

Læringsmål, tilrettelæggelse og præsentation – en beskrivelse af nuancerne i praktisk arbejde

Robin Millar

I forrige kapitel argumenteredes der for, at enhver diskussion af effektiviteten af praktisk arbejde i naturfag må fokusere på de enkelte praktiske aktiviteter og opgaver. De er så forskellige i formål og type, at ethvert generelt udsagn om praktisk arbejdes effektivitet betragtet som et hele vil være ret utroværdigt. Skal vi vurdere enkelte praktiske aktiviteter, er det nyttigt at have en systematisk måde at kategorisere dem og beskrive deres hovedkarakteristika på. Det vil for eksempel gøre det muligt for læreren at evaluere praktisk arbejde ved at fokusere på de valg, der ligger implicit i aktiviteternes udformning. Er man som lærer bevidst om disse valg, er det muligt at se, hvordan aktiviteterne vil kunne ændres, så de kan blive mere interessante og engagerende for eleverne eller mere effektive i forhold til at udvikle elevernes viden og færdigheder.

Når vi kategoriserer og beskriver praktisk arbejde, skal vi for det første overveje aktivitetens læringsmål og for det andet tage højde for forskellige nøgleaspekter i udformningen af aktiviteten og i præsentationen¹ af den for eleverne. Tabel 1 er en skitse til et klassifikationssystem, som kan bruges til at analysere praktisk arbejde i undervisningen. Systemet stammer fra en tidligere version, der blev udviklet til brug i det europæiske projekt *Labwork in Science Education* (Millar, Le Maréchal og Tiberghien, 1999).

¹Millars udtryk, "at præsentere aktiviteten for eleverne" skal forstås både som det at introducere aktiviteten for eleverne, og det at reflektere over aktiviteten sammen med eleverne. Se Tabel 1 (red.)

1	Læringsmål <i>Ønsket resultat af undervisningen</i>
2	Udformning 2.1 Åbenhed/lukkethed 2.2 Logisk struktur 2.3 De naturvidenskabelige teories betydning 2.4 Hvad eleverne skal 'gøre' med genstande og materialer 2.5 Hvad eleverne skal 'gøre' med teorier Præsentation 2.6 Elevernes bevidsthed om formålet med forsøget 2.7 Forklaring af opgaven for eleverne 2.8 Diskussion før aktiviteten 2.9 Diskussion efter aktiviteten 2.10 Elevernes notater i forbindelse med aktiviteten

Table 1 Elementer i klassifikationssystemet til analyse af praktisk arbejde i naturfag

Læringsmål

Praktisk arbejde anvendes i naturfag til mange forskellige formål. Hodson (1990) nævner, at naturfagslærere anvender praktisk arbejde af følgende grunde:

1. for at motivere eleverne ved at stimulere deres interesse og engagere dem
2. for at undervise i laboratorie-færdigheder
3. for at øge elevernes viden om naturvidenskab
4. for at formidle indsigt i naturfaglige undersøgelsesmetoder og udvikle evnen til at anvende dem
5. for at udvikle en 'videnskabelig holdning' karakteriseret ved fordomsfrihed og objektivitet.

Selvom det er væsentligt at stimulere elevernes interesse og engagere dem, er det kun sjældent det eneste formål med praktisk arbejde. Sædvanligvis ønsker vi at udvikle elevernes viden og færdigheder og at gøre det på en måde, der også er interessant og engagerende, hvilket vil kunne øge elevernes motivation for at lære naturfag. Hodsons femte grund er ligeledes en mere generel bestræbelse – noget vi gerne ser som en følge af elevernes erfaring med praktisk arbejde i det hele taget, men som næppe kan udgøre

det eneste eller bare hovedformålet med en enkelt praktisk aktivitet. De tre primære læringsmæssige formål med praktisk arbejde er punkt 2, 3 og 4 på Hodsons liste. Men nogle af disse overordnede læringsmæssige formål kan underopdeles yderligere for at præcisere læringsmålene mere detaljeret. Figur 1 viser en måde at gøre det på.

