

Værdier og etik i naturfaglig undervisning

Mary Ratcliffe, School of Education, University of Southampton

Michael Reiss, The Institute of Education, University of London

Undervisning i naturvidenskab indeholder, i stigende grad, spørgsmål omkring værdier og etik. Denne artikel undersøger hvorvidt naturfaglærere bør og kan udforske værdier og etik i deres timer. Artiklen er oversat fra engelsk hvor den er publiceret som et kapitel i bogen "The ASE guide to Secondary Science" (Wood-Robinson, 2006).¹ Mary Ratcliffe var for nylig i Danmark hvor hun holdt foredrag på de tre konferencer "Fremtidens Naturfag"² afholdt af Amtscentrene med titlen "Changes in the curriculum – the concern for students' uptake of science worldwide". Foredraget handlede om tilgange til undervisning i "the nature of science" med særlig vægt på hvordan vi kan hjælpe elever med at forholde sig til sociale og etiske problemer i moderne naturvidenskab.

Indledning

Nogle lærere mener at etiske spørgsmål ikke udgør en del af den naturfaglige undervisning. En undersøgelse blandt biologilærere i den engelske gymnasieskole viste at "næsten halvdelen af alle udspurgte naturfaglærere føler at deres undervisning bør være 'fri for værdier', og at der ikke opstår sociale eller etiske implikationer herved" (Levinson & Turner, 2001, s. 7). Og dog er hvert eneste klasseværelse værdiladet. Hvis en lærer fremlægger naturvidenskab som en stræben efter en objektiv sandhed uden vedhæftede værdinormer, er det i sig selv udtryk for et værdistandpunkt (Layton, 1986), og et bestemt syn på naturvidenskab formidles således til eleverne.

Vi starter dette kapitel ved at definere hvad vi mener når vi omtaler værdier, da dette begreb kan tolkes på forskellige måder og ofte bruges unøjagtigt (Powney, 1996). Vi anvender en standarddefinition af værdier som bruges af mange inden for dette felt:

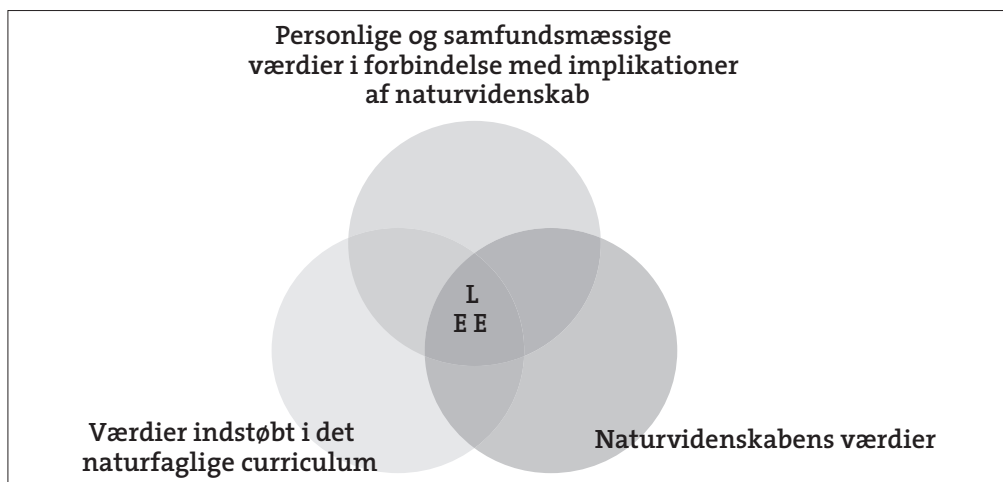
1 ASE (Association for Science Education – www.ase.org.uk) er den største sammenslutning af naturfaglærere i Storbritannien. Den blev dannet i 1963 og har omkring 20.000 medlemmer fra især grundskolen og ungdomsuddannelser samt læreruddannelserne. ASE udgiver bøger samt tidsskrifter såsom "Education in Science", "Primary Science Review", "School Science Review" og "Science Teacher Education".

