

NA-SPEKTRUM

STUDIER AV NATURVETENSKAPEN I SKOLAN

Nr 29

VAD HÄNDER I NO-UNDERVISNINGEN?

En kunskapsöversikt om undervisningen
i naturorienterande ämnen i svensk grundskola 1992–2008

Christina Kärrqvist och Birgitta Frändberg

Göteborgs universitet
Institutionen för didaktik och pedagogisk profession, IDPP

Red: Björn Andersson ISSN 1102-5492



INTRODUKTION

År 2008 gav Skolverket ut en kunskapsöversikt angående undervisningen i grundskolans naturorienterande ämnen under perioden 1992–2008. Arbetet genomfördes av Christina Kärrqvist, professor emerita i ämnesdidaktik, och Birgitta Frändberg, universitetsadjunkt och doktorand i ämnesdidaktik, båda vid Göteborgs universitet.

För att öka spridningen och tillgängligheten av detta viktiga arbete ges det också ut som en rapport i skriftserien NA-SPEKTRUM, som har sin hemvist vid Institutionen för didaktik och pedagogisk profession, Göteborgs universitet. Detta sker i samförstånd med Skolverket.

En förteckning över samtliga nummer i serien NA-SPEKTRUM finns i slutet på denna rapport.

Göteborg i juli 2010

Björn Andersson

Red.

Förord

Den här kunskapsöversikten över hur NO-undervisningen genomförs i grundskolan i Sverige har tagits fram som ett underlag dels för att bättre kunna förstå och tolka resultaten från internationella undersökningar som TIMSS och PISA, dels för diskussionen om NO-undervisningens förutsättningar, innehåll och resultat. I TIMSS undersöks elever i årskurs 4 och 8 med avseende på kunskaper i naturvetenskapliga ämnen. I PISA undersöks 15-åriga elevers förmåga att förstå, tolka och diskutera naturvetenskapliga frågeställningar. I TIMSS undersöks dessutom matematik och i PISA matematik och läsförståelse.

Kunskapsöversikten syftar till att redogöra för vad forskningen visar om hur undervisningen i NO ser ut, vad som händer i klassrummet, hur läroboken används och hur undervisningsexperiment kan användas. Dessutom redovisas NO-undervisningen ur både ett lärar- och elevperspektiv. Den inventering av forskning som gjorts i översikten visar att de studier som finns främst är mindre, kvalitativa studier fokuserade på de högre åldrarna i grundskolan.

Kunskapsöversikten har skrivits av Christina Kärrqvist och Birgitta Frändberg, båda vid Göteborgs universitet, som arbetat som forskare inom TIMSS-projektet. Synpunkter har lämnats av Skolverkets referensgrupp: Maria Andréé, Stockholms universitet, K-G Karlsson, Mittuniversitetet, Britt Lindahl, Högskolan i Kristianstad samt Helge Strömdahl, Linköpings universitet. Synpunkter på rapporten har också lämnats av flera personer verksamma vid Göteborgs universitet och från personer vid Skolverket. Det är dock författarna som ansvarar för rapportens innehåll och de uppfattningar som uttrycks.

Stockholm i december 2008

Per Thullberg
Generaldirektör

Camilla Thinsz Fjellström/Tomas Matti
Projektledare

Innehåll

1. Inledning	8
Översiktens syfte	8
Fokus och avgränsningar	8
Generaliseringar	9
Forskningsområdet	10
Vetenskapliga tidskrifter	10
Internationella forskningskonferenser	10
Forskningshandböcker	11
Litteratursökning	11
Disposition	11
2. NO-undervisning i ett tidsperspektiv	14
Från ”Gud och fosterlandet” till ”vetenskaplig rationalism”	14
Folkskolan 1842–	14
Från kyrka till stat 1900–	15
Folkhemmet 1950–	15
Vetenskaplig rationalism	16
Demokratifostran – tron på den upplysta människan	18
Läroböcker	19
Demokrati – den etiska dimensionen förs in	20
Etik	20
Sammanfattning	22
3. NO-undervisningen i klassrummet	26
Undervisningens betydelse för vad elever får för möjligheter att lära	26
Med fokus på färdigheter	27
Med fokus på begreppsförståelse	30
Med fokus på antagande om induktivt lärande	31
Med fokus på rätta svar	34
Med fokus på utvecklandet av elevernas praktiska epistemologi	35
Relationen vardagserfarenheter – NO-undervisning – naturvetenskap	36
Hur lärare använder sig av elevernas erfarenheter	37
Relationen mellan NO-undervisningens organisation – elevernas kunskaper	43
Undervisningen organiseras ämnesspecifikt respektive integrerat	43
Undervisningen organiseras kring problemlösning i grupp	43
Undervisningen organiseras kring Internet	45
Undervisningen kan organiseras som lek	46
Social identitet och möjligheter att lära sig naturvetenskap	47
Elevers texter och NO-undervisningen	49
Sammanfattning	51
4. Läroboksperspektiv	54
Miljö- och medborgarfostran	55
Genus, jämställdhet och mångfald	57
Begreppsförståelse	59
Abstraktion	60
Sammanfattning	60
5. NO-undervisning ur lärarperspektiv	64
Undervisningsmönster och arbetssätt	64
Mål för lärares NO-undervisning	68
Test av elevernas förkunskaper	70
Lärares eget kunnande i och om NO	70
Skolans organisation och lärares NO-undervisning	71
Betydelsen av lärares utbildning och erfarenhet för deras NO-undervisning	72
Lärares miljöundervisning	73
Sammanfattning	75
6. NO-undervisning ur elevperspektiv	78
Om undervisningen	78
Attityder	79
Sammanfattning	81

Inledning

7. Undervisningsexperiment	84
Elever kan utveckla förståelse för abstrakta naturvetenskapliga begrepp...	84
Lärares kompetens och elevers lärande	86
Riktade undervisningsinsatser och elevers lärande	89
Elevernas möjligheter att lära sig med hjälp av artefakter	93
Sammanfattning	94
8. Sammanfattning	98
Några forskningsresultat i ett internationellt perspektiv.....	98
Några frågor som intresserat forskningen	99
Undervisningspraktikens organisation – lärarens kontroll i klassrummet	99
Undervisningspraktikens innehåll – elevers möjligheter att utveckla begreppsförståelse	102
NO-undervisningens vardagsanknytning	104
Några frågor som intresserat forskningen mindre	107
NO-undervisningen för de lägre åldrarna	107
NO-undervisning och social identitet	108
Den affektiva sidan av lärande i naturvetenskap	109
Lärande och undervisning i geovetenskap	111
Avslutningsvis	113
Referenser	116
Bilaga	126
I översikten ingående undersökningar av svensk NO-undervisning	126

1. Inledning

Översiktens syfte

Syftet med föreliggande kunskapsöversikt är att ge ett underlag för att bättre kunna förstå och tolka resultaten från internationella undersökningar. Ett värde ligger i att forskningsöversikten ger möjligheter att förstå svenska resultat i t ex TIMSS, men det handlar också om hur resultaten kan relateras till användning i undervisningssammanhang.

Sverige har sedan 1970-talet deltagit i åtta stora internationella undersökningar för att utvärdera och jämföra elevers kunskaper i naturvetenskap. Sverige deltog år 2000, 2003 och 2006 med femtonåringar i PISA (Programme for International Student Assessment organiserat av OECD) och år 1995, 2003 och 2007 i TIMSS (Trends in Mathematics and Science Study organiserat av IEA, International association for the Evaluation of Educational Achievement) med elever främst i årskurs 8. Elever i årskurs 4 i Sverige var med för första gången år 2007. Sverige har även sedan år 1992 genomfört en rad nationella utvärderingar (NU) av elevers kunskaper i naturvetenskap; 1992, 1995, 1998 och 2003 i årskurs 9, samt 1998 och 2003 i årskurs 5. Upprepade undersökningar under de senaste åren gör det möjligt att studera trender över tid.

De resultat som föreliggande kunskapsöversikt kommer att redovisa är till allra största delen kvalitativa och bygger på små underlag. De stora kvantitativa studiernas resultat kan förhoppningsvis ses i ljuset av de kvalitativa och göra dem möjliga att tematisera och problematisera.

Fokus och avgränsningar

Översikten fokuserar forskning om NO-undervisning i svensk grundskola, årskurs 1–9 under de senaste 15 åren, 1992–2008. Tidsperioden sammanfaller med den, där stora nationella och internationella utvärderingar genomfördes om NO-undervisning i svensk skola. Forskningsresultat har sökts främst i doktors- och licentiatavhandlingar samt i konferensrapporter och artiklar i internationella tidskrifter. Vi har valt att inte ta med studier om lärarstudenters undervisning eller deras perspektiv. De går fortfarande en

utbildning och är ännu inte inne i skolans undervisningspraktik. Vi tar inte heller upp strukturella faktorer som t ex skolans resursfördelning. Elevers begreppsförståelse finns redovisade på annat håll i flera särskilda rapporter. Det vi vet om NO-undervisningen utifrån elevers och lärares uttalanden finns dock med i översikten. Relevanta resultat om elevers attityder från de stora internationella studierna redovisas till viss del, men vi hänvisar också här till de separata rapporter som finns.

Vad vet vi om NO-undervisning i svensk grundskola? Hur arbetar lärare i NO för att utveckla elevernas NO-kunskaper? Vi försöker identifiera vad forskningen hittills har handlat om, vilka områden som utforskats, vilka resultat som redovisats och hur samstämmiga resultaten är. Vi redovisar de undervisningsexperiment som gjorts där resultaten av riktade undervisningsinsatser undersökts. Vi är också intresserade av att söka identifiera vilka områden vi saknar kunskap om.

Den redovisade forskningen i rapporten sätts in i ett större sammanhang genom att vi närmar oss den utifrån ett historiskt perspektiv och senare anknyter till internationell forskning.

Generaliseringar

Något måste sägas om generaliserbarheten i de ofta kvalitativa resultat vi redovisar. I bilaga 1 finns en sammanställning av de undersökningar som ligger till grund för kunskapsöversikten. Där framgår vilket och hur stort urval som varje studie bygger på och där kan läsaren själv få en indikation på hur generaliserbara resultaten kan vara. De forskningsresultat som denna rapport redovisar bygger ofta på små underlag. Om många resultat pekar åt samma håll skulle detta kunna innebära att en läsare uppmärksammas på vissa kvaliteter, får benämningar på vissa företeelser och konstruerar nya begrepp med vilka det är möjligt att gå vidare till en ny situation och se den i ett nytt ljus.

”... the merit of single events lies not in the extent to which it can be generalised, but in the extent to which a teacher reading it can relate it to his own teaching.”

(Bassey, 1981)

Forskningsområdet

Vetenskapliga tidskrifter

Forskning om undervisning och lärande i naturorienterade ämnen återfinns internationellt inom området Science Education, som är ett starkt och livligt forskningsområde. Ett mått på det är antalet vetenskapliga tidskrifter som publiceras i området. Den första tidskrift som kom ut var Science Education (1916) och den är fortfarande en av de mest ansedda tidskrifterna i ämnet. Nästa tidskrift som startade var Journal of Research in Science Teaching (1963). Därefter kom Studies in Science Education (1972) och European Journal of Science Education (1979), sedan 1987 kallad International Journal of Science Education. Samtliga dessa tidskrifter lever och hör till de mest välkända. Under 1980-talet såg ett dussintal tidskrifter dags ljus och sedan har antalet ständigt ökat. Ett nordiskt initiativ togs nyligen med tidskriften Nordina (2005), där även artiklar på svenska publiceras.

Internationella forskningskonferenser

Ett annat mått på områdets livaktighet är de internationella konferenser, som lockar deltagare från många länder och som nästan alltid följs av konferensrapporter. Till exempel har nordiska forskarkonferenser i naturvetenskapernas didaktik hållits vart tredje år sedan 1984, där värdskapet alternerat mellan de olika nordiska länderna. Den nionde konferensen anordnades sommaren 2008 av Island (se <http://symposium9.khi.is/>). ESERA (European Science Education Research Association) är den största europeiska organisationen. Vartannat år anordnas en konferens. Den senaste hölls i Malmö år 2007 (se <http://www.naturfagsenteret.no/esera/conference.html>). ERIDOB (European Researchers in Didactics of Biology) samlar vartannat år forskare i biologididaktik till en konferens. Den senaste hölls 2008 (se <http://www.science.uu.nl/eridob/>). Vartannat år anordnas dessutom en sommarskola, där doktorander med sina handledare deltar, i syfte att i grupp och med varandras handledare diskutera de pågående avhandlingsarbetena. I ESERA:s sommarskola deltog t ex år 2006 ett 60-tal forskarstuderande från hela Europa, drygt 20 från Tyskland och nio från Sverige. Det stora svenska inslaget visar tydligt på att Sverige hör till de länder som satsar förhållande-

vis mycket på doktorander i området. Allt fler avhandlingar som behandlar svensk NO-undervisning väntas därför bli färdiga under de närmaste åren.

Forskningshandböcker

Forskningshandböcker ges regelbundet ut i området. De innehåller internationella översikter över för tiden livaktiga forskningsområden inom Science Education och är skrivna av de främsta företrädarna för varje forskningsområde. Den senaste forskningsöversikten ges i Handbook of Research on Science Education (2007). Den forskning som bedrivits om NO-undervisningen i Sverige och som denna kunskapsöversikt behandlar har därför en möjlig jämförelsegrund i den stora kunskapsbas som finns redovisad om NO-undervisning i andra länder.

Litteratursökning

Litteratursökningar har gjorts i databaserna Libris (www.libris.kb.se), Diva (www.diva-portal.org), Eric (Education Resources Information Center, www.eric.ed.gov/), Teacher reference center (Ebsco publishing), Google Scholar (scholar.google.com/), Bibliography – STCSE, (Students' and Teachers' Conceptions and Science Education, www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html).