Formål <i>Generelt beskrevet</i>	Skriv '1' for hovedformål; '2' for et evt. underordnet formål	Læringsmål <i>Mere specifikt</i>	Afkryds kun ét felt i hver gruppe
A Formålet med denne aktivitet er, at eleverne udvikler deres viden om og forståelse af naturen		Eleverne kan huske et træk, som kan observeres ved en genstand, et materiale eller en hændelse	
		Eleverne kan huske et 'mønster' i observationerne (for eksempel lighed, forskel, tendens eller sammenhæng)	
		Eleverne udviser forståelse af en videnskabelig teori, et begreb, en forklaring eller en model	
B Formålet med denne aktivitet er, at eleverne lærer at anvende udstyr eller følge en standardiseret procedure		Eleverne kan anvende udstyr eller følge en procedure, som de ikke har forudgående erfaring med	
		Eleverne er bedre til at anvende udstyr eller følge en procedure, som de har forudgående erfaring med	
C Formålet med denne aktivitet er, at eleverne udvikler deres forståelse af den naturfaglige tilgang til undersøgelser (og naturvidenskabelig forskning)		Eleverne har en bedre generel forståelse af naturfaglige undersøgelsesmetoder	
		Eleverne har en bedre forståelse af bestemte aspekter af naturfaglige undersøgelsesmetoder	*

* Udfyld tabellen på næste side, hvis du har sat kryds i dette felt

Figur 1

Bestemte aspekter af naturfaglige undersøgelser og naturvidenskabelig forskning	Afkryds alle der passer
Hvordan formuleres et godt spørgsmål?	
Hvordan planlægges en metode til indsamling af data, som kan besvare et spørgsmål?	
Hvordan vælger man udstyr til en undersøgelse?	
Hvordan præsenteres data klart?	
Hvordan analyseres data for at finde eller vise mønstre?	
Hvordan drages og fremlægges konklusioner baseret på data?	
Hvordan vurderer man, hvor meget tillid man kan have til en konklusion?	

Figur 1 (fortsat) Bestemmelse af et praktisk arbejdes læringsmål

Første skridt i brugen af Figur 1 er en overvejelse af, om formålet med det praktiske arbejde generelt betragtet er at hjælpe eleverne med at:

- A. udvikle deres viden om og forståelse af naturen
- B. lære at anvende laboratorieudstyr eller at træne en praktisk færdighed
- C. udvikle deres forståelse af naturfaglige undersøgelsesmetoder

Dette markeres ved at skrive '1' i en af de tre bokse i den anden kolonne i figuren. Hvis det praktiske arbejde har et underordnet mål, kan det markeres med '2'. Vi bestemmer så læringsmålet mere præcist ved at krydse af i kolonnen til højre. Hvis den nedre boks for det mere generelle formål C afkrydses, kan formålet præciseres yderligere i boksen nedenfor.

Praktisk arbejde, hvis hovedformål er A (at hjælpe eleverne til at udvikle deres viden om og forståelse af naturen), varierer betydeligt med hensyn til læringskrav eller sværhedsgrad. Hvis formålet er, at eleverne skal observere en genstand, et materiale eller en hændelse, som de ikke har set eller betragtet så nøje før, og at de skal kunne huske, hvad de ser, så er læringskravet eller sværhedsgraden relativt lavt. Mange elever vil i nogen tid kunne huske, hvad de har set, og jo mere overraskende eller slående observationen er, desto længere vil eleverne sandsynligvis huske den. Men hvis læringsmålet er at hjælpe eleverne til at udvikle deres forståelse af naturvidenskabelige teo-

rier, begreber eller modeller, er læringskravet eller sværhedsgraden meget større. Meget praktisk arbejde er relativt ineffektivt, fordi læreren undervurderer, hvilken udfordring det er for eleverne at få deres observationer til at give mening. Den forestilling, at forklaringerne 'udgår' fra observationerne er blevet kaldt 'induktionens vildfarelse' (Driver, 1983). En nyere undersøgelse viser imidlertid, at disse forskellige niveauer i læringskrav eller sværhedsgrad ikke afspejles i lærerens udformning af det praktiske arbejde eller i den måde, som lærerne præsenterer det praktiske arbejde for eleverne på (Abrahams og Millar, 2008).

