “praktisk arbejde”. Observerer man tilfældigt i naturfagsklasserum, vil man se at en laboratorietest som er åben i hænderne på én lærer, kan være meget styret hos en anden. Det samme eksperiment kan tilgås induktivt eller deduktivt og med varierende grader af styring fra læreren. Der kan være markante forskelle i den relative vægtning mellem eksperimentelt design, observation, håndtering af apparatur, fortolkning af resultater osv. Det er klart at typen af laboratoriearbejde grundlæggende påvirker læringsudbyttet, specielt den del der har at gøre med læring af naturvidenskabelige begreber, forståelse af naturvidenskab og tilegnelse af naturvidenskabelige holdninger. Indtil vi stiller mere skarpt på hvad børn faktisk foretager sig i laboratoriet, er det usandsynligt at vi får et definitivt svar på den pædagogiske værdi af laboratoriearbejde. Det eneste vi kan sige, er at *nogle* lærere er i stand til med held at anvende praktisk arbejde i forhold til *nogle* børn og til at nå *nogle* af deres mål.

Referencer

- [1] Uzzell, P.S. (1978). The changing aims of science education. *School Science Review*, 60(210), s. 7-20.
- [2] Lock, R. (1988). A history of practical work in school science and its assessment, 1860-1986. *SSR*, 70(250), s. 115-119.
- [3] Consultative Committee of the Board of Education. (1938). *Secondary Schools*. The Spens Report) HMSO.
- [4] Rowell, P.M. & Gaskell, P.J. (1987). Tensions and realignments: school physics in British Columbia. I: Goodson (red.), *International Perspectives in Curriculum History*. Croom Helm.
- [5] Australian Academy of Science. (1979). *Chemistry for Australian Secondary School Students*. Rapport nr. 23.
- [6] Bucat, R.B. & Cole, A.R.H. (1985, august). *The Australian Academy of Science School Chemistry Project*. Paper presented at the 3rd International Conference on Chemical Education, Tokyo.
- [7] Lynch, P.P. (1987). Laboratory work in schools and universities: structures and strategies still largely unexplored. *Aust Sci Teachers J* (32), s. 31-39.

- [8] Arzi, H.J., Ben-Zvi, R. & Ganiel, U. (1984). Can teachers speak for their students? A comparison between teachers' and students' evaluation of a school science course'. *Europ J Sci Educ*, 1984, s. 279-286.
- [9] Kemps, R.F. & Dube, G.E. (1974). Science interest and attitude traits in students subsequent to the study of chemistry at O-level of the GCE. *J Res Sci Tchg*, 11, s. 361-370.
- [10] Meyer, G.R. (1970). Reactions of pupils to the Nuffield Science Teaching Project trial materials in England at the O-level of the GCE. *J Res. Sci Tchg*, 7, s. 283-302.
- [11] Denny, M. & Chennell, F. (1986). Science practicals: what do pupils think?"'. *Europ J Sci Educ*, 8, s. 325-336.
- [12] Hofstein, A. & Lunetta, V.N. (1983). The role of the laboratory in science teaching: neglected aspects of research. *Rev Educ Research*, 52, s. 201-217.
- [13] Hodson, D. (1989). *Children's understanding of Science*. University of Auckland Science and Technology Education Centre, Occasional Publications.
- [14] Kreitler, H. & Kreitler, S. (1974). The role of experiment in science education. *Instructional Science*, 3, s. 75-88.
- [15] Assessment of Performance Unit (APU). (1985). *Science at Age 15*. Science Report for Teachers nr. 5. DES/Welsh Office/Department of Education for Northern Ireland.
- [16] Garrett, R.M. & Roberts, I.F. (1982). Demonstration versus small group practical work in science education. A critical review of studies since 1900!. *Stud Sci Educ*, 9, s. 109-146.
- [17] Mulopo, M.M. & Fowler, H.S. (1987). Effects of traditional and discovery instructional approaches on learning outcomes for learners of different intellectual development, a study of chemistry students in Zambia. *J Res Sci Tchg*, 24, s. 217-227.
- [18] Yager, R.E., Englen, H.B. & Snider, B.F. (1969). Effects of laboratory and demonstration methods upon the outcomes of instruction in secondary biology. *J Res Sci Tchg*, 6, s. 76-86.
- [19] Moreira, M.A. (1980). A non-traditional approach to the evaluation of laboratory instruction in general physics courses. *Europ J Sci Educ*, 2, s. 441-448.
- [20] Driver, R. (1983). *The Pupil as Scientist*. Open University Press.
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985). *Children's Ideas in Science* Open University Press.
- Gilbert, J.K., Osborne, R.J. & Fonsham, P.J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Sci Educ*, 66, s. 623-633.
- Gilbert, J.K. & Watts, D.M. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: changing perspectives in science education. *Stud. Sci Educ*, 10, s. 61-98.
- Osborne, R. & Preyberg, P. (1985). *Learning in Science. The Implications of Children's Science*. Heinemann.
- [21] Gauld, C.F. & Hukins, A.A. (1980). Scientific attitudes: a review. *Stud Sci Educ*, 7, s. 129-161.
- [22] Roe, A. (1961). The psychology of the scientist. *Science*, 134, s. 456-459.
- [23] Mahoney, M.J. (1979). Psychology of the scientist. *Social Stud Sci*, 9, s. 349-375.

- [24] Mitroff, I.I. & Mason, R.O. (1974). On evaluating the scientific contribution of the Apollo missions via information theory, a study of the scientist-scientist relationship. *Management Science: Applications*, 20, s. 1501-1513.
- [25] Gauld, C.F. (1982). The scientific attitude and science education: a critical reappraisal. *Sci Educ*, 66, s. 109-121.
- [26] Collins, H.M. (1985). *Changing Order*. Sago.
- Knorr-Catina, K.D. (1981). *The Manufacture of Knowledge*. Pergamon Press.
- Knorr-Catina, K.D. & Mulkay, M. (1983). *Science Observed*. Sago.
- Latour, B. & Woolgar, S. (1979). *Laboratory Life. The Social Construction of Scientific Facts*. Sage.
- Lynch, M. (1985). *Art and Artifact in Laboratory Science*. Routledge & Kegan Paul.