Publikationer från Skolverket och rapporter från de stora internationella undersökningarna har använts.

Sökord har varit *naturvetenskaplig undervisning*, *NO-undervisning*, *fysikundervisning*, *kemiundervisning*, *biologiundervisning*, *Science education kombinerat med swed** samt *undervis**, *forskning** kombinerat med endera *NO**, *naturvetenskap**, *fysik**, *kemi** eller *biologi**.

Disposition

I kapitel 2 ges en historisk överblick över hur NO-undervisningen och synen på den förändrats över tid genom en jämförelse och analys av läroplaner. Kapitel 3 ger ett utifrånsperspektiv om vad som händer i klassrummet inom NO-undervisningen. Kapitel 4 lägger fokus på läroboken och dess användning. I kapitel 5 beskrivs NO-undervisningen ur ett lärarperspektiv, medan kapitel 6 betraktar den ur ett elevperspektiv. Kapitel 7 handlar om undervisningsexperiment. I kapitel 8 sammanfattas de svenska forskningsresultaten och sätts in i ett internationellt sammanhang.

NO-undervisning i ett tidsperspektiv

2. NO-undervisning i ett tidsperspektiv

Detta kapitel avser att ge en historisk tillbakablick över hur NO-undervisningen vuxit fram och förändrats i svensk skola sett ur ett läroplansperspektiv. Mycket i följande kapitel hämtats ur Hultén (2008). Läroplanerna från år 1962, 1969, 1980 och 2004 har studerats, liksom kursplaner år 2000. Syftet med kapitlet är att beskriva hur målen för NO-undervisningen förändrats genom läroplanerna. För att göra beskrivningen från de olika tidsperioderna nedan mer fyllig ges glimtar från enstaka metodböcker och läroböcker.

Från ”Gud och fosterlandet” till ”vetenskaplig rationalism”

Folkskolan 1842–

Genast vid starten av folkskolan (1842 års folkskolestadga) kom ”naturlära” in som ämne, men undervisades inte alltid. Läro- och läseböcker spretade i början till både omfattning och innehåll men kom under senare delen av 1800-talet att bli alltmer enhetliga, vilket kan bero på de läromedelsgranskningar som gjordes under 1880-talet. Från början användes läroböcker skrivna av universitets- och läroverkslärare, ofta direkta översättningar från tyska. Så småningom började läroböckerna i ”naturlära” och senare i ”naturkunnighet” skrivas av folkskollärare.

Hultén beskriver att syftet med undervisningen i slutet av 1800-talet var att eleverna skulle lära sig uppskatta naturen, lära sig nyttja den och skärpa sin iakttagelseförmåga. Undervisningen skulle ”öppna deras öga för guds uppenbarelse i naturen i dess ändamålsenlighet, styrelse m m, på det att de måtte lockas att vörda och älska honom och att vårda om hans verk, så att de icke utan giltigt ändamål skada något bland dem” (ur en metodbok från 1888 i Hultén, 2008, s 61).

Åskådningssidealet var viktigt vid slutet av 1800-talet. Det innebar att beskriva och avbilda föremål, men också att visa autentiska föremål. Det kunde innebära att man t ex studerade uppstoppade djur och planscher. Man skulle alltså inte bara läsa andras betraktelser över naturen utan skulle också själv direkt betrakta den. Innehållet kom så småningom att handla om alltför vetenskapliga begrepp på bekostnad av för vardagslivet praktisk kunskap. Innehållsförteckningen i en lärobok från år 1890 tar bl a upp människan, djuren,

växterna, jordytan och dess förändringar, värme och ljus, ljud, elektricitet och magnetism, rörelse och jämvikt, tingens beståndsdelar och himlakropparna.

Från kyrka till stat 1900–

I början av 1900-talet förändrades NO-undervisningen. Folkskolan överfördes från kyrka till stat och fick en medborgerlig karaktär. Naturlandskapet sattes i fokus och så småningom växte nya nationella ideal fram, där man tänkte sig en ”naturkunnighet” i nationens tjänst. Nationallandskapet blev nu satt i centrum. Via naturen lärde man känna en nationell samhörighet. Gud som rättesnöre ersattes av nationen, där naturen blev nationellt präglad. Naturen kom att kopplas till geografin i en gemensam kursplan år 1918 och detta förstärkte nämnda förändring, att det nationella kom att präglade ämnets innehåll. Eleverna läste om de svenska järnbruken, om de svenska uppfinningarna och deras betydelse, men med en ram där både ett lokalt, nationellt och internationellt perspektiv bildade bakgrund.

Den sexåriga obligatoriska folkskolan blev under 1900-talet mer och mer ett verktyg för staten att forma samhällets framtida medborgare, och år 1936 blev den sjuårig. Idealet försköts från att utbilda för en nationell medvetenhet till att utbilda för livet i ett rationellt och modernt välfärdssamhälle. Ordet ”kemi” började dyka upp som rubrik på avsnitt om råämnen och industri. Presentationen av organismer strukturerades om från principen med systematisk indelning till principen med naturliga livssamhällen. Arbetsättet förändrades till att betona elevernas aktivitet. I stället för att läraren skulle utföra demonstrationer skulle eleverna experimentera själva. I undervisningen fick eleverna arbeta alltmer med arbetsuppgifter, med syfte att väcka dem till eftertanke och förebygga så kallad utantilläsning. Termen ”själverksamhet” blev ett nyckelbegrepp. Att betrakta naturen själv genom att gå ut på exkursioner betonades framför att studera uppstoppade djur och planscher.

Folkhemmet 1950–

Folkhemsidealet fick sitt genomslag i mitten på 1900-talet. Teknikoptimismen var stor och naturvetenskapen fick sitt genombrott som viktig i samhället. År 1955 blev naturkunskap ett eget ämne, med fysik och kemi och biologi med hälsolära som särskilda innehållsliga områden. Teknikens ställning blev starkare även om den ingick i fysik och kemikursplanerna. Naturvård

skrevs fram som ett särskilt undervisningsmoment i 1955 års undervisningsplan. Områden som låg eleverna nära, som hem, fritid och sexualliv skulle behandlas i ämnet biologi med hälsolära. Detta ämne kom att bli mycket innehållsrikt och stort. I linje med folkhemmets ideal ingick mycket om trädgårdsskötsel i biologi med hälsolära.

Ett område handlade om hem, barn och kök. Där behandlades växter i hem, trädgård och jordbruk och dess skötsel, betydelsen av hygien, att hålla hemmet rent och hur detta bäst gjordes. Undervisningen handlade vidare om kostråd, om alkoholens och tobakens inverkan på kroppen. Sverige blev först i världen med att införa obligatorisk sexualundervisning (1955). Hemmet behandlades även i kemi- och fysikundervisningen, där det kunde handla om tvål- och fläckborttagning och elsäkerhet. Biologi med hälsolära behandlade människokroppens organ, och när man studerade t ex örats uppbyggnad och funktion lärde man också vad som kunde skada hörseln. Ärftlighetslära infördes i biologi med hälsolära och den kopplades till att även miljön i form av levnadssätt påverkar människans egenskaper.

Eleverna fick arbeta mycket med arbetsuppgifter. En arbetsuppgift kunde vara praktisk och t ex handla om att tillverka en elektromagnet. Den kunde också vara rent teoretisk. Räkneuppgifter förekom. De praktiska arbetsuppgifterna kunde utföras hemma och till dessa behövdes enkelt material. Försök i skolan krävde särskilt framtagna apparater för elevförsök. I mitten av 1900-talet ökade tillgång på materiel i skolan och elevexperiment blev allt vanligare och fler i folkskolan, först i fysikundervisningen men senare även i kemi- och biologiundervisningen.

Vetenskaplig rationalism

En nioårig grundskola infördes år 1962. "Naturorienteringen" på högstadiet kom att inriktas mot att fostra blivande vetenskapsmän och ingenjörer. Det märktes i läromedel som huvudsakligen skrevs av samma författare som skrivit realskolans läromedel. Men grundskolans NO-undervisning skulle ju också inriktas mot att ge en medborgarutbildning. Hur dessa två syften skulle kunna förenas verkade inte framstå som något problem då.

Undervisning i naturvård (vårda naturtillgångar, umgås med naturen, känsla för skönhet, naturens form och artrikedom, allemansrätt) infördes som huvudmoment. Biologi lästes av alla i årskurs 7 och 9, kemi endast i års-

kurs 8 och fysik i årskurs 7 och 8. I alla NO-ämnena betonades exkursioner, där eleverna kom i kontakt med naturen själv; experiment och undersökande arbetssätt, där eleverna gjorde iakttagelser och drog slutsatser; laborationer, som ofta skedde i halvklass. Undervisningen skulle bygga på elevernas egna erfarenheter och de skulle öva sig i att självständigt skaffa sig kunskaper. Experiment var alltså centrala och det gällde för eleverna att själva få upptäcka (induktivt) de aktuella företeelserna och deras samband (Lgr 62).

Naturkunskap fick en svagare ställning på mellanstadiet än den tidigare haft. Detta syntes i antal timmar i läroplanen men också i läromedel och undervisning där den ofta integrerades med de samhällsorienterande ämnena och kallades orienteringsämnen. Huvudmoment var olika naturtypers karaktäristiska växter och djur, växternas byggnad, djurens anpassning till skilda levnadssätt, fortlöpande naturiakttagelser och naturvård och naturskydd. Man undervisade om människokroppen och om hälsoregler samt hade sexualundervisning. Till arbetssättet hörde exkursioner, enkla undersökningar och försök. Undervisningen om fysikaliska och kemiska företeelser skulle också här i största utsträckning bygga på elevernas iakttagelser i samband med undersökningar och enkla försök, utförda av dem själva (Lgr 62).

Englund (1986) talar om tre olika utbildningsbegrepp relaterade till medborgarutbildning i svensk skola. De har använts av olika forskare (Löfdahl, 1987; Östman, 1995; Hultén, 2008) och benämnts lite olika. Men kort kan sägas, att de handlar om att svensk skola i olika tider haft olika infallsvinklar, sättet att resonera, frågeställningar, dvs olika diskurser: *den patriarkaliska*, *den vetenskapligt rationella* och *den demokratiska*. Den *patriarkaliska diskursen* (Gud och fosterlandet) fanns enligt Englund före 1962 års läroplan. Allmän medborgerlig bildning då bestod i att meddela kunskaper och färdigheter men också sedlig uppfostran. Denna innebar gudfruktighet, flit, laglydighet och fosterlandskänsla, men också arbetsamhet, sparsamhet, ordning, pliktuppfyllelse och medborgaranda. Eleven skulle inte ifrågasätta auktoriteterna – Gud och fosterlandet, utan lyda lärarna. Eleven skulle inte söka konflikt med kamraterna utan leva i fred med dem. Skolan skulle fostra till anpassning. Kunskapsinnehållet skulle vara okontroversiellt och inte ifrågasättas. Samtidigt hade undervisningen i fysik, kemi och biologi som mål att "bi-bringa" eleverna en "på egen grund fattad åskådning", väsentligen vunnen

genom induktivt förfarande. Uppfattningen var att kunskapen om naturen och naturlagarna skulle avpassas efter elevernas utveckling.

Östmans (1995) analys av läroplanerna från Lgr 62 och Lgr 69 visar att den dominerande diskursen för 1962 och 1969 års läroplaner var den *vetenskapligt rationella*. Den innebar en stor tilltro till naturvetenskap som lösare av samhällets problem. Det fanns ett objektivitetskrav på undervisningen, vilket avpolitiserade innehållet och gjorde att konflikter undveks. NO-ämnena var starkt kopplade till de akademiska moderdisciplinerna. Eftersom syftet med utbildningen var att förbereda eleven för arbetsmarknaden, att bli ingenjör eller tandläkare, blev ämnenas status hög. Demokrati sågs som styrning av en utbildad elit som fått folkets förtroende.

Efter 1969 års läroplan kom läromedlen att författas av en ny generation med rötter i grundskolan. Grundläggande naturvetenskapliga begrepp blev viktiga. Ett undersökande arbetssätt kom att starkt utmärka undervisningen med laborationer, experiment och exkursioner. Miljöfrågorna började komma in på arenan och bidrog till att Lgr 80 kom att skilja sig från tidigare läroplaner.

Demokratifostran – tron på den upplysta människan

Den demokratiska diskursen innebar att skolan ”aktivt och medvetet skall påverka och stimulera barn och ungdomar att vilja omfatta vår demokratiska grundläggande värderingar och låta dessa komma till uttryck i praktisk vardaglig handling”. (Lgr 80, s 16). *Den demokratiska* diskursen dominerade då och det märktes tydligt i NO-ämnena (Englund, Svingby & Wallin, 1986). Idealet var en aktiv medborgare som var kompetent att delta i debatter och beslut om natur och teknik i samhället. Målet för utbildningen var då inte att i första hand förmedla vetenskaplig kunskap för en blivande vetenskapsman. NO-undervisningen tog sina utgångspunkter i både vad som var viktiga inomvetenskapliga frågor men också i viktiga samhällsfrågor. Etiska problem fördes in. NO-undervisningen blev del i en demokratifostran. Tyngdpunkten låg i en medborgerlig bildning och kompetens. Problem skulle inte lösas av experter utan kunna diskuteras av vanliga människor. Lgr 80 hade mål för NO-undervisningen att förbereda eleven för ett aktivt politiskt liv.

Hultén menar, att när miljöfrågorna under 1960- och 1970-talen alltmer började tränga sig på, sökte man möta dessa inom biologin genom att arbeta för miljöskydd och miljövard. Inom fysik och kemi sökte man lösningar

genom att utveckla ny teknik. Bilden av vetenskapen som enbart rationell och kumulativ problematiserades. Men för att lösa miljöproblem behövdes kunskaper från många vetenskaper. Det var bland annat därför som ämnena fysik, kemi och biologi i Lgr 80 tonades ner till förmån för mer ämnesövergripande teman.