2 Se program, powerpoints og uddybende artikler på www.fremtidensnaturfag.dk.

Principper, grundlæggende overbevisninger, idealer, standarder eller livssyn der fungerer som generelle retningslinjer for opførelse, som referencepunkter for beslutningsprocesser eller som bedømmelse af værdier eller handlinger. (Halsted, 1996, s. 5)

I et naturfagsklasselokale er der mindst tre af sådanne “retningslinjer for opførelse” som kan være til stede (figur 1):

1. Hvordan læreren er påvirket af de værdier der er indstøbt i det naturfaglige curriculum.
2. Hvordan læreren er påvirket af naturvidenskabens værdier, og hvordan disse bliver formidlet, eksplicit eller underforstået, til eleverne og fortolket af dem.
3. Hvordan læreren er påvirket af andre individers eller samfundets værdier i fortolkningen af videnskabens implikationer og perspektiver.



Figur 1. Fortolkning af værdier der påvirker naturfagsklasselokalet. L=Lærer, E=Elever.

Lærere i naturfagene har værdier der relaterer sig til deres rolle som lærer generelt såvel som til den faglige kontekst de underviser i. Der findes værdier der er indstøbt i det naturvidenskabelige curriculum. For eksempel i målsætningen for elever i 11-14-årsalderen³ står der:

De tænker over positive og negative konsekvenser af den videnskabelige og teknologiske udvikling for miljøet og i andre sammenhænge.

3 The National Curriculum, Key Stage 3, for England (red.).

Det er dog ikke vores hensigt at bruge dette kapitel til at udforske naturvidenskabens curriculum da dette er gjort andetsteds (kapitel 1 og 2). Her fokuserer vi i stedet på læreres handlinger og disses implikationer for elever.

Naturvidenskabens værdier

Vi begynder ved at se på den brede vifte af værdier der kan fremlægges i en naturvidenskabelig sammenhæng, og hvordan de relaterer sig til nuværende syn på naturvidenskabens natur. Der er nogle aspekter af selve den terminologi der relaterer sig til naturvidenskabens natur, der er værd at udforske i denne tekst. Nott og Wellington (1993) har udviklet en udbytterig øvelse for lærere der fik dem til at overveje deres syn på naturvidenskabens natur. I denne øvelse skaber lærere en karakteristik eller profil af deres egne meninger ud fra stillingtagen til udsagn såsom "Der findes sådan noget som en sand videnskabelig teori" og "Menneskelige følelser spiller ingen rolle i dannelsen af videnskabelig viden". Efterfølgende kan lærerne sammenligne deres svarprofil med andres svar. Grundlaget for denne øvelse er en række mål som lærerne placerer sig selv i forhold til, i og med at de overvejer nogle af de begreber og ideer der er relevante med hensyn til naturvidenskabens natur og den naturfaglige undervisning (Figur 2).

Ved at læse disse udsagn kan en lærer overveje egen holdning til og forståelse af naturvidenskabens natur. Noget af terminologien er måske meget velkendt, mens andre aspekter kan være ukendte. Forskning i læreres forståelse af naturvidenskabens natur konkluderer at de fleste lærere har temmelig inkonsekvente og naive holdninger til naturvidenskabens natur (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). Selvom der ikke findes et korrekt syn på naturvidenskabens natur, er der bred enighed om at nogle synspunkter anses for at være mere valide end andre. For eksempel anerkender en moden forståelse af naturvidenskabens karakter at selvom noget videnskabelig viden er meget velfunderet, så er andet mere spekulativt.

Et næsten samtykkende syn på naturvidenskabens natur kan derfor udtrykkes således: Naturvidenskab er en kreativ, kooperativ og kulturbunden aktivitet hvori pålidelig viden skabes gennem forskellige, men stringente metoder – en viden der vel at mærke kan forandres alt afhængig af om flere beviser eller genfortolkninger af beviser indsamles. (McComes, 1998; Osborne et al., 2003).