Når hovedformålet med praktisk arbejde er C (at hjælpe eleverne med at udvikle deres forståelse af naturfaglige undersøgelsesmetoder og naturvidenskabelig forskning), synes der ofte at være en uudtalt tro på, at 'øvelse gør mester' – at eleverne alene ved at udføre deres egne undersøgelser vil blive bedre til at planlægge og gennemføre dem. Men forskningen synes at vise, at læringen bliver mere effektiv, når det er læreren, der udpeger og underviser i bestemte aspekter af naturfaglige undersøgelsesmetoder (Watson, Wood-Robinson og Nicolaou, 2006; Millar, in press). Bestemmelsessystemet i Figur 1 for aktiviteter af type C har til hensigt at tilskynde og inspirere til overvejelser over læringsmål i forhold til naturfaglige undersøgelser.

Lærerens udformning og præsentation af praktisk arbejde i undervisningen

Åbenhed/lukkethed

En hyppigt fremsat kritik af praktisk arbejde i naturfag går på den overdrevne tillid til 'køgebogsopgaver', hvor man bare skal følge opskriften – hvor eleverne får detaljerede instrukser om, hvad de skal gøre, ofte i form af et arbejds-papir (se for eksempel Hofstein og Lunetta, 2004: 40). Når eleverne udfører den slags aktiviteter, mister de ofte det overordnede formål af syne og ender med at følge instrukserne mekanisk og uden omtanke.

Tabel 2(A) kan bruges til at beskrive, hvordan hver fase eller hvert aspekt af et praktisk arbejde bestemmes. Den midterste kolonne kan også omfatte situationer, hvor læreren kommer med generelle retningslinjer, men overlader nogle beslutninger til eleverne. Dette kan så sammenfattes i Tabel 2(B) for at få én enkelt indikation af graden af åbenhed/lukkethed i undersøgelsen.

A)

Aspekt af praktisk opgave	Efter lærerens instruks	Afgjort efter lærer-elev-diskussion	Besluttet af eleverne
	(Afkryds kun ét felt ud for hvert aspekt)		
Hvilket spørgsmål der skal besvares			
Hvilket udstyr der skal anvendes			
Hvilken procedure der skal følges			
Hvilken metode de indsamlede data skal behandles efter			
Fortolkning af resultaterne			

B)

Graden af åbenhed/lukkethed	Afkryds kun ét felt
Detaljerede instrukser	
Der sættes rammer, men nogle beslutninger overlades til eleverne	
Spørgsmålet eller problemet er givet, men eleverne må afgøre fremgangsmåden	
Eleverne vælger spørgsmålet og beslutter fremgangsmåden	

Tablet 2 Graden af åbenhed/lukkethed i praktisk arbejde

Logisk struktur

Et andet vigtigt aspekt af praktisk arbejde er, i hvilken grad det er styret af data eller tankegange og teorier (Tablet 3). Begynder aktiviteten med indsamling af data i form af observationer og målinger 'for at se, hvad der sker'? Eller begynder aktiviteten med overvejelser om hvad der kan forventes, for så at indsamle data med henblik på at undersøge om, forventningen holdt stik? Den sidstnævnte slags undersøgelser er mere egnede til at integrere tanke og handling. Og, som nævnt tidligere, er der en risiko for, at aktiviteter, som tager udgangspunkt i data, kan blive styret af det, Driver (1983) kalder 'induktionens vildfarelse', det vil sige den forestilling, at forklaringer udgår

fra observationer. Har man denne forestilling, undervurderer man i betydelig grad udfordringen for eleverne. En naturfaglig forklaring eller sammenhæng kan være indlysende for læreren, som allerede kender den, men den behøver overhovedet ikke at være indlysende for eleverne. Hvis mange praktiske aktiviteter, som det synes at være tilfældet, er ineffektive i forhold til elevernes udvikling af forståelse af tankegange, teorier og forklaringer, så kan en del af forklaringen ligge i de anvendte læringsaktiviteters logiske struktur. Derfor kan det være nyttigt at overveje aktivitetens logiske struktur – særligt når formålet er at udvikle forståelse af naturvidenskabelige tankegange og teorier. Det tredje alternativ i Tabel 3 tager højde for, at nogle aktiviteter ikke uden videre falder ind under en af de to øvrigt beskrevne kategorier.