I Lgr 80:s kursplan fanns under rubriken Naturorienterande ämnen tre teman – *människan, naturen* och *människan* och *människans verksamhet*. Dessa gällde för alla tre stadierna i grundskolan. De naturorienterande ämnena och de samhällsorienterande ämnena samlades under orienteringsämnena och hade samma syften. Eleverna skulle lära sig förstå människans betingelser och samspel med omgivningen, tekniken och naturen. De skulle lära sig om naturen och dess lagar och om mänsklig verksamhet förr och nu, om medborgarnas rättigheter och skyldigheter och om livsåskådningsfrågor. Samarbetet mellan ämnena betonades för att ge förståelse och helhetssyn. Målen för de naturorienterande ämnena var gemensamma. Teknik ingick i de naturorienterande ämnena (Lgr 80).

Läroböcker

De flesta läroböckerna var dock skrivna för fysik, kemi och biologi, medan några få skrevs för temaundervisning. Innehållet fokuserades mycket på ekologi och miljö. Ett kommentarmaterial som hette Miljölära gavs ut av Skolöverstyrelsen (SÖ) några år efter att Lgr 80 kommit ut. Miljölära beskrevs som något som kunde undervisas i samtliga orienterande ämnen – ja som kunde vara hela skolans angelägenhet. Medan biologiböckerna ofta framställde relationen mellan människa och natur som att människan måste följa naturens spelregler, så handlade det i kemiböckerna om att tänka i kretslopp. Fysikböckerna beskrev t ex olika energikällor på ett neutralt och icke-värderande sätt.

Ett tecken på vad som gällde på den tiden var att man i annonser för läromedel samt på läroböckers omslag inte längre fann laboratoriemiljö, teknik och industri utan vardagsföremål och vacker natur. Laboratoriet blev mindre laboratorielikt. Enkel vardaglig materiel ersatte den mer laboratiemässiga, och undersökande verksamhet blev inte bunden endast till laborationssalar. Återigen hänvisades eleverna till enkel vardaglig materiel, precis som i början av seklet.

Fokus lades på det ”undersökande arbetssättet”, där uppfinningsrikedom, kreativitet och fantasifullhet blev centrala. Den kanon som kännetecknar perioden 1980 fram till i dag benämns av Hultén som ”Bricoleurens kanon”, dvs eleven skulle utbildas för att klara sig i nya oväntade situationer och använda sig av det som stod till buds. Det vetenskapliga idealet för arbetssättet levde vidare i en ny uttolkning.

Enligt Online Dictionary of anthropology är ”bricoleur” helt motsatt ”ingenjör”. Ingenjören skapar speciella redskap för speciella syften, medan bricoleuren använder få och icke-specialiserade redskap för en mängd syften (<http://www.anthrobase.com/Dic/eng/index.html>; 080410).

Demokrati – den etiska dimensionen förs in

Mål- och resultatstyrning infördes i och med Lpo 94. Kursplanerna förändrades till sin karaktär och gav större utrymme för lärarna att utifrån professionella överväganden välja stoff och metoder för undervisningen. Målen har fått en framträdande plats (Skolverket, 2008). Ett vidgat kunskapsbegrepp och ett nytt mål- och kunskapsrelaterat betygssystem har införts. Den nya kunskapssynen innebär en tyngdpunktsförskjutning från fakta till andra aspekter av kunskap. Vissa kunskapskvaliteter blir viktigare, t ex att uppfatta samband, lösa problem, se saker ur olika perspektiv, analysera och reflektera, tänka med hjälp av modeller, tolka symboler, formulera och argumentera för en ståndpunkt, värdera och kunna uttrycka samt gestalta idéer, känslor och stämningar. Kunskapens sociala sammanhang och betydelse betonas och en del av läroplanarbetet har flyttats ner till lokal nivå.

Etik

Något som skiljer Lpo 94 från tidigare läroplaner är dess starka betoning på den etiska dimensionen. Etiken förankras öppet i kristen tradition och västerländsk humanism. De etiska frågorna aktualiseras genom internationalisering, teknisk utveckling och andra samhällsförändringar. Det räcker inte med endast kunskaper för att fungera som en medborgare i en demokrati. Man måste också kunna värdera den information man möter. Skolan skall sträva efter att varje elev ”lär sig lyssna, diskutera, argumentera och använda sina kunskaper som redskap för att ... kritiskt granska och värdera påståenden och förhållanden”. Värdegrundsfrågorna är alltså starkt betonade i

Lpo 94: ”Skolan skall också sträva efter att varje elev utvecklar sin förmåga att göra och uttrycka medvetna etiska ställningstaganden grundade på kunskaper och personliga erfarenheter”. Genom att värdera sina argument gör man sina val på ett sätt som bygger inte endast på rationella utan också på etiska överväganden. Skolan skall sträva efter att varje elev ”befäster en vana att självständigt formulera ståndpunkter grundade på såväl kunskaper som etiska överväganden”.

Englund (2000) skriver att man under hela efterkrigstiden sett pendlingen mellan skolans demokratiuppdrag och dess kunskapsuppdrag. I Lgr 80 stod att skolan skulle hävda demokratis värden, ”vara öppen för att skiljaktiga värderingar och åsikter framförs och hävda betydelsen av ett personligt engagemang”. Ett deltagardemokratiskt perspektiv såg elevens påtryckningsaktioner och ageranden som goda strävanden. Ett deltagarperspektiv kunde i visst avseende ses som kunskapsfientligt eller som ett perspektiv där deltagandet fokuserades och kunskapen sköts i bakgrunden. Ett deliberativt demokrati-perspektiv, dvs där i stället för deltagande, konflikten och skilda perspektiv fokuseras, har genom aktuella värdegrundssträvanden kommit i förgrunden efter Lpo 94. Deliberativ demokrati innebär enligt Englund att beslut bör motiveras och diskuteras ingående mellan alla parter. Man måste bli enig om vad man är oenig om och ha en vilja att komma till ett beslut, som kan ses som temporärt eftersom både enighet och oenighet föreligger om det, men som respekteras och efterlevs. Englund frågar sig om betoning på deliberativa samtal och demokratiska värden som ömsesidighet och pluralism gör att vi är på väg mot ett relationellt perspektiv.

Den demokratiska diskursen skrivs alltså väldigt tydligt fram också i Lpo 94 och teknik blir ett eget skolämne som inte längre ingår i de naturorienterande ämnena. Kursplanens mål för NO-undervisningen är, att eleven skall utveckla förmåga att använda naturvetenskaplig kunskap och erfarenhet för att ta ställning och utveckla en lyhörd, kritisk och konstruktiv attityd med respekt för andras åsikter. Undervisningen i de naturorienterande ämnena skall bidra till samhällets strävan att skapa hållbar utveckling och att utveckla omsorg om människa och natur. Utbildningen ska syfta till att göra naturvetenskapens resultat och arbetssätt tillgängliga och att skapa ett förhållningssätt till kunskaps- och åsiktsbildning, som är gemensamt för naturvetenskapens och demokratis gemensamma ideal om öppenhet, respekt för systematiska

undersökningar och välgrundade argument. Vidare ses naturvetenskap som en mänsklig konstruktion. Dess teorier kan alltid ifrågasättas och kan ändras i tiden (Kursplaner, 2000).

Kursplanen talar om tre aspekter av naturvetenskap och de benämns Kunskap om natur och människa, Naturvetenskaplig verksamhet samt Kunskapens användning. De naturvetenskapliga ämnena framställs alltså som att de har mycket gemensamt. Kursplanen talar t ex om det naturvetenskapliga arbetssättet och om att naturvetenskap är en specifik mänsklig verksamhet. Mål för eleverna är att ha insikt om skillnaden mellan naturvetenskapliga påståenden och värderande ståndpunkter. Samtidigt finns även mål för de tre olika NO-ämnena, som inordnas under de tre nämnda aspekterna; *biologi*, *fysik* och *kemi* beskrivs också ha olika karaktär (Kursplaner, 2000).

NO-ämnena skall i både Lgr 80 och Lpo 94 skola in eleverna i naturvetarrollen och göra den vetenskapliga livsstilen medborgerlig. Naturvetenskap görs till ”ett förhållningssätt för såväl blivande frisörer som blivande nobelpristagare” (Hultén, s 247). Ett medborgarideal och ett elitutbildande ideal blandas fortfarande i målen för skolans NO-undervisning. Detta märks i skolan även om naturvetenskapens status och syfte i utbildningen på senare år har problematiserats och nyanserats (Skolverket, 2008). Man frågar sig vad eleverna skall ha naturvetenskapen till och hur de bäst lär sig den, vad eleverna behöver i en skola för alla, och hur naturvetenskap skall presenteras för att väcka intresse så att fler söker sig till området. Skolverkets rapport redovisar en intervjustudie med kemilärare där två olika inriktningar på deras undervisning återfinns som motsvarar de två visioner som Roberts (2007) talar om. Vision I inriktar sig mer på en akademisk tradition och betonar, att eleverna behöver lära sig grundläggande naturvetenskapliga begrepp och problemlösning. Vision II inriktar sig mer på naturvetenskaplig allmänbildning, där eleverna behöver lära sig att med hjälp av naturvetenskaplig kunskap fatta beslut, som rör dem själva och samhället.

Sammanfattning

Som bakgrund för att både kunna tolka målen i den svenska läroplanen och NO-kursplanerna har en historisk översikt gjorts. Vetenskaplig rationalism karaktäriserade tidigare läroplaner, Lgr 62 och Lgr 69, där krav på objektivitet och undvikande av konflikt fanns och där naturvetenskap sågs som lösare

av samhällets problem. Demokratiföstran blev dominerande i Lgr 80 med uppgift att utbilda aktiva medborgare som kunde delta i debatter om viktiga samhällsfrågor. I ett deltagardemokratiskt perspektiv sågs då elevens påtryckningsaktioner och ageranden som goda strävanden. Lpo 94 och kursplaner 2000 står för ett deliberativt demokratiperspektiv, där det är viktigt att beslut motiveras och diskuteras, olika åsikter förs fram och görs tydliga och respekteras i en strävan att komma till ett, om än tillfälligt, beslut. Genom att värdera sina argument görs val, som bygger inte endast på rationella utan också på etiska överväganden. Konfliktsituationer är då det normala. Fortfarande finns olika visioner för NO-undervisningen i klassrummet, där en vision inriktas på en akademisk tradition och betonar begrepp och problemlösning, medan en annan inriktas på naturvetenskaplig allmänbildning, där eleverna med hjälp av naturvetenskaplig kunskap skall kunna fatta väl grundade beslut.

NO-undervisningen i klassrummet

3. NO-undervisningen i klassrummet

I detta kapitel startar den egentliga översikten av forskningen på NO-undervisningen i svensk grundskola. Här samlar vi undersökningar där forskare studerat den ordinarie undervisningen. Enkät svar från nationella och internationella utvärderingar redovisas, men för rena kunskapsresultat hänvisas till respektive rapport.

Undervisningens betydelse för vad elever får för möjligheter att lära

I detta avsnitt samlas studier, där forskare genom observationer i klassrum identifierat lärares olika undervisningspraktiker. Lärare fokuserar ibland på innehåll och ibland på procedur. De undervisar ibland för begreppsförståelse, ibland för intresse och ibland för reproduktion av rätta svar. Lärares antaganden om lärande liksom deras mål för undervisningen kan spåras i den undervisning de ger, och vad de således ger eleverna möjligheter att lära. Emanuelsson (2001) observerade att lärare fokuserade på elevernas arbetsätt i stället för deras begreppsförståelse och Dimenäs (2001) observerade att beroende på om lärare fokuserade på innehåll eller arbetsätt lärde sig eleverna olika saker i NO-undervisningen. Carlsson (2002) studerade undervisning för begreppsförståelse och Berg, Löfgren & Eriksson (2007) observerade att lärare fokuserade på intresse på bekostnad av ämnesinnehåll. Andrée (2004, 2007) har observerat att lärares undervisningspraktik ledde till att strukturen för en laborationsrapport blev viktigare än innehållet i denna och att färdigheter att reproducera rätta svar ibland utvecklades i stället för begreppsliga relationer.

När lärare undervisar möter de elevernas praktiska epistemologi och utvecklar den därmed (Lidar, Lundqvist & Östman, 2005). Med praktisk epistemologi menas vilken förståelse man har för kunskapsbildningens natur och villkor, t ex vad som räknas som en bra fråga och vilka olika sätt man kan skaffa sig kunskap på.

Med fokus på färdigheter

Fokus på arbetsätt i stället för innehåll

Emanuelsson (2001) undersökte hur lärare lär i klassrummet, och hur de genom frågor kan få veta hur eleverna förstår NO-undervisningen. Klassrumsobservationer och intervjuer genomfördes med åtta lärare i NO-ämnen i skolans lägre årskurser (1–6). En slutsats var att lärarna i sin praktik hade goda möjligheter att avgöra, om eleverna redovisade eller experimenterade på rimliga sätt, men att de inte hade så goda möjligheter att avgöra vilka naturvetenskapliga fakta eleverna behärskade, eller hur eleverna förstod naturvetenskapliga fenomen. Emanuelsson beskrev i variationsteoretiska termer, att det vanligaste var att lärarna fokuserade på elevernas färdigheter och såg olika kvaliteter (variationer) i dem.