Mere omstridt er det hvorvidt det som er accepteret som gyldig videnskabelig viden, varierer fra kultur til kultur. Helt grundlæggende varierer det hvad forskellige kulturer bruger deres videnskabelige indsats på. For eksempel foretog man relativt få undersøgelser af de eventuelle skadelige konsekvenser af genmodificerede afgrøder i forbindelse med den første forskning inden for genteknologi. Den gængse holdning hos de firmaer der var involverede i denne form for teknologi – at genmodificeret afgrøde ikke havde nogen skadelige virkninger – var derfor af ringe gyldighed idet

<p>Positivist Videnskab er den primære vej til sandheden. Naturlove og teorier som bygger på eksperimenter, er beskrivelser af forholdene der eksisterer i en virkelig, ekstern <i>objektiv</i> verden.</p>	<p>← →</p>	<p>Relativist Hvorvidt videnskabelige teorier er sande eller ej, bedømmes forskelligt af forskellige individer og forskellige kulturer, dvs. sandheden er relativ ikke absolut.</p>
<p>Induktion Videnskabsfolk generaliserer fra eksperimentelle iagttagelser til en universel naturlov ved at drage en slutning fra et partikulært forhold til generelle forhold. Videnskabelig viden bygges på induktionshypotesen med udgangspunkt i en serie nøje iagttagelser.</p>	<p>← →</p>	<p>Deduktion Videnskabelige hypoteser stammer fra empiriske data men er ikke en direkte følge af disse data. Man genererer en hypotese hvoraf man udleder empiriske konsekvenser som afprøves gennem observation. Konsekvensen er at alle observationer er teoriladede.</p>
<p>Ikke kontekst-bestemt Videnskabelig viden er uafhængig af dens kulturelle placering og sociologiske struktur.</p>	<p>← →</p>	<p>Kontekst-bestemt Der er en vekselvirkning mellem videnskabelig videns sandhed og processer og den kultur hvori videnskabsmændene lever og udfører deres arbejde.</p>
<p>Realist Videnskabelige teorier indeholder udsagn om en verden som eksisterer i tid og rum, og som er uafhængig af videnskabsfolks fortolkninger. Sande teorier beskriver objekter der eksisterer i virkelighed, uafhængige af videnskabsfolk, fx atomer.</p>	<p>← →</p>	<p>Instrumentalist Videnskabelige teorier er acceptable hvis de giver mulighed for korrekte forudsigelser. Teorier er redskaber vi kan bruge i det videnskabelige arbejde, men de fortæller intet om en objektiv virkelighed eller om deres egen sandhed.</p>
<p>Indhold er vigtigt Du mener at videnskab er karakteriseret af fakta og ideer. En essentiel del af naturfaglig undervisning er at eleverne tilegner sig og mestrer denne viden.</p>	<p>← →</p>	<p>Proces er vigtig Du betragter videnskab som et sæt identificerbare metoder og processer. At lære disse metoder og processer er en essentiel del i naturfagsundervisning.</p>

Figur 2. Dimensioner og terminologi i relation til naturvidenskabens natur (resume fra Nott & Wellington, 1993).

hypotesen “GM-afgrøde har ingen skadelige virkninger på miljøet” ikke havde været afprøvet. Det er dog værd at understrege at på denne måde *skabes* videnskabelig viden; den venter ikke blot på at blive opdaget på en uproblematisk facon.

Selvom det naturfaglige curriculum har en stærk indflydelse på hvad der bliver undervist i, og hvordan der bliver undervist, så har lærerens syn på naturvidenskabens natur samt betydningen af etiske aspekter også en indflydelse på hvordan samspillet i klasseværelset fungerer. Vi giver her et eksempel på en lærers anstrengelser for at fokusere på naturvidenskabens natur – i dette tilfælde en erfaren lærer, Judith (pseudonym), som deltog i et forskningsprojekt for at undersøge barrierer og muligheder i undervisning om “ideer om naturvidenskab” (Bartholomew et al., 2004).