Logisk struktur	Afkryds kun ét felt
Indsaml og overvej derefter hvordan de kan sammenfattes eller forklares	
Formuler et spørgsmål eller lav en forudsigtelse; indsaml data for at undersøge eller teste	
Andet Forklar kort: _____	

Tabel 3 Logisk struktur i praktisk arbejde – styret af data eller tankegange og teorier?

De naturvidenskabelige tankeganges og teoriers betydning

Dette aspekt må overvejes samtidig med at den konkrete aktivitets læringsmål overvejes. For de aktiviteter, hvis generelle formål er 'A: At hjælpe med at udvikle elevernes viden om og forståelse af naturen' og hvis mere specifikke læringsmål er, at 'eleverne kan udvise forståelse af en naturvidenskabelig teori, et begreb, en forklaring, eller en model', stiller væsentligt højere krav end de praktiske aktiviteter, hvor vi ganske enkelt ønsker, at eleverne skal kunne huske en observeret hændelse eller et enkelt mønster i observationerne. De aktiviteter, hvis generelle formål er 'C: At hjælpe eleverne til at udvikle forståelse af naturfaglige undersøgelsesmetoder', vil altså stille betydeligt større krav til læringen, hvis de forudsætter forståelse af naturvidenskabelige tankegange, teorier og forklaringer, end hvis aktiviteterne hviler på dagligdags forestillinger og principper. Selv aktiviteter med det generelle formål 'B: At hjælpe eleverne til at anvende laboratorieudstyr eller følge en standardiseret

procedure' kan være vanskelige, hvis de forudsætter forståelse af, hvordan udstyret virker eller proceduren er. I forbindelse med enhver praktisk aktivitet er det derfor nyttigt at spørge, hvor vigtig forståelsen af naturvidenskabelige teorier er for at kunne gennemføre aktiviteten. Tabel 4 viser en måde hvorpå man kan sammenfatte denne vurdering.

Betydningen af at eleverne forstår de naturvidenskabelige tankegange og teorier for at kunne gennemføre aktiviteten	Afkryds kun ét felt
Afgørende	
Rimelig	
Ikke afgørende	
Uden betydning	

Tabel 4 De naturvidenskabelige tankeganges og teoriers betydning

Hvad eleverne skal gøre med genstande og materialer

Som det fremgik af diskussionen i forrige kapitel, går praktisk arbejde i høj grad ud på, at eleverne håndterer genstande og materialer. Faktisk kan det betragtes som selve definitionen på praktisk arbejde. Men hvad eleverne skal gøre, kan være meget forskelligt. Tabel 5 viser en måde at beskrive, hvad eleverne skal gøre i en given aktivitet. Kategorierne udelukker ikke hinanden; tværtimod kan det være nødvendigt at afkrydse flere af dem. Det kan være en god ide for den enkelte lærer at analysere alle de praktiske aktiviteter, hun anvender i forbindelse med et bestemt emne i naturfag eller i løbet af skoleåret, med det formål at vurdere, om det praktiske arbejde er varieret nok.