Här ges ett exempel för att försöka belysa vad det gällde. En lärare bad sina elever, som arbetat med tema havet, att muntligt redovisa för varandra vad de kommit fram till. Elevernas uppgift var att besvara frågorna: Vad äter ditt djur?, Vilka fiender har det?, Hur ser det ut? samt Var lever det? Denna uppgift öppnade för att eleverna skulle *beskriva*, menar Emanuelsson. Innehåll och form i lärarens frågor begränsade elevernas egna formuleringar. Vid redovisningen uppmanades eleverna att tala högt och tydligt och övriga elever att lyssna noga. De uppmanades inte att ställa frågor till den som redovisade. En elev hade valt valhagen och berättade om dess födoval. Emanuelsson menar att valhagen utgör ett exempel på en intressant anpassning. Man skulle ha kunnat relatera dess föda till dess storlek. Den äter många och små organismer som finns i massor. Elevens redovisning öppnade för en diskussion om djurs storlek och dess strategiska födoval. De givna frågorna inbjöd emellertid inte till denna diskussion. En fråga som däremot skulle kunna ha gjort det är: Varför blir valhagen så stor? En andra elev beskrev bläckfisken och en tredje sandmasken. De tre elevernas beskrivningar förde in tre strategier, som djuren har för att undvika fiender, och det kunde ha gett möjligheter att diskutera likheter och skillnader mellan de tre djurens anpassningar för att undgå predation, men framstod i stället som isolerade fakta. Läraren fokuserade på elevernas färdigheter, deras arbetsätt; sätt att ta ut fakta, sätt att arbeta och ta reda på och inte på innehållet i elevernas arbete, eller vad de arbetade med. Fokus var på elevernas sätt att redovisa, och deras redovisningar varierade.

Alla elever gjorde en redovisning men på något olika sätt. Läraren kunde se skillnader mellan dessa sätt att redovisa. Innehållet var mindre centralt. Det centrala var att urskilja elevernas arbetssätt. Eleverna skulle lika gärna ha kunnat redovisa något annat innehåll.

Olika målsättningar

En studie om elevers lärande av kemiska reaktioner (Dimenäs, 2001) identifierade tre olika målsättningar hos lärarna utifrån att sex elever och sex lärare i årskurserna 7 och 8 observerats och intervjuats. En målsättning för undervisningen var att eleverna skulle utveckla förståelse kring den kemiska reaktionen, där olika ämnen under reaktion omvandlas i nya ämnen. Fokus var då på förbränning av olika ämnen. En annan målsättning var att eleverna skulle utveckla ett tänkande kring modeller för atomers och elektroners rörelsemönster i en kemisk reaktion. En tredje målsättning var att få eleven att utveckla förklaringar till varför en kemisk reaktion kan starta eller avstanna och där fokus bl a var på flampunkter. Samtalen i klassrummet rörde sig i dimensionerna konkret–abstrakt och specifikt–generellt. När ett samtal t ex fokuserades mot den synliga förbränningen av magnesium i luft, där ett kraftigt ljussken uppstod och resulterade i ett vitt pulver av magnesiumoxid, var samtalet ett uttryck för en konkret och specifik händelse. När flera ämnen, som järn, koppar och zink åskådliggjordes vid förbränning var samtalet ett uttryck för något konkret och generellt. Och när samtalet rörde sig om partiklarna i kopparjoners reaktion med järn, dvs mot det osynliga och abstrakta i ett specifikt ämnes reaktion handlade det om något abstrakt och specifikt.

Dimenäs analyser resulterade också i beskrivningar av två olika undervisningsmönster – ett som gav eleverna möjligheter att lära ett innehåll och ett som gav eleverna möjligheter att utveckla sitt arbetssätt. Om innehållet fokuserades kom procedurer och experiment i bakgrunden. Eleverna gavs då möjligheter att tala om fenomenet kemiska reaktioner ur olika aspekter. Kemiska reaktioner var objektet för lärandet. NO-undervisningen var innehållsfokuserad. Om proceduren fokuserades kom innehållet i bakgrunden. Lärandet innebar att både lärare och elever huvudsakligen fokuserade det konkreta experimentet. Experimentet var utgångspunkten och objektet för lärandet. Både lärare och elever uppehöll sig vid utförandet och det, som var åskådligt och konkret. Undervisningen i NO var experimentcentrerad. Slut-

satsen är att lärare som undervisar samma fenomen kan antingen fokusera på innehåll eller procedurer och experiment. Att lärare som alla undervisar samma fenomen och fokuserar på innehåll ändå kan fokusera på så olika innehåll är också intressant. Som lärare finns alltså många möjligheter att välja fokus.

Praktiska TIMSS

År 1995 deltog 450 stycken trettonåringar i ett praktiskt kunskapsprov i TIMSS. Syftet var att med hjälp av praktiska och laborativa uppgifter mäta elevers kunskaper att lösa problem, som kunde möta dem i vardagen och i yrkeslivet. I ett internationellt perspektiv placerade sig de svenska eleverna på fjärde plats i det praktiska provet i NO (Skolverket, 1996). Resultatet var helt i linje med det övergripande målet i Lgr 80, att eleven skulle förvärva en god förmåga att lösa vardagens problem. Eleverna hade mycket goda resultat när det gällde att genomföra experimenten och att använda experimentell utrustning, men hade betydligt svårare att förklara sina resultat, använda formella naturvetenskapliga metoder och formulera generella regler. Mycket tyder på att de inte förstod skillnaden mellan att beskriva och förklara. Skolverket (1996) konstaterade i sin TIMSS-rapport, att vi i Sverige inte har traditionen att undervisa explicit om experimentell metodik.

Den uppgift som eleverna lyckades sämst med, var att ta reda på hur den egna pulsen ändrades när eleven steg upp och ner på en låg bänk under fem minuter. En klocka med sekundvisare fanns till hands. För att få full poäng skulle eleven ha redovisat minst fem mätvärden, inklusive ett i vila, men många redovisade färre. De visste inte heller hur de skulle gå tillväga. Det var svårt att mäta pulsen samtidigt som de klev upp och ner på bänken. Så vissa elever valde att mäta vilopulsen och sedan kliva upp och ner under en minut, varefter de tog pulsen igen. Så vilade de sig och upprepade proceduren. Detta tog tid och gjorde att de max hann med fyra mätningar. Eleverna hade också problem med en annan uppgift, där det gällde att undersöka hur temperaturen på ett lösningsmedel påverkade lösningshastigheten. De genomförde inte undersökningar vid flera olika temperaturer. De var inte heller vana vid att redovisa flera metoder för att lösa ett problem på. Eleverna skulle i pulsuppgiften dra slutsatsen ur en tabell, att pulsen ökade ju längre de arbetat. På frågor av denna typ hade många elever dragit riktiga slutsatser (mellan 60 och 80 %). Det fanns ett starkt samband mellan hur eleverna

genomförde det praktiska och det teoretiska provet (samma elever) (Skolverket, 1996).

Kön i TIMSS

Skillnader i resultat mellan pojkar och flickor i TIMSS 1995 har problematiserats av Jakobsson (2001). Han menar att vissa provuppgifter har missgynnats och vissa har gynnat flickorna. Det gäller om man ser på hela TIMSS-studien, dvs på både teoretiska och praktiska uppgifter i NO. Flickorna presterade högre på uppgifter som innehöll vardagligt material och lägre i uppgifter, där det varit avgörande att förstå eller använda experimentell material. Flickor verkar ha missgynnats av uppgifter som innehöll konstruktioner, figurer och bilder från en experimentell situation med typisk naturvetenskaplig utrustning och utan vardaglig anknytning, men de verkar ha gynnats av uppgifter som handlat om att dra slutsatser från given information eller använda egna kunskaper. Flickor har också gynnats av uppgifter där människan och människokroppen varit i centrum.

Med fokus på begreppsförståelse

Ekologiska processer

I en klass (årskurs 6) studerades 23 elever som undervisades för att deras förståelse för ekologiska processer skulle öka (Carlsson, 2002). Undervisningen följdes och elevernas förståelse före och efter undervisning undersöktes. Studien koncentrerades till att fokusera de aspekter som läraren tog upp och som berörde transformation av materia och energi, och till vilken slags förståelse av transformationsbegreppet som eleverna erbjöds i undervisningen. Resultatet visade att läraren erbjöd två olika slags förståelse, dels "sammanslagning av ämnen till nya ämnen" och dels "transformation på atomnivå". I det första fallet var det ämnena som var konstanta enheter, medan det i det senare fallet var atomer. Betoningen låg på ämnen och deras produktion och konsumtion i processerna fotosyntes och respiration och inte på den atomära nivån. Energi och dess transformationer fick en relativt liten plats i undervisningen.

De flesta elever förändrade inte sina uppfattningar efter undervisning, men nio av de 23 visade en utvecklad förståelse. Författaren menar, att läraren tagit upp många aspekter för att fördjupa elevernas ekologiska förståelse,

men saknat egen kunskap om fenomenets struktur; vilka aspekter som visat sig viktiga att lyfta fram, hur elevernas förståelse såg ut och hur deras förståelse bäst skulle kunna utvecklas. Om läraren använt variation, dvs en samtidighet av aspekter i en och samma dimension, skulle undervisningsresultatet möjligen blivit ett annat.

Komplexa begreppsvävar i miljösammanhang

I en longitudinell studie av NO-undervisningen har Persson (2008) under tre år följt en klass för att analysera elevernas begreppsutveckling i miljö. I undervisningen användes en sokratisk dialog, där läraren frågade och eleven försökte svara utifrån det eleven redan visste och kunde. Resultatet visade att eleverna utvecklade komplexa begreppsvävar. De använde bland annat begrepp som *vattnets kretslopp*, *liv*, *jord*, *vatten*, *förorening*, *avfall*, *insamling av batterier*, *korrosion*, *växthuseffekt* och *den ökande växthuseffekten* för att uttrycka samband mellan människa och natur. Begreppen bands ofta ihop med varandra i komplexa nätverk. En slutsats var att den sokratiske dialogen var en möjlig och framgångsrik metod för att utveckla elevernas begrepp i miljösammanhang. Det framgår inte tydligt i studien hur utveckling av begreppsvävar beror på den sokratiske dialogen.

Med fokus på antagande om induktivt lärande

Att eleverna utifrån observationer förväntas upptäcka samband och dra slutsatser har under perioder varit ett förgivettagande i NO-undervisning. Eleven betraktades som "den lilla forskaren". Effekterna av detta induktiva sätt att undervisa har ifrågasatts från olika håll, eftersom det bygger på ett antagande om att observationer är objektiva, att observationer föregår teorier samt att elevernas förkunskaper saknar betydelse. Ett annat antagande är i stället att teorier föregår observationer för att göra dessa meningsfulla, att observationer således är subjektiva och att elevens förkunskaper är det viktigaste i inlärningsituationen. Detta antagande kan resultera i ett deduktivt sätt att se på undervisning.

Optiska bänken

Säljö och Bergqvist (1997) observerade optiklaborationer i två klasser i årskurs 7. De fann att det är svårt för elever att dra slutsatser om naturvetenskapliga teorier bara utifrån praktiska experiment. I ett sociokulturellt

perspektiv måste eleverna få tillgång till det speciella sätt att tala om ljus (i det här fallet), som man använder i naturvetenskapliga sammanhang, för att komma in i den naturvetenskapliga diskursen. Säljö och Bergqvist menar, att den sociala praktiken, där samtal med andra i en diskurs till vilken eleven inbjuds att delta, är viktig för att kunna dra slutsatser av praktiska experiment.

Ljud- och laborationsrapport

En laboration i akustik i halvklass för elever i årskurs 7 har studerats (Andrée, 2004). En flickgrupp och en pojkggrupp följdes. Uppläggningsen av laborationen byggde på ett antagande om induktivt lärande. Eleverna förväntades upptäcka vissa egenskaper hos ljud genom att laborera. Utifrån sina laborationserfarenheter skulle de dra slutsatser, som handlade om resonans, superposition av ljudvågor och dopplereffekten. Eleverna koncentrerade sig på laborationsrapporten, men tyckte det var mycket svårt att dra slutsatser från sina experiment. Slutsatsen skrevs utan koppling till de erfarenheter eleverna gjort. Läraren eller någon ”smart” elev blev i stället den som fick hjälpa till med slutsatsen. En förklaring till att eleverna hade så svårt att upptäcka de olika akustiska fenomenen var enligt Andrée, att de saknade kunskaper och därför inte visste vad de skulle lyssna efter. Att skriva laborationsrapporten med rätt struktur blev det viktiga, medan vad de skrev blev mindre viktigt. En hypotetisk-deduktiv metod framhålls ofta som en naturvetenskaplig forskningsmetod. Att då stimulera eleverna att dra slutsatser från induktiva laborationssekvenser framstår som märkligt, menar Andrée (2007).

Isballongen

Få studier är genomförda på NO-undervisningen i de lägre stadierna. Men det finns en intressant fallstudie (Berg, Löfgren & Eriksson, 2007) som undersökt hur eleverna introducerades i naturvetenskapligt lärande via laborationsbaserad undervisning och hur detta kunde relateras till deras intresse för NO. Studiens syfte var att belysa vilket kemiinnehåll som gjordes tillgängligt under laborationer i en klass i årskurs 4 och vilket möjligt innehåll som skulle kunna ha gjorts tillgängligt. Klassrumsobservationer genomfördes av sex lektioner under fem veckor med hjälp av videoinspelningar. Intervjuer och dokument från elevernas arbete användes också. Det handlade om vattnets kretslopp och olika aggregationsformer. Eleverna formulerade hypoteser för vad som skulle hända när salt och röd karamellfärg hällts på en isklump.

Resultatet visar, att de hade svårt att avgöra vad deras hypoteser skulle fokusera på, och de fokuserade inte på att saltet sänker fryspunkten. Det förklaras med att de saknade en vetenskaplig teori och erfarenhet att relatera till. De hypoteser eleverna skrev eller ritade svarade mer på frågan vad som skulle hända än varför det skulle hända. Därefter förväntades eleverna göra observationer och komma fram till en slutsats. I en annan laboration skulle eleverna mäta och väga en ballong med vatten, dels då vattnet var fruset och dels då vattnet var flytande. Vid sammanfattningen uppmanade läraren eleverna att skriva ner sina mätresultat. Dessa blev för vissa elever att ballongen vägde olika mycket som is respektive vatten. Samtidigt skrev läraren (”det rätta”), att ballongen vägde lika mycket före som efter vattnet smält, men att volymen minskat. Läraren såg det som viktigt, att eleverna skrev ner de resultat de verkligen observerat och förmedlade därmed den viktiga principen om vetenskaplig hederlighet. Men eleverna blev mycket förvirrade av att läraren skrivit något annat än de flesta gjort. Ett verkligt dilemma uppstod, som uppkom därför att det var svårt att mäta och väga exakt. Och det var därför svårt att empiriskt ”upptäcka” sambandet mellan massa och volym vid frysning av vatten.