Judith planlagde en time hvor målsætningen var at eleverne lærte at “videnskabsmænd ofte arbejder i samarbejde med hinanden og opstiller hypoteser og forudsigelser.” Hun gav eleverne en terning hvorpå der stod BAT, CAT, FAT, HAT og MAT på fem af siderne. De blev derefter bedt om at regne ud hvad der stod på den sidste (overdækkede) side. (Denne opgave er udviklet af Lederman og Abd-El-Khalick (1998) for at støtte undervisningen af videnskabelig kreativitet og mønstergenkendelse). Til at begynde med var eleverne forvirrede, men da de forstod at de skulle tænke og ræsonnere selv, gik de op i opgaven med voksende selvtillid, og hver gruppe fremlagde forudsigelser baseret på hvad der for dem var logiske begrundelser. Timen nåede sit højdepunkt da Judith spurgte hvad deres forudsigelser var:

Da de fremlægger deres tilbagemelding, beder Judith hver gruppe om at give deres svar og begrundelser – selvom de fleste af grupperne stadig diskuterer og ikke er nået til enighed. Nogle af grupperne der var begyndt at overveje mønstre i alfabetet, vender tilbage til deres oprindelige ide når de skal fremlægge for klassen. En elev forklarer at hun tror ordet er PAT, og gør rede for denne forklaring på basis af at B og C (bat og cat) findes ved siden af hinanden i alfabetet, F og H har et bogstav mellem dem (fat og hat), og M og P har 2 bogstaver mellem dem. Judith siger at dette er det korrekte svar, og forklarer igen at bat og cat står over for hinanden, og fat og hat står over for hinanden, og at der ikke er noget over for mat. (fra feltnotater)

Dette uddrag viser et afgørende forhold i den normale pædagogik hos den naturfaglige lærer. Der findes talrige lignende eksempler i forskningsprojektet, men her illustreres forholdet meget tydeligt. Eleverne blev opfordret til at gennemtænke deres begrundelse, men læreren og eleverne var alle domineret af behovet for at “finde det korrekte svar”. Judith bifaldt projektets formål, at undervise utvetydigt i “ideer om naturvidenskab” gennem evaluering af data, og viste selv en rimelig sofistikeret forståelse for naturvidenskabens natur. Til trods for dette viser hendes handlinger hvor stort hendes behov for at finde frem til ufravigelig videnskabelig viden var. Et behov som måske stammer fra vanetænkning i Judiths undervisningsmetoder eller fra Judiths værdigrundlag.

Denne naturfagstime ville have givet eleverne et meget anderledes budskab om naturvidenskabens natur hvis der havde været plads til følgende i deres tilbagemelding:

- at elever kunne udvikle deres egne ideer og udfordre hinandens ideer
- at der muligvis kunne være mere end ét korrekt svar
- en meget større anerkendelse af måderne hvorpå teorier er skabt, afprøvet, afvist og redefineret.

Etiske aspekter af naturvidenskab

Videnskab kan fortælle os hvad vi kan gøre, og etik som disciplin hjælper os til at bestemme hvad vi bør gøre. På samme måde som lærere kan have forskellige synspunkter med hensyn til naturvidenskabens natur, kan de også have forskellige holdninger til om man bør inddrage sociale og etiske aspekter af naturvidenskab i det naturfaglige curriculum (Reiss, 1999). Ligeegyldigt hvilken holdning man har, er det at snyde eleverne for en forståelse af problemstillingerne i moderne naturvidenskab hvis man ignorerer de etiske dimensioner af udviklingen og anvendelsen af videnskab.

Der er både etiske spørgsmål involveret i *udførelsen* af naturvidenskab og i overvejelserne af *konsekvenserne* af videnskabelige fremskridt. Det betyder for eksempel at eleverne i "Key Stage 3" (11-14 år) og "Key Stage 4" (14-16 år) udvikler vaner som kompetente videnskabsmænd når de sikrer at de data som de indsamler, er præcise og upartiske; når de objektivt melder resultater tilbage der modsiger hvad de forventede at finde, og når de forsøger at være åbne for nye ideer, for eksempel ved at overveje alternative forklaringer for deres opdagelser. Således udvikler disse elever arbejdsrutiner som hjælper til at sikre at videnskabelig viden er pålidelig.