Hvad eleverne skal 'gøre' med genstande og materialer	Afkryds alle der passer
Anvende et observations- eller måleinstrument	
Følge en standardiseret procedure	
Præsentere eller fremvise en genstand eller et materiale	
Fremstille en genstand	
Fremstille en prøve på et materiale eller et stof	
Få en hændelse til at finde sted (fremstille et fænomen)	
Observere et aspekt eller en egenskab ved en genstand, et materiale eller en hændelse	
Måle en mængde	

Tabel 5 Hvad eleverne skal 'gøre' med genstande og materialer i en given praktisk aktivitet

Hvad eleverne skal 'gøre' med naturvidenskabelige tankegange og teorier

I praktisk arbejde skal eleverne ikke kun 'gøre' noget med genstande og materialer, men de skal også 'gøre' noget med de naturvidenskabelige tankegange og teorier. Af de grunde, som er beskrevet ovenfor, kan det være nyttigt for den enkelte lærer at analysere en række praktiske aktiviteter i forhold til dette aspekt for at se, hvor varierede aktiviteterne er. Tabel 6 viser en række bestemmelses kategorier, der er egnede til dette formål. Igen kan det være hensigtsmæssigt at afkrydse flere af dem.

Hvad eleverne skal 'gøre' med de naturvidenskabelige tankegange og teorier	Afkryds alle der passer
Rapportere om observationerne ved hjælp af fagsprog	
Identificere en lighed eller en forskel	
Undersøge virkningen af udfaldet af en bestemt ændring (for eksempel ved at anvende andre genstande, materialer eller procedurer)	
Undersøge hvordan et udfald ændrer sig med tiden	
Undersøge hvordan et udfald ændrer sig, når der bevidst ændres på en variabel	
Undersøge hvordan et udfald ændrer sig, når der bevidst ændres to eller flere variable	
Udforme en målings- eller observationsprocedure	
Finde en værdi for en afledt mængde (det vil sige en mængde, der ikke kan måles direkte)	
Opstille og/eller teste en hypotese	
Afgøre om en given forklaring passer på en bestemt, observeret situation	
Afgøre hvilken af to (eller flere) forklaringer der passer bedst på data	
Foreslå en mulig forklaring på data	

Tablet 6 Hvad eleverne skal 'gøre' med tankegange og teorier i en given praktisk aktivitet

Elevernes bevidsthed om formålet med praktisk arbejde

Lad os nu gå videre fra udformningen af praktisk arbejde til lærerens præsentation af det for den enkelte klasse. Et væsentligt aspekt i lærerens præsentation af en aktivitet skal findes i elevernes bevidsthed om det praktiske arbejdes formål: Kan de se, hvorfor de udfører det konkrete praktiske arbejde i naturfagstimen? Er det praktiske arbejde en måde at svare på et spørgsmål, som eleverne allerede overvejer, eller en måde at undersøge et emne, som eleverne er blevet interesseret i, eller er det praktiske arbejde bare, 'hvad læreren bad os om at gøre i dag'? Tablet 7 viser nogle kategorier, der kan anvendes til at sammenfatte disse spørgsmål i forhold til en given praktisk aktivitet.

Hvordan kommunikeres formålet til eleverne?	Afkryds kun ét felt
Aktiviteten er foreslået af læreren uden tydelig forbindelse til den forudgående undervisning	<input type="checkbox"/>
Aktivitetsens formål er forklaret af læreren og sat i tydelig forbindelse til den forudgående undervisning	<input type="checkbox"/>
Læreren anvender klassediskussion til at hjælpe eleverne med at forstå, hvordan aktiviteten kan besvare et interessant spørgsmål	<input type="checkbox"/>
Formålet med aktiviteten fremgår tydeligt for eleverne af den forudgående undervisning	<input type="checkbox"/>
Aktiviteten er foreslået og bestemt af eleverne efter forudgående diskussion	<input type="checkbox"/>

Tabel 7 Elevernes bevidsthed om formålet med en given praktisk aktivitet

Introduktion af praktiske arbejder for eleverne

Lærere bruger forskellige metoder, når de skitserer og introducerer praktisk arbejde for eleverne. Det praktiske arbejde kan forklares mundtligt med anvendelse af skrevne instrukser eller diagrammer, vist på tavlen eller på en skærm. En anden almindelig praksis er at bruge et arbejdsblad. Læreren kan også beslutte at demonstrere udstyr og procedurer, inden eleverne selv går i gang. Tabel 8 viser disse muligheder.