De observerade laborationerna skulle kunna erbjuda undervisning, där eleverna skulle ha kunnat lära sig förklara och resonera kring vattnets aggregationsformer och använda naturvetenskapliga begrepp. De skulle då ha kunnat lära sig hur man väger och mäter, vilka felkällor som finns, vad det betyder att två personer får samma resultat, vad som är rätt och fel och vem man kan tro på. Det kemiinnehåll som konstituerades i lektionerna skiljer sig alltså från det som skulle kunna erbjudas. Orsaker till detta menar författarna ligger i att man betraktat eleverna som upptäckare och låtit dem utan teoriintroduktion ställa hypoteser och göra observationer. Kemiinnehållet synliggjordes inte för eleverna på det sätt, som hade varit möjligt. Det kan också bero på att lärarens ambition var att väcka nyfikenhet och intresse, att avmystifiera kemien och att skapa en rolig undervisning. Lärarens medvetna strävan var att *först* skapa lust och intresse genom att stimulera till aktivt ”görande” och egna hypoteser och slutsatser. Denna strävan kan sägas ha ”skymt” det potentiella kemiinnehållet. Idén att först skapa intresse för att *sedan* förstå kan enligt författarna förstås i ett konstruktivistiskt lärandeteoretiskt perspektiv. Författarna menar att det i deras sociokulturella perspektiv

är möjligt att förstå att intresse och motivation kan utvecklas *genom* deltagande i en kunskapspraktik och inte något som måste väckas *före* (Berg m fl, 2007).

Med fokus på rätta svar

NO-undervisningens innehåll har studerats (Andrée, 2007) i två klasser, årskurs 6 och årskurs 7 på en skola under ett år. Analyser av deltagande observationer resulterade i att två olika undervisningspraktiker urskiljdes: *den kriteriebaserade undervisningspraktiken* och *laborationspraktiken*. I den kriteriebaserade arbetade eleverna i olika sammanhang med lokala kurskriterier, som talade om vad som krävdes av eleverna för att få olika betyg. De arbetade självständigt med att tolka det innehåll som angavs i de lokala kurskriterierna, ibland gjorde de det tillsammans med andra elever och ibland tillsammans med föräldrarna. Frågor om varför eleverna skulle lära sig ett innehåll diskuterades aldrig i undervisningen. I laborationspraktiken arbetade eleverna med syfte att framställa de lokala laborationsrapporterna utifrån de givna laborationsuppgifterna. Arbetet här kopplades inte till de lokala kurskriterierna.

I de båda nämnda undervisningspraktikerna kunde eleverna delta i olika slags arbete. Det ena var att *producera och reproducera "rätta svar"* medan det andra var att *utveckla begreppsliga relationer*. I elevernas arbete med att producera rätta svar eller utveckla begreppsliga relationer användes olika redskap. Kurskriterier var ett sådant redskap. Eleverna lärde sig att producera rätta svar på samtliga kriteriepunkter i alla inlämningsarbeten. Eleverna lärde sig också att tolka och strukturera kurskriterierna i relation till varandra och reda ut relationer mellan olika begrepp. Med kurskriterier som redskap fick eleverna möjligheter att överblicka det stora och överskådliga kunskapsområdet NO.

Laborativ utrustning, laborationsinstruktion och disposition för laborationsskrivande var andra redskap. Eleverna stimulerades att formulera slutsatser utifrån sitt induktiva arbete med laborationerna. Detta var emellertid för svårt för eleverna, och de blev tvungna att se sig om efter andra strategier. De ville emellertid inte fråga läraren om hjälp för att formulera den "rätta slutsatsen", ty det var ett tecken på osjälvständighet och skulle ge sämre betyg. Produktion och reproduktion av rätta svar framstod i stället som en "säkrare" strategi. Genom arbete i laborationspraktiken kunde eleverna utveckla

laborativ skicklighet och introduceras i ett vetenskapligt arbetssätt. De lärde sig att använda olika tekniker och redskap samt laborationsinstruktion och laborationsrapportsskrivande. Med laborationsrapporten som redskap var det möjligt att strukturera det laborativa arbetet.

Andrée (2007) gav exempel på en elev vars arbete förändrades från att producera rätta svar till att utveckla begreppsliga relationer. Detta skedde när elevuppgiften ändrade karaktär som ett resultat av att laborationsgruppen tolkade instruktionen felaktigt. Detta fel engagerade en elev så mycket, att hon inledde samtal med läraren om anledningen till att resultatet kunde bli som det blev. Samtalet fortgick utan att någon tänkte på, att läraren skulle värdera interaktionen som en osjälvständig problemlösning med konsekvenser för betyget.

Med fokus på utvecklandet av elevernas praktiska epistemologi

I två klasser, i årskurs 7 från två skolor, studerades dialoger mellan elever och lärare (Lidar, Lundqvist & Östman, 2005). Eleverna undersökte dels egenskaper hos en okänd vätska och dels varmt och kallt vatten som lösningsmedel. De diskuterade vad som hände när de hällde salpeter i vatten och rörde om. Enligt instruktionerna hällde de på mer och mer, tills det inte löste sig mer, och då värmde de, så att det löste sig. Sedan hällde de ut lösningen i en skål. Då fälldes salpeter ut igen. Av diskussionen framgår att de inte såg upplösningen av saltet som någon händelse värd att uppmärksamma. Lärarens agerande (epistemologiska drag) riktade in dem på att det var just det de skulle titta på. I samtal (varför kom det tillbaka?, tänk som kemister, först försvann det, sen kom det tillbaka, varför löstes det inte?) fick läraren eleverna att diskutera att något hade hänt och de försökte beskriva vad och varför, men de använde inte ordet löslighet. Läraren införde heller inte det begreppet.

Om lärande är att använda nya sätt att tala och agera, så hade eleverna lärt sig något, eftersom de diskuterade experimentet i nya termer. De epistemologiska dragen hade varit fruktbara. Eleverna hade förändrat sin praktiska epistemologi, dvs vad som för dem räknades som relevant kunskap och relevant sätt att skaffa kunskap på, men de hade inte lärt sig nya begrepp. De epistemologiska dragen hade inte varit tillräckliga. Alla lärarens epistemologiska drag kan sägas ha haft funktionen att rikta uppmärksamheten mot vad som var värt att observera och vad som räknades som relevant kunskap och

relevanta sätt att skaffa sig kunskap på i den specifika situationen. Alla drag kan därför sägas vara uppmärksammande.

Författarnas slutsats är att det inte kan finnas en generell formel för vilka epistemologiska drag en lärare bör göra, utan att det beror på situationen. Men genom att uppmärksamma elevernas praktiska epistemologi, får läraren ett verktyg att samtala med eleverna. Författarna menar att den här studien visar, att samspelet mellan elever och lärare var av central vikt för vad elever lärde sig. Den har visat att elevernas praktiska epistemologi ändrades, troligen på grund av lärarens epistemologiska drag.

Relationen vardagserfarenheter – NO-undervisning – naturvetenskap

NO-lärares kan använda sig av elevernas erfarenheter i undervisningen på olika sätt. De kan använda dem som ett medel för att genomföra en lektion, men de kan också använda dem som en del av ett etablerat ämnesinnehåll (Lundin, 2007). Till elevernas erfarenheter kan deras språk räknas. Lundin (2007) har studerat hur lärare hjälper elever att överbygga mellan deras vardagsspråk och naturvetenskapens språk och hur de använder sig av naturvetenskapens språk för att tolka sina erfarenheter i vardagen. Hur lärare förmedlar naturvetenskapens karaktär (NOS = Nature of Science) i klassrummet beskrivs (Lundin, 2007) med hjälp av begreppet NOSS (Nature of School Science) som en klassrumspraktik mellan vardag och naturvetenskap. Szybek (2002) har också identifierat NO-klassrummet som en plats där översättningar mellan vardagsvärlden och den naturvetenskapliga världen sker i ett slags möte. Andrée (2007) kallar denna praktik för hybridpraktik. I klassrummet undervisas varken naturvetenskapliga kunskaper eller vardagliga kunskaper utan särskilda NO-kunskaper som endast finns där. Särskilt tydligt visas hur både vardagsvärldens och naturvetenskapens praktik skiljer sig från praktiken i NO-laboratoriet i det exempel på en laboration i biologi, som Szybek (1999) ger.

Hur lärare använder sig av elevernas erfarenheter

Erfarenheter som en social funktion

För att studera vilken roll elevers erfarenheter spelar i inläringssituationen observerades fyra klasser med elever i åldrarna elva till tretton år (Lundin, 2007) under fysiklektioner. Lärare gav exempelvis elever i uppgift att formulera frågor och tillverka en tankekarta kring ett givet ämne, varvid eleverna utgick från sina erfarenheter och använde varken läroboken eller media för att besvara frågorna. När eleverna hade formulerat frågor, ombads de att försöka besvara dem själva, genom att skriva hypoteser. Detta kan ses som en möjlighet för eleverna att använda sina erfarenheter. Sedan skulle eleverna söka svar genom att använda läroböcker, Internet, läraren osv. Ibland blev det mycket svårt för eleverna att skriva hypoteser, som t ex när de tyckte, att de saknade relevanta erfarenheter. Lärarens syfte att göra eleverna uppmärksamma på sina tidigare erfarenheter kopplas ihop med uppgiften att skriva hypoteser.

Lärarna kunde också starta en dialog för att få eleverna aktiva i ett nytt ämne och frågade då efter elevernas erfarenheter, ända tills någon elev gav ett exempel, som läraren just behövde för att starta sin undervisning. Läraren använde dialogen i syfte att få en startpunkt för sitt eget planerade innehåll. Eleverna nämnde i dialogen många olika erfarenheter, som de inte ombads utveckla vidare. Endast något yttrande valde läraren att ta fasta på. Läraren guidade samtalet i en för det egna syftet passande riktning. Det fanns också tillfällen, då elevers erfarenheter föranledde läraren att ta upp säkerhetsföreskrifter på bekostnad av att fortsätta bygga klassrumsdialogen på elevernas erfarenheter.

En slutsats var, att både elever och lärare bidrog till att forma skolarbetet. Men att ge eleverna möjligheter att bidra med egna erfarenheter ansågs ha en social funktion som hade samband med fullbordande av lektioner i stället för att ge material för ett gemensamt utforskande av ett innehåll. Elevernas erfarenheter tycktes vara ett medel i att genomföra en lektion i stället för idéer att diskutera.

Erfarenheter som en del av undervisningens innehåll

NO-undervisningen i en klass med 28 stycken tolvåriga elever i årskurs 5 videofilmades under 17 lektioner av Lundin (2007). Innehållet var människokroppen, som efter elevernas kommentarer ordnades i de fem kategorierna:

matspjälkning, muskler, skelett, blodomlopp och nervsystem. Resultaten visade att elevernas erfarenheter och deltagande blev en del av ett etablerat ämnesinnehåll. Fyra typer av aktiviteter identifierades i NO-klassrummet: *att inventera individuella erfarenheter, att bygga en gemensam plattform av erfarenheter, att dela med sig av nya erfarenheter och att komma överens om en gemensam naturvetenskaplig plattform.*

I aktiviteten *att inventera individuella erfarenheter* uppmanades eleverna att minnas, kommentera och formulera sina individuella erfarenheter och hypoteser och skriva ner dem. I nästa aktivitet byggde eleverna en gemensam plattform av erfarenheter när de delade med sig av sina erfarenheter genom att tala om dem. Läraren förde då samtal i helklass, och elevernas gemensamma erfarenheter behövdes för nästa aktivitet. I den gällde det att dela med sig av nya erfarenheter, som gjordes för att få svar på ställda frågor genom laborerande och informationssökningar. Den fjärde aktiviteten stödde framväxten av en naturvetenskaplig plattform, där lärare bidrog med naturvetenskapligt kunnande och klargjorde, där tveksamhet rådde och i de fall det behövdes. Eleverna bidrog med sina frågor till att bygga den nya plattformen. Läraren guidade undervisningen och bjöd in eleverna att delta. Med detta sätt att lägga upp NO-undervisningen togs alltså hänsyn till elevernas tidigare erfarenheter.

Vems vardagserfarenheter avses?

Att som lärare anknyta till egna utvalda vardagsexempel och anta att man på det sättet anknyter till elevernas vardagserfarenheter, kan vara en chimär. Klassrumsobservationer i två klasser (årskurs 6 och 7) under en termin genomfördes, för att studera på vilka olika sätt man anknöt till vardagslivet. De visade att vardagsanknytning i NO-undervisningen var något särskilt. Speciella exempel ur vardagen användes upprepat i klassrumspraktiken och blev något av en kanon. Att anknyta till vardagslivet i de studerade klassrummen handlade mest om att lära sig urskilja naturvetenskapliga aspekter i vardagssituationer (Andrée, 2003). Andrée talar om NO-klassrummets hybridpraktik, där hybridiseringen skapades av vardagsliv, skola och naturvetenskap (eftersom vardagen ofta definierades som någonting utanför skolan). I undervisningen liksom i arbetsblad och prov refererade man gärna till vardagssituationer, som låg långt från de erfarenheter som både elever och

lärare hade. Men detta var en del av vad man brukade göra (vardagen) i NO-undervisningen. Exempelen bestod av att någon, ofta en vuxen person och ofta en man, bytte däck, fick asfaltskott, göt tennsoldater eller i dansen blev trampad på av en dams höga klack. Men det gavs av en kvinnlig lärare också exempel på hur man gör saft, eller hur man klassificerar matvaror. Andrée talar om en kanon i NO-klassrummet, där elevers vardagserfarenheter inte efterfrågades. Naturvetenskap var tänkt att göras intressant och rolig med hjälp av vardagsexempel, och eleverna måste visa att de inte gick vilse i vardagsexemplen. Målet var att naturvetenskap skulle uppfattas som bra och viktigt i elevernas vardagsliv, trots att man alltså inte använde exempel från elevernas vardag.