Mange fremskridt inden for naturvidenskaben skaber etiske spørgsmål. For eksempel ser man i stigende grad at etiske spørgsmål inden for genetik optræder som en del af det naturfaglige curriculum. Men hvordan kan etiske spørgsmål tages op af naturfaglærere der har lidt eller ingen uddannelse i etik? En løsning kunne være at gemme disse spørgsmål til undervisningen i religion, samfundsfag og sundhed. Men selvom denne løsning kunne afværge nogle problemer, bør man være opmærksom på det budskab man herved risikerer at sende vedrørende naturfagsundervisningen i skolen/gymnasiet: Understreger man herved at naturfagsundervisning er distanceret og irrelevant i forhold til hverdagen?

Mangel på diskussion af sociovidenskabelige problemstillinger i naturfagsundervisningen kunne resultere i at elever ignorerer de videnskabelige beviser bag en problemstilling, og at de ser naturvidenskab som en steril stræben efter noget der er helt separat fra moderne, samfundsmæssige problemer. Mange samfundsmæssige problemer og spørgsmål opstår netop på grund af fremskridt inden for videnskabelig viden. Hvis eleverne selv fik lov til at bestemme indholdet af det naturfaglige cur-

riculum, ville samfundsmæssige og etiske spørgsmål helt sikkert være inkluderet da disse spørgsmål opfattes som vigtige for deres fremtid og er meget motiverende (Cerini et al., 2003; Haste, 2004).

Derimod kan drøftelse af sociovidenskabelige problemstillinger skabe problemer for læreren. Fra en 1-årig undersøgelse af klasserumsdiskussioner om sociovidenskabelige problemstillinger beskriver vi i det følgende én bestemt diskussion der viser de dilemmaer som lærere kan blive udsat for (Ratcliffe & Grace, 2003).

Undervisningstimen handlede om hvilket materiale man ville bruge til at erstatte vinduesrammer – dette kunne gøres ved blot at se på fordele og ulemper ved egenskaberne for de forskellige materialer: fyrretræ, aluminium, hårde træsorter og uPVC. Men læreren, inspireret af de grundlæggende problemstillinger for kurset og rammen for beslutningsprocessen som kursusmaterialet indeholdt, opfordrede eleverne til at uddybe deres meninger om emnet. Det følgende eksempel er fra lærerens resumé ved slutningen af timen (igen er pseudonymer brugt):

- Liam: “Ja, vi synes at vi ville vælge uPVC fordi det er kvalitet, og hvis man køber fyrretræet, så skal man vedligeholde det. Det ville koste mere, og du ville sandsynligvis komme til at betale li’ så meget som du skulle betale for uPVC’et alligevel – så ku’ du li’ så godt købe det.”
- Lærer: “Påvirkede de miljømæssige følger jeres beslutning?”
- Mike: “En lille smule.”
- Keith: “Jah, en lille smule, (meget stille) bare lidt.”
- Lærer: “Så det hjalp jer til at fravælge de hårde træsorter?”
- Keith: “Øh, ja, men vi synes stadig ikke at det at fælde et træ til vores soveværelsesvindue gør den store forskel.”
- Lærer: “Okay, er I alle enige i det?”
- Liam: “Jah.”

Her vælger læreren at slutte samtalen. Denne udveksling viser, måske ikke så overraskende, at disse 15-årige drenge er ganske egocentriske. Det illustrerer også det dilemma som naturfagslærere kan opleve. Burde denne lærer insistere på at diskutere de miljømæssige konsekvenser der opstår fra forbrugervalg? Burde han forsøge at påtvinge sine egne meninger? Burde han spille “djævlens advokat” eller neutral ordfører? Burde han have brugt tid på at forklare de individuelle og samfundsmæssige værdier der spiller ind i sådan en beslutningsproces?