Hvordan introduceres eleverne til praktisk arbejde?	Afkryds alle der passer
Mundtligt af læreren	<input type="checkbox"/>
Skrevne instrukser på tavle eller projektor	<input type="checkbox"/>
Arbejdsblad	<input type="checkbox"/>
Hele eller dele af aktiviteten demonstreres på forhånd af læreren	<input type="checkbox"/>

Tabel 8 Hvordan det praktiske arbejde introduceres for eleverne

Diskussion før og efter praktisk arbejde

Mange undervisere i naturfag har fremført det synspunkt, at størsteparten af den læring, der sker i forbindelse med praktisk arbejde, finder sted under den diskussion, som følger efter selve aktiviteten. Det gælder i særdeleshed, hvis aktiviteten sigter på at udvikle elevernes forståelse af naturvidenskabelige tankegange og teorier. Diskussionen før og efter praktisk arbejde er altså meget vigtig. Kategorisering af det praktiske arbejde i forhold til denne dimension sætter fokus på, at samtale og diskussion i forbindelse med praktisk arbejde betyder mindst lige så meget som selve udførelsen. Tabellerne 9 og 10 viser nogle kategorier, der kan være nyttige i denne sammenhæng. For begge tabeller gælder, at mere end en enkelt kategori kan passe. En nylig undersøgelse (Abrahams og Millar, 2008) viste, at hovedparten af samtalen før praktisk arbejde handler om, hvilket udstyr og hvilke procedurer eleverne skal anvende, og at meget lidt (og ofte slet intet) handler om, hvilke tankegange og teorier eleverne skal kende til, for at aktiviteten giver mening for dem. Desuden viste undersøgelsen, at der under og efter det praktiske arbejde næsten ikke var nogen diskussion om arbejdets udformning, undersøgelsesmetode, om kvaliteten af de indsamlede data eller om, hvilken tillid, man kan have til resultater og konklusioner. For observatøren synes det tydeligt, at lærerne ikke gjorde brug af det praktiske arbejdes mange oplagte muligheder for at fremhæve og undersøge naturfaglige ideer, begreber og undersøgelsesmetoder. Bestemmelseskategorierne i Tabel 9 og 10 har til hensigt at sætte fokus på behovet for at diskutere relevante teorier og naturfaglige undersøgelsesmetoder før gennemførelsen af det praktiske arbejde og på mulighederne for i en efterfølgende diskussion at udvikle elevernes forståelse af naturfaglige undersøgelsesmetoder og naturvidenskabelig forskning. Abrahams og Millar (2008) fandt også adskillige eksempler på kategori 3 i Tabel 10: At læreren gentager og demonstrerer hele aktiviteten, efter at eleverne selv har udført den. Det synes at være en meget risikabel praksis, hvis den gentages ofte, da eleverne måske begynder at forvente, at denne gentagelse finder sted, og derfor vil være mindre optagede af at lære af deres eget praktiske arbejde og blot vente på, at læreren gennemgår.

Diskussion <i>før</i> praktisk arbejde	Afkryds alle der passer
Ingen	
Om det udstyr og de procedurer, der skal anvendes	
Om relevante idéer, begreber, teorier og modeller	
Om aspekter af naturfaglige undersøgelsesmetoder, der har forbindelse til det praktiske arbejde	

Tabel 9 Klassediskussion *før* praktisk arbejde

Diskussion <i>efter</i> praktisk arbejde	Afkryds alle der passer
Ingen	
Om at bekræfte 'hvad vi har set'	
Centreret omkring lærerens gentagelse af aktiviteten	
Om hvordan observationerne kan forklares, og om hvilke naturvidenskabelige tankegange og teorier aktiviteten 'handler om'	
Om aspekter af aktivitetens udformning, kvaliteten af data, tillid til konklusionerne osv.	