Användningen av vardagslivet i undervisningen var både ett pedagogiskt verktyg för att åskådliggöra naturvetenskapliga begrepp och principer och ett uttryck för att se på världen med naturvetarens ögon (Andrée, 2003). Men uppgifter och laborationer kom från en NO-undervisningstradition och inte från en naturvetenskaplig forskningspraktik (Andrée, 2007). Skolpraktiken fungerade inte så mycket som ett gränsöverskridande mellan vardagskulturen och den naturvetenskapliga kulturen utan mer som en hybridisering av dem.

Elevernas och naturvetenskapens språk

Tjugo videoinspelade lektioner i en NO-klass med femtonåriga elever genomfördes för att undersöka, hur elevers frågor kan hjälpa eleverna att byta mellan vardagens och naturvetenskapens språk. Lundin (2007) ger exempel på hur en fråga som ursprungligen varit initierad av läraren startade ett samtal i klassen, där elevernas erfarenheter lyftes fram och där eleverna naturligt använde ett vardagsspråk. Läraren fick då tillfälle att visa, vad som var relevant, och vad som inte var relevant för att uttrycka sig på ett sätt som hör till ämnet NO. Lärarens fråga ställdes i en naturvetenskaplig kontext med användning av dess språk, medan elevens motfråga uttrycktes i vardagsspråk. Läraren accepterade då elevens val av språk men växlade till ”NO-språk” vid den fortsatta diskussionen. Det förekom också, att en elevs fråga som ställts i naturvetenskapliga termer, (men i klassrummets NO-kontext) gav läraren tillfälle att brygga över med hjälp av vardagsspråket. Lundin gav också exempel på diskussion i en elevgrupp, där eleverna inte lyckades överbrygga mellan språken utan där de användes parallellt. Det är här han menar, att

lärarens guidning krävts för att överbrygning skulle kunna ske. Lundin menar också, att elevers frågor var viktiga för att sätta igång dessa övergångar eller överbrygningar och ge tillfälle för läraren att hjälpa eleverna att uttrycka sina vardagserfarenheter i naturvetenskapliga termer eller att omvänt visa hur naturvetenskapens språk kan användas för att tolka nya upplevelser i vardagen.

Vardagens, NO-undervisningens och naturvetenskapens karaktär

Naturvetenskapens karaktär förmedlades i ett klassrum med 24 stycken femtonåriga elever, när precision och procedur blev viktiga inslag i undervisningen. Lundin (2007) följde 20 lektioner med videokamera. Precision betonades, då läraren förklarade, hur eleverna skulle hantera blodlansetterna, när de skulle ta blodprov för att identifiera sina blodgrupper. Läraren framhöll hur väldigt viktigt det var, att pipetten med reagensen inte vidrörde blodet. Proceduren betonades i samband med laborationen, och varje steg repeterades om och om igen, genom att eleverna fick verifiera att de uppfattat stegen. På liknande sätt använde läraren både precision och procedur för att beskriva, hur eleverna skulle mäta sitt blodtryck.

Lundins slutsats är att undervisningens dolda budskap var att man bör vara noggrann i ett laboratorium när man följer en strikt laborationshandling och att det är något som hör till ämnets karaktär. Läraren talade aldrig om risker och att det främst vore läraren och inte eleverna, som fick ta konsekvenserna av en förorenad reagens. Läraren jämförde heller aldrig laborationen med autentisk praktik utanför skolan, t ex att ta blodprov på sjukhus.

Både precision och procedur är viktiga förutsättningar, för att man i naturvetenskap skall kunna reproducera sina försök. Det hör till naturvetenskapens karaktär (NOS = Nature of Science). Men i den observerade lektionen gällde skolans naturvetenskap, och den har en annan karaktär (NOSS = Nature of School Science). Professionell naturvetenskaplig praktik har inte samma karaktär som NOSS, där läraren måste se till elevernas säkerhet, se till att eleverna utför försöken under begränsad tid osv. Lundin menar, att det är viktigt för en lärare i NO att skilja mellan NOS och NOSS. Det är alltså inte självklart, att eleverna lär sig naturvetenskapens karaktär genom att delta i NO. De lär sig i stället karaktären på skolämnet NO.

Szybek (2002) fann också, att när naturvetenskaplig kunskap knöts till vardagserfarenhet i en klassrumskontext så formades händelserna i de olika kontexterna (kulturerna) till händelser, som var unika för NO (School science). NO-klassrummet kan i bästa fall ses som en plats, där översättningar mellan de olika världarna kan ske.

Olika förväntningar på vardagens respektive NO-laborationens situationer

Undervisningsforskning använder sig ofta av fallstudier, där endast en liten grupp elever deltar. Att en fallstudie kan ge en rik skildring, som kan ge mycket att tänka på visar följande exempel. Det visar hur vardagens upplevelser och förväntningar på en händelse inte infriades när händelsen inträffade under en biologilaboration, närmare bestämt en dissektion av en bläckfisk. Studien handlar om vad elever kan lära i en NO-laboration. Szybek (1999) dokumenterade fyra undervisningsgrupper när fjortonåriga elever dissekerade bläckfisk. Författaren var själv lärare i tre av grupperna. Han intervjuade eleverna och videoinspelade deras arbete. Syftet med studien var att belysa om kunskapsbildning främjas, när elever dissekerar, och i så fall vilken och på vilket sätt. Szybek såg utifrån laborerandet kunskapsbildningen i en naturvetenskaplig undervisningssituation i ett nytt perspektiv.

Först beskrevs hur eleverna etablerade en relation till objektet bläckfisk. En bläckfisk är ju ett blötdjur (ett ryggradslöst djur) och ingen fisk (som är ett ryggradsdjur).

Eleverna uppfattade bläckfisken som

1. Det som dissekeras eller skärs upp eller tittas på. Dissektionen skedde på skoltid och eleverna använde en skarp skalpell. Om situationen varit en fisketur, så skulle verktyget ha varit en kniv och med den skulle man ha skurit upp eller rensat fisken.
2. Det som kan vara levande, simma genom vattnet. Det kan ses som ett virtuellt levande djur. Om eleverna såg bläckfisken i dess naturliga miljö såg de kanske inte, att den skiljer sig från fiskar.
3. Något som inte har fenor (som "vanliga" fiskar) och som har bläckblåsa. Bläckfisken har en kropp med olika kroppsdelar. Den har andra organ än fiskar.

4. Något som är eller inte är äckligt, är eller inte är gulligt etc. När eleven rör vid bläckfisken, blir eleven på olika sätt berörd. Att röra vid en fisk behöver inte vara annorlunda än att röra vid en bläckfisk.

Trots att alla elever hade möjlighet att undersöka bläckfisken var detta inte tillräckligt, för att alla eleverna skulle klassificera den som blötdjur. Många höll fast vid att det var en fisk. Szybek förklarar detta med att en skolsituation är skild från en vardagssituation och upplevelser i skolan skiljer sig från de i vardagen. Elevernas förväntningar på vad som kan hända i skolsituationen är annorlunda, än vad de förväntar sig i vardagen. För dem är det inte så konstigt om en "fisk" som visas i skolan saknar skelett, fjäll och blod.

En viktig slutsats var att eleverna fick en relation till bläckfisken vid beröringen. Mer än att observera bläckfiskens säregna drag, t ex mantel eller tentakler uppstod affektiva relationer mellan elev och bläckfisk. Elever använde ord som farlig, kall, slemmig, söt, äcklig etc. Szybek diskuterar elevernas inställningar till att dissekera en katt i skolan eller stycka en halv gris i köket och kommer in på dödens beröring. Han menar att beröring på skoltid för eleverna skilde sig från beröring utanför skoltid. Den beröringsrelation som fanns mellan elev och bläckfisk skulle kunna utsträcka sig till att omfatta beröringen mellan elev och elev.

Szybek frågade sig vilken potential en dissektion som denna skapat i utbildningen. Hur har eleverna påverkats när de berörts? Lärde de sig att det finns något, som kan kallas "fin uppläggning", där man kan göra vissa saker med levande varelser? Lärde de sig till exempel att en dissektion kan göras i biologiklassrummet och att där finns då inget slemmigt och äckligt utan bara något sakligt och objektivt. Kan biologins "fina uppläggning" skapa en potential i fråga om vad man kan göra med människor? Kan det som görs med djur göras med människor? Introduceras vissa saker som tänkbara?

Sambandet mellan lärande och estetik i NO har också diskuterats av Jakobson & Wickman (2008). De har visat att både elever och lärare använde estetiska värderingar, när de talade NO, och att det hade betydelse för hur elevers förståelse utvecklades. Elever hade lärt sig se skillnader mellan den estetik, som fanns i NO och den som fanns utanför NO, och hade på det sättet lärt en aspekt av NO. När elever använde estetiska omdömen talade de också om sin egen tillhörighet i NO-klassen.

Relationen mellan NO-undervisningens organisation – elevernas kunskaper

Detta avsnitt handlar om hur organisationen av NO-undervisningen kan påverka elevernas kunskaper. Om NO-lärare organiserat sin undervisning integrerat eller ämnesspecifikt hade ingen betydelse för elevernas kunskande (Åström, 2007). NO-undervisning som organiserats så att eleverna löste problem i grupp gynnade vissa elevers kunskapsutveckling (Jakobsson, 2001). Att organisera undervisningen kring Internetanvändning visade sig ställa höga krav både på lärare och på elever (Almqvist, 2005; Österlind, 2005). Leken kan utgöra ett redskap för lärande i miljö (Persson, 2006).

Undervisningen organiseras ämnesspecifikt respektive integrerat I PISA-studien år 2003 fick 132 skolor besvara hur NO-undervisningen organiserades, ämnesspecifikt eller integrerat. Ungefär 20 procent av skolorna undervisade NO integrerat, 20 procent använde en blandad form (tematiskt ibland) och resten undervisade ämnesspecifikt, dvs i fysik, kemi och biologi. Denna organisation ställdes i relation till provresultaten från de nästan 1900 eleverna i årskurs 9. Resultatet visade att det inte gick att se några skillnader i elevresultat mellan de som undervisats integrerat och de som undervisats ämnesspecifikt (Åström, 2007). Författarna diskuterar olika orsaker till detta, bland annat att de individuella lärarnas personliga metoder reducerar eller utplånar de olikheter som organisationen i integrerat respektive ämnesspecifikt undervisning eventuellt ger.

Undervisningen organiseras kring problemlösning i grupp

Jakobsson (2001) har studerat hur 20 elever gynnades av en undervisningssituation, där de arbetade med problemlösning i smågrupper. Eleverna var 14–15 år och de studerade växthuseffekt och global uppvärmning. De arbetade på ett självständigt sätt i grupp med ett aktuellt naturvetenskapligt problem, ett dilemma. De skulle skaffa sig information och värdera den för att bearbeta problemet, vars lösningar sedan skulle redovisas och motiveras. För detta hade de tillgång till Internet, kommunikation och teknologi (IKT), böcker, artiklar och en speciell resurs på Internet.

Jacobsson menar, att de elever var framgångsrika, som formulerade relevanta frågor och hypoteser och som ifrågasatte tidigare antaganden. De åter-

kom och höll fast vid avgörande frågeställningar, och de formulerade relevanta och kritiska följdfrågor till sina kamrater. Vidare utnyttjade de sin kännedom om vilka kunskaper de hade och inte hade, skrev sammanfattningar med egna ord, utnyttjade samarbetet kreativt och effektivt samt använde flera källor samtidigt. Jakobsson identifierade hos eleverna fem olika förhållningssätt (lärarytyder) till undervisningen – *meningsskaparens*, *kunskapsbyggarens*, *etikerns*, *reproducentens* och *relationsunderhållarens*.

Meningsskaparen försökte sätta in undervisningens innehåll i ett för sig själv meningsfullt sammanhang, försökte förstå hur innehållet kunde relateras till vardag, omvärld och det egna livet för att bringa förståelse i den egna världsbilden. Meningsskaparen såg samarbete, diskussioner och resonemang som viktiga för att lära mer. Undervisningens uppläggning med problemställningen och det fria arbetssättet gav meningsskaparna goda förutsättningar att skapa mening ur informationen genom att kommunicera med andra och pröva sina hypoteser. Arbetssättet gynnade dem.

Kunskapsbyggaren försökte självständigt bygga upp en övergripande struktur och förståelse av ämnesinnehållet. De naturvetenskapliga teorierna och begreppen relaterades till varandra så att allt större förståelse skapades. Om den egna kunskapen var otillräcklig, gick kunskapsbyggaren självständigt vidare och sökte utveckla sin egen förståelse, vilket gjorde att samarbete och diskussioner med andra inte var avgörande för att bygga vidare. Kunskapsbyggandets inre process oberoende av samarbete med andra. Kunskapsbyggarnas lärande verkade vara oberoende av hur undervisningen organiserades. De gynnades inte särskilt av problemlösning i grupp utan lika mycket av traditionell NO-undervisning.

Etikern utvecklade kunskaper i naturvetenskap under förutsättning att undervisningen innehöll värderande diskussioner och ställningstaganden. Detta engagerade och stimulerade etikern att lära naturvetenskapliga begrepp och teorier. För etikern var diskussioner och debatter viktiga, där åsikter bröts mot varandra, och andras perspektiv hjälpte till att utveckla förståelse. Även etikern gynnades alltså av att problemställningen hade en värderingsaspekt, och att arbetet skedde i grupp.