Man kunne forestille sig at en samfundsfagslærer ville undre sig over hvad alt dette ståhej skal til for. Samfundsfaglig undervisning trives ved diskussioner, udveksling af ideer og fortolkning af bevismaterialer hvor afklaring af værdier spiller en stor rolle. Og her ligger paradokset: Selvom naturvidenskab er et bevisbaseret fagområde som

på forskningsfronten er fuld af kontroverser om konkurrerende teorier og modeller, så er mange elever i naturfagstimerne ikke normalt involveret i diskussion af hverken videnskabelige kontroverser eller socialvidenskabelige problemstillinger. Dette skyldes formentlig at skolernes naturfagsundervisning i lang tid har været opfattet som en samling af accepteret viden – hvilket det meste selvfølgelig er – men tilmed en samling af accepteret viden som skulle læres udenad til eksamener; man har ikke skullet argumentere for belæggene for denne viden. Hvis man ser sin rolle som kun omfattende at hjælpe elever med at forstå hvordan den naturlige verden fungerer, at mestre forklaringer af videnskabelige begreber der ofte er kontraintuitive, så har man muligvis ikke lyst til at deltage i værdiladede diskussioner. Sådanne lærere er forståeligt nok ofte mindre selvsikre og dygtige til at takle uenighed i naturfagstimerne.

Hvad kan hjælpe de naturfaglige lærere i de dilemmaer som de kan komme til at stå i med hensyn til socialvidenskabelige diskussioner i klasseværelset? Hvad findes der som kan støtte dem i deres rolle? *Crick-rapporten* (Advisory Group on Citizenship, 1998, s. 59) finder tre generelle tilgange som lærere vælger når de takler kontroversielle spørgsmål: “den neutrale ordstyrer”, “den ligevægtige” og “det bindende tilsagn”.

- I rollen som “neutral ordstyrer” fungerer læreren som guide og hjælper elever til at uddybe spørgsmålene og udtrykke deres meninger fuldt ud. Lærere erklærer ikke deres egne meninger som “neutrale ordstyrere”. Grundlaget for denne proceduremæssige neutralitet kommer fra en tro på betydningen af det dannelsesmæssige potentiale i rationelle slutninger, viljen til at lytte til andres synspunkter, vedligeholdelsen af lærerens autoritet i at styre proceduren uden at læreren betragtes som ekspert i værdispørgsmål, samt at indoktrinering eller uovervejede beslutninger undgås (Ruddock, 1986, s. 11).
- Under anvendelse af “den ligevægtige” tilgang sikrer læreren sig at alle forskellige aspekter og synspunkter bliver gennemgået. Her afholder læreren sig fra diskussioner der kun sætter fokus på et bestemt synspunkt; læreren agerer som djævlens advokat om nødvendigt for at fremføre et modargument i en ensidig diskussion.
- Under anvendelse af tilgangen “det bindende tilsagn” erklærer læreren sine egne meninger fra starten og opfordrer eleverne til at være enige eller uenige baseret på deres eget ræsonnement.

Hvert af disse perspektiver indeholder fordele og ulemper. “Det bindende tilsagn” lader elever genkende lærere som autentiske væsener med deres egne syn på verden, selvom dette “medfører den risiko at de lærere der bruger denne metode, kan blive anklaget for partiskhed og for at indoktrinere dem de underviser” (Advisory Group on Citizenship, 1998, s. 59). At lærere i realiteten har deres egne meninger, ignoreres i “den neutrale ordstyrer” og i “den ligevægtige” tilgang. Disse tilgange har til gengæld

den fordel at de fremmer åben diskussion. Opfordringen til de mange forskellige meninger der ligger i disse to tilgange, kan dog forhindre elever i at udvikle kritiske evner til bedømmelse af kvaliteten og validiteten af forskellige løsninger. Læreren i citatet ovenfor blander til en vis grad elementer fra de tre perspektiver i en "sund fornuft"-tilgang – en holdning der er fremmet af *Crick-rapporten* for at aflive frygt for indoktrinering og ufølsomhed.