Tabel 10 Klassediskussion *efter* praktisk arbejde

Elevernes notater i forbindelse med praktisk arbejde

Et sidste aspekt af lærerens præsentation af det praktiske arbejde angår de notater, der gøres undervejs i det praktiske arbejde (Tabel 11). Som det var tilfældet med adskillige af de ovenfor diskuterede aspekter, er hensigten med disse kategorier at motivere til at reflektere over, hvordan man som lærer kan variere de forskellige praktiske aktiviteter, som man anvender i sin undervisning.

Elevernes notater om det praktiske arbejde	Afkryds kun ét felt
Ingen	
Notater efter elevens ønske	
Et udfyldt arbejdsblad	
Skriftlig rapport med given struktur og format	
Skriftlig rapport i format efter elevens valg	

Tablet 11 Elevernes notater om det praktiske arbejde

Anvendelse af klassifikationssystemet

Formålet med dette klassifikationssystem for praktisk arbejde er at give lærere eller andre interesserede mulighed for systematisk at revidere praktiske aktiviteter, som de anvender eller overvejer at anvende i undervisningen. Klassifikationskategorierne sætter fokus på nøglespørgsmål og er valgt på baggrund af publiceret forskning om praktisk arbejde i naturfag. Kategorierne afspejler forskellige naturfagsdidaktiske aspekter, som naturfagslærere og forskere har tillagt værdi. Tabellerne kan samles til et enkelt planlægningsværktøj, som giver en detaljeret beskrivelse af praktisk arbejdes udformning og præsentation. Planlægningsværktøjet kan ses på de næste sider. Værktøjet kan tydeliggøre de valg, som ligger implicit i det praktiske arbejdes udformning og præsentation, og det kan hjælpe læreren til at få øje på ændringsmuligheder, så effektiviteten øges. Anvendes planlægningsværktøjet på en række praktiske aktiviteter (der for eksempel finder sted i løbet af et skoleår), kan det give læreren et fingerpeg om aktiviteternes ensartethed eller forskellighed, hvilket kan føre til, at læreren reviderer eller ændrer på aktiviteternes udformning, læringsmål eller præsentation.

Planlægningsværktøj til praktisk arbejde

Udformning

Aktivetsnummer	1	2	3	4	5
1 Graden af åbenhed/lukkethed (afkryds kun ét felt)					
Detaljerede instrukser					
Der sættes rammer, men nogle beslutninger er overladt til eleverne					
Spørgsmålet eller problemet er givet, men eleverne må afgøre fremgangsmåden					
Eleverne vælger spørgsmål og beslutter fremgangsmåden					
2 Logisk struktur (afkryds kun ét felt)					
Indsaml data om en situation, overvej derefter, hvordan den kan sammenfattes eller forklares					
Anvend dine egne ideer til at formulere et spørgsmål eller en forudsigtelse; indsamle data for at undersøge eller teste					
Andet:					
3 Betydningen af at eleverne forstår de naturvidenskabelige teorier (for at kunne gennemføre aktiviteten) (afkryds kun ét felt)					
Afgørende					
Rimelig					
Ikke afgørende					
Uden betydning					
4 Hvad eleverne skal 'gøre' med genstande og materialer (afkryds alle der passer)					
Anvende et observations- eller måleinstrument					
Følge en standardiseret procedure					
Præsentere eller fremvise en genstand eller et materiale					
Fremstille en genstand					

(fortsættes)

(fortsat)

Fremstille en prøve på et materiale eller et stof					
Få en hændelse til at finde sted (fremstille en fænomen)					
Observere et aspekt eller en egenskab ved en genstand, et materiale eller en hændelse					
Måle en mængde					
5 Hvad eleverne skal 'gøre' med de naturvidenskabelige teorier (afkryds alle der passer)					
Rapportere om observationerne ved hjælp af fagsprog					
Identificere en lighed eller en forskel					
Undersøge virkningen af udfaldet af en bestemt ændring (for eksempel af at anvende andre genstande, materialer eller procedurer)					
Undersøge hvordan et udfald ændrer sig med tiden					
Undersøge hvordan et udfald ændrer sig, når der bevidst ændres to eller flere variable					
Udforme en målings- eller observationsprocedure					
Finde en værdi for en afledt mængde (det vil sige én, der ikke kan måles direkte)					
Opstille og/eller teste en hypotese					
Afgøre om en given forklaring passer på en bestemt, observeret situation					
Afgøre hvilken af to (eller flere) forklaringer der passer bedst på data					
Foreslå en mulig forklaring på data					