Reproducenten såg innehållet i skolans NO-undervisning som fakta och isolerade delar och försökte inte relatera dem till varandra eller se sammanhang, utan det gällde att söka och reproducera svar. Att låta reproducenterna samarbeta med andra elever ser Jakobsson som en möjlig och viktig åtgärd för att de skall kunna förändra/utveckla sitt förhållningssätt till undervisningen. Då skulle de kunna se hur andra elever arbetar, vilka strategier de använder, och hur de resonerar. Ett problemlösande arbetssätt borde kunna gynna reproducenten.

Relationsunderhållaren var inte särskilt intresserad av skolans NO, eftersom syfte och mening framstod som fördolda. Skolans vardag erbjöd emellertid möjligheter att träffa kompisar och utveckla det sociala livet. För relationsunderhållaren var grupparbete med samarbete och diskussioner spännande, därför att möjligheter då erbjöds att prata om allt annat än innehållet i själva skolarbetet.

Slutsatsen blev att de elever som hade något av de tre första förhållningssätten – *meningsskaparens*, *kunskapsbyggarens* och *etikerns* – utvecklade under problemlösningssprocessen sina kunskaper mycket mer än de som hade *reproducentens* eller *relationsunderhållarens* förhållningssätt till undervisningen. Att samarbete påverkade kunskapsutvecklingen var tydligt för alla utom för *kunskapsbyggaren*.

Undervisningen organiseras kring Internet

Internet kan användas som informationskälla och som en arena för diskussioner. Dessa två användningar av Internet skiljer sig genom att fakta respektive värderingar fokuseras. Sex grupper av elever i 13–14-årsåldern videofilmades i sina klassrum, när de arbetade med sina datorer (Almqvist, 2005). De skulle ta reda på vilka brokonstruktioner som existerar, och varför konstruktionerna ser ut som de gör. Dessutom skulle de söka argument för och emot broar. Det visade sig att eleverna i denna fallstudie använde Internet endast som en informationskälla. Detta framkom både i deras samtal och i hur de använde Internet. Almqvist menade emellertid, att om eleverna hade arbetat med en annan uppgift, skulle de kanske ha använt Internet på ett annat sätt.

I en annan fallstudie videofilmades ett par elvaåriga elever när de arbetade med en så kallad ”edutainment disc” gjord för kemiundervisning (Almqvist, 2005) med namnet: Draken Gilbert och den kemytiska ön. Spelets syfte var att stimulera elevernas nyfikenhet och förståelse för kemins grunder och att relatera kemi till vardagsliv och samhälle. Men spelet fick en annan mening när det användes i klassrummet. Kemin blev aldrig användbar för eleverna, därför att de problem de skulle lösa var formulerade på ett sådant sätt, att de relaterade till vardagen men inte till kemin.

Det finns resultat (Österlind, 2005), som visar hur svårt det är för elever att arbeta självständigt med informationssökning. Elever som fick arbeta relativt självständigt med ett tema upplevde svårigheter när de träffade på en term med flera betydelser. Det var då svårt för eleverna, att på egen hand hitta den mening som var relevant för det sammanhang de arbetade i. Tre fjortonåringar grupparbetade om ozonlagret och om den ökande växthuseffekten. Gruppen sökte själva information, men det fanns lärare att fråga, två SO- och en NO-lärare.Handledning gavs varje vecka och efter sex veckor skedde både muntlig och skriftlig redovisning.

Resultatet visade att det var svårt för eleverna att avgöra vilken aspekt av ett fenomen eller begrepp som var relevant i ett sammanhang (t ex om fotosyntes–koldioxid–assimilation var relevant medan fotosyntesens energi-bindning inte var relevant i samband med växthuseffekt). Svar från lärare eller böcker ledde ofta bort från den fråga eleverna jobbade med. Lärarna verkade inte medvetna om svårigheten och var ofta omedvetna om att andra meningar än den för sammanhanget relevanta kunde finnas.

Författaren menar att resultatet tydligt visar att begrepp inte har en given mening utan får mening från sammanhanget. Svårigheten för eleverna var att avgöra vilken mening som var relevant i ett praktiskt sammanhang. Endast när den lärande har valt mellan olika meningar är det möjligt för henne att i en given kontext se vilken som är relevant eller irrelevant.

Undervisningen kan organiseras som lek

Persson (2006) har studerat hur en lek som kallas Hoppstjartleken användes i miljöundervisningen för en klass med nio-, tio- och elvaåringar, och hur eleverna använde sig av naturvetenskapliga begrepp i detta sammanhang. Barnen dramatiserade en näringskedja genom att tilldelas olika roller. Några

var hoppstjartar, andra var spindlar och ytterligare andra var kungsfåglar. Man lekte kull och tog (fångade) varandra enligt vissa regler. Eleverna levde sig in i leken och in i olika organismers levnadssätt och använde begrepp och samband, som också kunde relateras till deras vardag. Eleverna lärde under själva leken, men främst efter att den ägt rum och när aktiviteten bearbetades. Slutsatsen var att leken kan utgöra ett viktigt redskap för lärande i miljö, men att bearbetningen efteråt också är viktig.

Social identitet och möjligheter att lära sig naturvetenskap

Staberg (1992, 1994) gjorde en studie med fokus på flickor, där hon genomförde observationer av 39 lektioner och följde två elevgrupper på en skola under tre år på högstadiet i samtliga NO-ämnen (även teknik). Sex olika lärare undervisade under denna tid i de två elevgrupperna på skolan.

Resultaten av studien visade att flickor tog på sig uppgiften att i klassrummet vara de som höll samman lektionerna, medan pojkarna strävade att dominera scenen. Flickor försökte se sammanhang och samband och även mycket framgångsrika flickor ifrågasatte sin egen förståelse. Även Lindahl (2003) skriver att flickor klagat mest på att de inte förstår. De flesta flickorna i Stabergs undersökning formade en kvinnlig könsroll av mogenhet som var i motsats till den leklust som de menade att pojkarna visade när de experimenterade. Pojkar kritiserade flickor både när de misslyckades och när de lyckades och de försökte få makt över ämnesinnehåll och apparater. Det visade sig att de flickor som trots allt intresserade sig för fysik och kemi ofta hade stödjande fäder eller åtminstone föräldrar med högre utbildning. Teknik ratades av samtliga flickor. Den slutsats som Staberg drog, var att flickor och pojkar mötte högstadiets fysik, kemi och teknik på olika sätt, vilket bidrog till att påverka elevernas val att gå vidare eller inte gå vidare med NO i gymnasiet.

En undersökning om hur elevers arbete konstruerades i NO-klassrummet och hur NO-lektionerna var relaterade till konstruktionen av elevers skolförväntningar (skolkarriärer) har genomförts (Sahlström & Lindblad, 1998). Den gjordes som en longitudinell studie med video- och ljudinspelningar av samtal i klassrum i årskurserna 8 och 9 i två skolor mellan åren 1992–1995. Studien var en del av ett större projekt med många inspelade lektioner i olika ämnen. Av totalt 28 inspelade NO-lektioner, var 18 stycken organiserade kring något slags laborationsarbete för eleverna, där de följde någon slags

skrivna instruktioner för att besvara förutbestämda frågor. NO-lektionerna liknade många av de andra lektionerna i projektet, förutom att NO-lektionerna var beroende av andra artefakter än text för elevernas eget arbete. Utifrån ett stort datamaterial valdes fyra lektioner ut, med två flickor som uppvisade olika skolkarriärer med avseende på betyg i alla ämnen. Inspelad tid kategoriserades i *tystnad* eller *tal* och *inom ämnet* eller *utom ämnet*. Det noterades också hur mycket man talade offentligt i hela klassen och hur mycket man arbetade med t ex experiment.

Första lektionen var ett experiment med järnfilspån på papper och magneter. Syftet med experimentet var att förstå principer bakom magnetiska fält. Sambandet mellan vad eleverna gjorde och vad de förväntades göra var inte uppenbart. Sambandet mellan vad de gjorde och förväntades lära sig var ännu mer diffust. Ganska mycket tid ägnades åt prat om andra ämnen än det lektionen handlade om. De två flickorna som fokuserades på verkade uppleva två helt olika lektioner. Hannele var tyst och inaktiv, arbetade bara kort tid med experimentet, gjorde inte allt som skulle göras och talade inte alls offentligt. Inger (med mer framgångsrik karriär) arbetade mer med experiment, samverkade med andra med hög status, tog mycket tid offentligt samt frågade mycket. Ingen av dem verkade dock ha förstått meningen med experimentet. Hannele frågade inte, medan Inger ritade, dock inte så som det var menat, utan utförde mer en estetisk lek.

Tre andra NO-lektioner analyserades också, med liknande resultat. Lektionerna i årskurs 9 innehöll rätt mycket prat utanför ämnet för båda flickorna (10 av 40 minuter). Den sociala kontexten för de två flickorna i klassrummet såg helt olika ut och de arbetade nästan uteslutande med olika klasskamrater.

Författarna menar att det är rimligt att förstå de två flickornas olika skolkarriärer delvis utifrån deras erfarenheter i NO-klassrummet. Kunskap om och i ämnet gav Inger möjlighet att uppehålla en position i gruppen, vilket resulterade i ett större socialt nätverk och fler möjligheter att interagera med läraren. En lektion talade hon nästan fem minuter i klassen och det säger sig självt att alla inte kan tala så mycket under en 40-minuterslektion. Ingers möjlighet att tala i helklass i frågor-svar-sekvenser var beroende av den samtidiga tystnaden hos de andra eleverna. På detta sätt konstruerade elever och lärare möjligheter och begränsningar för varandra genom sina handlingar.

Författarna föreslår att man försöker påverka placeringen i klassrummet så att duktiga och mindre duktiga får arbeta tillsammans och att man diskuterar obalanser i deltagande i den offentliga diskussionen i klassrummet.

Laborationsarbete verkade inte så meningsfullt i det här fallet, men författarna påpekar att det i alla fall var värdefullt med smågruppsdiskussioner, eftersom de möjliggjorde för fler elever att delta. Man kan t ex se i de analyserade lektionerna att Hannele aldrig bidrog verbalt i helklass, men diskuterade en hel del om t ex geologi i grupparbete.

Integrationstanken, att undervisa olika elever tillsammans för att de skall ge och ta av varandra, kan verka misslyckad eftersom systemet verkar favorisera de redan favoriserade. Författarna menar att studiens resultat bidragit till förståelse av hur en speciell grupp av elever kan gynnas i den svenska obligatoriska skolan. Alla elever får inte samma möjligheter att lära.

Elevers texter och NO-undervisningen

Edling (2006) studerade aktiviteterna kring läsande av texter i svenska, samhällskunskap och naturorienterade ämnen i årskurs 5, 8 samt i gymnasieskolans andra år. Det visar sig att läsning av samhällsvetenskapliga och naturvetenskapliga texter, i motsats till svenska, var monologisk till sin karaktär (t ex eleverna läser högt, läraren skriver en instruktion på tavlan) och uppföljningarna hade reproducerande karaktär. Texterna användes som informationskällor. Om det förekom dialogisk aktivitet, dvs aktivitet som inbegriper elevernas erfarenheter och tolkningar, var det i en introduktion till ett nytt avsnitt, inte i en instruktion eller uppföljning. Det förekom sällan diskussioner om hur man skulle läsa texten.

af Geijerstam (2006) undersökte i sin avhandling elevers texter och användning av text i NO. Eleverna som ingick i studien gick i årskurs 5 och 8. Skrivförlopp, dvs processerna runt skrivande, analyserades bl a med avseende på vilket stöd eleverna fick att strukturera och med avseende på elevaktivitet, dialogicitet och textmedvetenhet.

Ett resultat var att det fanns potentialer till att skrivandet kunde blivit en användbar del av undervisningen, eftersom det fanns flera element i skrivförloppen som var relevanta. Dessa var *introduktion till ämnet*, *introduktion till uppgiften* och i några fall (25-30%) *uppföljning* eller *användning av texten*. Det fanns alltså en relativt god struktur runt de olika skrivuppgifterna. I

en del sammanhang fanns en ganska hög grad av elevaktivitet, vilket också kunde bidra till användbarheten.

I samband med uppgiften att *rapportera från laboration* var elevaktiviteten högst, medan den var lägst i uppgiften att *skriva eget arbete*, vilket är förväntande. De andra skrivuppgifter som förekom var *föra anteckningar*, *svara på instuderingsfrågor* och *skriva berättelser*. Elevaktiviteten analyserades med avseende på om eleven deltog aktivt i klassrumsarbetet, bidrog med egna erfarenheter, m m.

af Geijerstam menar att hennes resultat på olika sätt pekar på att NO-ämnena till stor del är muntligt baserade. Problemet enligt af Geijerstam var att de olika stegen i skrivförloppet inte fylldes med dialogiskt innehåll, dvs man sökte inte i så stor utsträckning mottagare till sin text och diskuterade inte texten. Man diskuterade inte vem man skulle skriva för eller hur texten skulle formuleras. I de flesta klassrum som studerats var det ovanligt att det förekom arbete med att utveckla elevernas textmedvetenhet. Detta var särskilt tydligt i årskurs 8.

Geijerstam använder sig av begreppet *domäner* – olika språkliga aktiviteter där flera *genrer* används. Exempel på en domän inom naturvetenskaplig undervisning är ”Utföra vetenskap”. Med genrer menas olika funktioner för språkanvändningen. De kan ses som processer. Exempel på genrer inom domänen ”Utföra vetenskap” är: Procedur, Redogörelse för procedur, Förklaring, Rapport, och Diskussion. Om man börjar med den första och sedan rör sig mot den sista genren i uppräkningsordningen så rör man sig mot mer avancerade och teoretiska texter. Texterna utvecklades mellan årskurs 5 och 8 med avseende på antalet genrer, täthet och abstraktion, men man utvecklade inte texternas struktur eller logiska relationer i texten i motsvarande grad. De högpresterande elevernas texter var inte mer utvecklade när det gäller genrer än lågpresterandes, vilket skulle kunna förväntas om man lagt mer tonvikt på en skriftlig dialog.