Lige meget hvilken tilgang man vælger, kan meget udrettes ved at lærere opfordrer eleverne til at overveje baggrunden for deres etiske synspunkter. Et helt enkelt men effektivt udgangspunkt kan være blot det at spørge: "Og hvorfor synes du det?" Man kan også opfordre eleverne til at overveje konsekvenserne af deres synspunkter for andre såvel som for dem selv. Og husk at "andre" ikke kun betyder "andre mennesker"; det kan også betyde andre dyr og selv miljøet.

Konklusion

Naturvidenskab er ikke en værdifri foreteelse. Konsekvenserne af videnskabens praksis og resultater hører til i naturfagsundervisningen. Diskussionen af disse aspekter er påvirket af de værdier læreren har: Hvordan opfatter han/hun naturvidenskabens natur og det naturfaglige curriculum? Hvilke bedømmelseskriterier ligger til grund for hans/hendes handlinger? Den nuværende nationale læseplan for naturfagene opfordrer til overvejelse af sociale og etiske aspekter af naturvidenskab. Lærere burde føle sig i stand til at møde en diskussion af socialvidenskabelige spørgsmål og forsøge at få støtte og vejledning til undervisning og læringsstrategier.

Referencer

- Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. (2000). Improving science teachers' conceptions of the nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22, s. 665-702.
- Advisory Group on Citizenship (1998). *Education for Citizenship and the Teaching of Democracy in Schools: Final report*. London: The Stationery Office.
- Bartholomew, H., Osborne, J. & Ratcliffe, M. (2004). Teaching students "ideas-about-science": five dimensions of effective practice. *Science Education*, 88, s. 655-682.
- Cerini, B., Murray, I. & Reiss, M. (2003). *Student Review of the Science Curriculum: Major findings*. London: Planet Science. (www.planet-science.com/sciteach/review/Findings.pdf, lokaliseret den 24. maj 2005).
- Halstead, J.M. (1996). Liberal values and liberal education. I: J.M. Halstead & M.J. Taylor (red.), *Values in Education and Education in Values* (s. 17-32). Lewes: Falmer Press.
- Haste, H. (2004). *Science in my Future: A study of values and beliefs in relation to science and technology amongst 11-21 year olds*. London: Nestlé Social Research Programme.

- Layton, D. (1986). Revaluing science education. I: P. Tomlinson & M. Quinton (red.), *Values Across the Curriculum* (s. 158-178). London: Falmer Press.
- Lederman, N. & Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: activities that promote understandings of the nature of science. I: W.F. McComas (red.), *The Nature of Science in Science Education* (s. 83-126). Dordrecht: Kluwer.
- Levinson, R. & Turner, S. (2001). *Valuable Lessons: Engaging with the social context of science in schools*. London: The Wellcome Trust.
- McComas, W.F. & Olson, J.K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. I: W.F. McComas (red.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (s. 41-52). Dordrecht: Kluwer.
- Nott, M. & Wellington, J. (1993). Your nature of science profile: an activity for science teachers. *School Science Review*, 75(270), s. 109-112.
- Osborne, J., Ratcliffe, M., Collins, S., Millar, R. & Duschl, R. (2003). What "ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, s. 692-720.
- Powney, J. (1996). *The Complexity of Researching Values: Observations no. 8*. Glasgow: Scottish Council for Research in Education (www.scre.ac.uk/tpr/observations/obs8/obs8powney.html, lokaliseret den 9. juli 2005).
- Ratcliffe, M. & Grace, M. (2003). *Science Education for Citizenship: Teaching socio-scientific issues*. Maidenhead: Open University Press.
- Reiss, M.J. (1999). Teaching ethics in science. *Studies in Science Education*, 34, s. 115-140.
- Rudduck, J. (1986). A strategy for handling controversial issues in the secondary school. I: J. Wellington (red.), *Controversial Issues in the Curriculum* (s. 6-18). Oxford: Basil Blackwell.
- Wood-Robinson, V. (red.) (2006). *The ASE guide to Secondary Science*. Association for Science Education.