Præsentation

Aktivetsnummer	1	2	3	4	5
6 Hvordan kommunikerer formålet til eleverne? (afkryds kun ét felt)					
Aktiviteten er foreslået af læreren uden tydelig forbindelse til den forudgående undervisning					
Aktivitetsens formål er forklaret af læreren og sat i tydelig forbindelse til den forudgående undervisning					
Læreren anvender klasses Diskussion til at hjælpe eleverne med at forstå, hvordan forsøget kan besvare et interessant spørgsmål					
Formålet med aktiviteten fremgår tydeligt for eleverne af den forudgående undervisning					
Forsøget er foreslået og bestemt af eleverne efter forudgående diskussion					
7 Hvordan introduceres eleverne til praktisk arbejde? (afkryds alle der passer)					
Mundtligt af læreren					
Skrevne instrukser på tavle eller projektor					
Arbejdsblad					
(Hele eller dele af) aktiviteten demonstreres på forhånd af læreren					
8 Diskussion før praktisk arbejde (afkryds alle der passer)					
Ingen					
Om det udstyr og de procedurer, der skal anvendes					
Om relevante idéer, begreber, teorier og modeller					
Om aspekter af naturfaglige undersøgelsesmetoder, der har forbindelse til det praktiske arbejde					
9 Diskussion efter praktisk arbejde? (afkryds alle der passer)					
Ingen					
Om at bekræfte 'hvad vi har set'					

(fortsættes)

(fortsat)

Centreret omkring lærerens gentagelse af aktiviteten					
Om hvordan observationerne kan forklares, og om hvilke naturvidenskabelige teorier aktiviteten 'handler om'					
Om aspekter af aktivitetens udformning, kvaliteten af data, tillid til konklusionerne osv.					
10 Elevernes notater om det praktiske arbejde (afkryds kun ét felt)					
Ingen					
Notater efter elevens ønske					
Et udfyldt arbejdspapir					
Skriftlig rapport med given struktur og format					
Skriftlig rapport i format efter elevens valg					
Læringskrav. Hvordan bedømmer du denne aktivitets læringskrav i lyset af dine afkrydsninger ovenfor? (afkryds kun ét felt)					
Meget højt					
Rimeligt højt					
Moderat					
Relativt lavt					
Meget lavt					

Referencer

Abrahams, I. og R. Millar (2008): Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science, i: *International Journal of Science Education*, 30 (14), 1945-1969, Taylor & Francis.

Driver, R. (1983): The fallacy of induction in science teaching, kap. 1 i: *The pupil as scientist?*, 1-10, Milton Keynes: Open University Press.

Hodson, D. (1990): A critical look at practical work in school science, i: *School Science Review*, 71 (256), 33-40, The Association for Science Education.

Hofstein, A. og V.N. Lunetta (2004): The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century, i: *Science Education*, 88 (1), 28-54, Wiley Periodicals, Inc.

Millar, R. (2010): Practical work, I: Dillon, J. and J. Osborne (red.): Good practice in science teaching: *What research has to say*, 2. udg., London: McGraw-Hill.

Millar, R., J.-F. Le Maréchal og A. Tiberghien (1999): Mapping the domain: Varieties of practical work, i: Leach, J. og A.C. Paulsen (red.), *Practical work in science education – Recent research studies*, 33-59, Roskilde: Roskilde University Press, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Watson, R., V. Wood-Robinson og L. Nikolaou (2006): Better scientific enquiries, i: Wood-Robinson, V. (red), *ASE guide to secondary science education*, 196-204, Hatfield: Association for Science Education.