Kommunikativa kedjor kring texterna var korta, dvs texterna användes inte som resurser i fortsatt arbete. Möjligheterna för eleverna att ingå i en dialog kring sitt lärande genom texterna var därför inte särskilt hög. De lågpresterande eleverna uppvisade högre *textrörlighet* i de texter som baserades i muntlig verksamhet. Med *textrörlighet* menas förmåga att läsa sin text högt, sammanfatta huvudpunkter, förklara eller göra generaliseringar, alltså

hur eleven kan använda sin text. Resultaten visar på att en kombination av muntlig och skriftlig verksamhet förmodligen fungerar mest effektivt för de lågpresterande elevernas lärande. Det finns enligt af Geijerstam en risk att eleverna utestängs från en naturvetenskaplig diskurs om man stannar vid att bygga kunskap på det muntliga vardagsspråket och inte går vidare, både muntligt och skriftligt, med en naturvetenskaplig diskurs.

af Geijerstam menar att det inte är självklart att egenproducerade texter är bättre ur en lärandesynpunkt än avskrifter, utan att det beror på hur de används. Avskrifter eller modelltexter kan fungera som vägar att ta sig in i en ny genre. Det viktiga är elevens förhållande till texten och hur den används. af Geijerstam ser i sitt material att den aktiva förståelsen och dialogen fanns i relation till laborationer och lektioner, snarare än till elevernas texter.

I detta sammanhang kan det vara intressant att nämna en studie av Karlsson och Molander (2004), där sambandet mellan elevernas läsförståelse och elevernas resultat på provet i naturvetenskap i PISA 2000 undersöktes. Resultaten visar att elever som fick höga index på 1) att söka information och 2) att reflektera över en texts innehåll såväl som dess form i genomsnitt presterade bättre inom naturvetenskap än de med lägre index. Samvariationen var starkast för de uppgifter som kräver egenproducerade svar och som bygger på omfattande texter.

Också Engström (1994) fann ett positivt samband mellan resultat i naturvetenskap (i SISS, föregångare till TIMSS) och ordkunskap. Han genomförde en analys på data från SISS, Second International Science Study, med elever i årskurserna 7, 8 och 9 under år 1983. Han undersökte samband mellan olika faktorer som attityder till NO, hembakgrund, förmåga, ansträngning, resultat i NO och intresse för fortsatt deltagande i NO-utbildning. Analysen visade att de faktorer som hade störst samband med goda resultat i NO var hembakgrund och ordkunskap.

Sammanfattning

Forskningen om NO-undervisning i klassrummet har intresserat sig för många olika frågor. Huvudsakligen har fallstudier genomförts som ger utförliga data men från icke-generaliserbara urval. Resultat från dessa har emellertid visat hur man kan se på olika fenomen och har skapat nya begrepp. Dessa kan ses som oerhört viktiga tankeverktyg, vilka varje läsare själv kan

pröva använda vid studier av NO-undervisning. Det har visat sig att undervisningen betonar olika saker. Det kan vara begreppsförståelse, färdigheter, procedurer, epistemologi eller intresse.

I flera undersökningar har man visat att lärare fokuserat på ”induktiv undervisning”. I en ambition att låta eleverna upptäcka själva får de ofta laborera självständigt och sedan dra slutsatser från sina observationer, vilket innebär svårigheter för dem. De kan också låta sina elever använda Internet för att söka information, vilket ofta leder till att eleverna enbart söker fakta och inte argument. Det var svårt för eleverna att finna den mening hos olika begrepp som var relevant för den kontext de arbetade i och lärare verkade omedvetna om denna svårighet.

Forskningsresultat visar också att vardagsanknytning inte är ett självklart och tydligt begrepp. Den vardagsanknytning lärare ofta gör i de här redovisade studierna är att använda den kanon av exempel som traditionellt finns i läroböckerna och som visar sig anknyta varken till elevernas eller till lärarnas vardag. Vardagens språk kontra naturvetenskapens språk har problematiserats av en del forskare, där samtal mellan lärare och elev växlar mellan de två. Naturvetenskapens karaktär och språk skiljer sig från vad eleverna är vana vid från vardagen, men också från den akademiska naturvetenskapen som finns i skolans NO-ämnen.

Att flickor och pojkar möter NO-undervisningen på olika sätt har visats, men också att elevers sociala kontext i NO-klassrummet kan se så olika ut att det kan verka som att två elever i samma klassrum varit med om olika lektioner.

Det verkar finnas en tradition av muntligt baserad NO-undervisning där det är ovanligt att man arbetar med att utveckla elevernas textmedvetenhet i ämnet. En ökad kunskap inom detta område skulle förmodligen gynna elevernas lärande i NO. För att få tillgång till en naturvetenskaplig diskurs behövs kanske mer medvetet tränande, både skriftlig och muntlig, inom denna.

Läroboksperspektiv

4. Läroboksperspektiv

Enligt Nelson (2006) saknas i stort sett experimentella studier, även internationella, som undersöker effekter av läroboksanvändande. Nelson hittar endast en, en nederländsk studie av hur läroböcker i fysik användes. Hans artikel är en litteraturöversikt över undersökningar kring hur läroböcker används och kring attityder till läroböcker. Av de referenser han citerar är det bara Olofssons undersökning (1998), TIMSS och NU, som rör NO-läroböcker i svensk grundskola. Läroböcker för lägre åldrar finns inte i några undersökningar vad vi kan se, men dessa kan vara svåra att genomföra bland annat eftersom NO-ämnena i läroböcker är integrerade med SO-ämnena.

Termerna läromedel och läroböcker används omväxlande i olika undersökningar. Eftersom läromedel kan ses som ett vidare begrepp, där t ex filmer och arbetshäften kan ingå, medan läroböcker avser den textbok i ämnet som eleverna använder, och det i undersökningarna oftast handlar om dessa, så kommer vi här att använda termen läroböcker. Ibland kan dock begreppet läromedel vara relevant. Genom att undersöka läroböcker och andra läromedel kan man få en bild av hur ämnet visar sig för en stor del svenska elever. Enligt Hultén (2008) är det mellan en och fyra läroböcker eller läromedels-serier som dominerar marknaden vid en given tidpunkt, alltså ett fåtal läroböcker som har stor spridning och når många elever.

Läroböcker har stort inflytande på undervisningen därför att många lärare planerar sin undervisning utgående från läroböcker. Enligt Olofsson (1998) som sammanfattade lärarenkäten i TIMSS 1995, där mer än 400 stycken NO-lärare (som undervisade i årskurs 8) ingick, så angav hälften av lärarna att de baserade mer än hälften av undervisningstiden på en lärobok. Vid planering användes tidigare lektioner, elevläroboken, andra läromedel och lärarhandledning. För att välja ut uppgifter, övningar och hemuppgifter användes också läroboken. När det gäller hur undervisningen utformades användes oftast annat material och lärarhandledningen (Olofsson 1998). TIMSS-undersökningen 2003 (Skolverket 2004 c) rapporterade att de allra flesta lärarna i NO (årskurs 8) använde lärobok. Men mindre än hälften hade den som huvudsaklig grund för sina lektioner. Den användes av övriga mer som komplement. I NU-undersökningarna år 1992 och 2003 frågade

man eleverna om hur intressanta och svåra läroböckerna var. År 1992 ansåg eleverna att biologiböckerna var mer intressanta än fysik- och kemiböckerna. De var också lättast. År 2003 gavs ett lägre värde på hur intressanta böckerna var. Samtliga böckerna upplevdes vara varken svåra eller lätta.

En annan orsak till att läroboken är en viktig del av undervisningen är att det är en av de texter i ämnet som eleverna oftast möter. "Ämnet framträder genom läroböcker, laborationer och lärare", som Staffan Selander skriver i ett förord till von Wrights rapport "Genus och text" (Wright 1999). Enligt Selander kan lärarens tal ses som en text, och lärobokens text en annan och det är svårt att veta vilken av dessa (eller andra texter, som texter från tidskrifter, Internet och TV) som har störst betydelse.

Miljö- och medborgarfostran

När Östman (1995) analyserade läroplaner och kemi- och biologiböcker från 1980-talet var han intresserad av vilka diskurser som fanns i texterna. Vilka meningar förmedlades när det gällde natursyn, syn på förhållandet människa – natur, syn på naturvetenskap och förhållandet individ – samhälle? Med meningar kommer också enligt Östman följemeningar, dvs det som inte uttrycks men följer av det som sägs. Han valde avsnitt ur läroböckerna som behandlade kontroversiella frågor eftersom han var intresserad av texternas roll i miljö- och demokratifostran.

Den diskurs som enligt Östman fanns i alla kemi- och biologiläroböckerna benämnde han efter Englund (1986) en "vetenskapligt rationell" diskurs. Denna karakteriserade han, med meningar och följemeningar, på följande sätt: en natursyn som innebär att människan är skild från naturen, hon är ett autonomt subjekt och naturen ett ting, ett objekt. En kunskapssyn som innebär positivism, att naturvetenskapliga kunskaper representerar verkligheten som den är. Den vetenskapligt rationella diskursen kännetecknas också av antropocentrism, dvs människan är centrum i världen och endast människan har ett egenvärde. Inom den vetenskapligt rationella diskursen urskiljde Östman två selektiva traditioner, den akademiska, utan uttryckliga moraliska resonemang, och den romantiska, med uttryckliga moraliska resonemang, vilket innebär att människan har ett ansvar för sitt naturumgänge, ett ansvar inför kommande generationer. Den senare traditionen fann han endast i biologiläroböcker. I de texter som tillhörde den romantiska traditionen fanns också meningen

att naturvetenskapliga kunskaper gav en grund för att föreskriva hur vi ska handla gentemot naturen.

Den dominerande diskursen i NO-utbildningen kunde enligt Östman (1995) medföra att eleverna såg sig själva som skilda från naturen och från de demokratiska processerna. Han menade att den också kunde innebära att utbildningen producerade en elit som kunde tillgodogöra sig den vetenskapligt rationella diskursen, och en majoritet av medborgare som inte kunde det, och blev underordnade eliten.

Svennbeck (2003) gjorde en analys liknande Östmans men hon tittade på fysikböcker under 1990-talet. Samma diskurs och traditioner som Östman hittade i kemi- och biologiböcker på 1980-talet fann hon i fysikböckerna på 1990-talet. En skillnad mot Östmans resultat var att det tio år senare fanns uttryck för den romantiska traditionen mer eller mindre i alla fysikläroböcker. Östman hittade ju denna enbart i biologiläroböcker. Svennbeck menade att diskursen i läroböckerna har en antropocentrisk hållning, där endast människan har ett egenvärde. Detta innebär att omsorg om naturen utsluts genom de principer som etiken bygger på. Med omsorg om naturen menade Svennbeck också ett förhållningssätt som innebär ett möte med naturen där båda påverkas, där man har ett ansvar och där det inte går att mäta och systematisera. Dessa möten benämndes ”jag–du”-möten med naturen och skulle kunna visa sig i kärleksfulla personliga berättelser. De erbjöds inte heller i läroböckerna. Också de kunskapsvägar som läroböckerna erbjöd utslöt möten med naturen som skulle kunna innebära omsorg.

I ett längre perspektiv är det tydligt att miljöfrågorna fick en stärkt ställning efter 1980 (Hultén, 2008). De miljörelaterade avsnitten blev fler och en helt ny begreppsapparat infördes med begrepp som ekosystem, kretslopp och förnyelsebara energikällor. Hultén ser en skillnad i hur de olika ämnen normerar människans förhållande till naturen. I biologin beskrevs förhållandet nästan som en naturlag, att människan måste följa naturens spelregler. Kemin behandlade hur fungerande kretslopp skulle skapas och fysiken var det ämne som förhöll sig mest neutralt. Fysik var också det ämne som hade lägst andel miljöinnehåll. I läromedlen från senare delen av perioden framstod naturens ordning som mer fundamentalt rubbad än tidigare. Se också kapitel 2 om hur läroböckernas innehåll förändrats i förhållande till bland annat läroplaner.

Genus, jämställdhet och mångfald

von Wright (1999) undersökte fysikböcker för högstadiet och gymnasiet från senare delen av 1990-talet ur ett jämställdhets- och genusperspektiv. Kriterierna hon använde vid analysen var att en jämställd text ska uppvisa *genuskänslighet*, dvs ta hänsyn till genusfrågan i de fall den har betydelse, vara *genusmedveten*, dvs problematisera genusfrågan på ett medvetet sätt och *inkluderande*, ta upp många olika perspektiv på innehållet. Enligt den genusforskning von Wright stöder sig på finns skillnader i hur flickor och pojkar lär sig, hur de löser uppgifter och vad de är intresserade av. ”Kvinnlig kunskap” (eller ”förenande kunskap” enligt Svennbeck, 2003) betecknar kunskapsvägar/processer som baserar sig på personlig erfarenhet, medan ”manlig kunskap” (eller ”åtskiljande kunskap” enligt Svennbeck, 2003) bygger på objektivitet, logik och analys. Flickor verkar ge sammanhanget större betydelse när en uppgift ska lösas än vad pojkar gör. von Wright kom fram till att de analyserade texterna inte uppfyllde krav på jämställdhet. De flesta fysikböckerna värderade det som enligt traditionell genusforskning tillskrivs manligt genus högre än det som tillskrivs kvinnligt. Den naturvetenskapliga kunskapen framställdes som sannare än annan kunskap och man kunde få intrycket att det fanns en enig naturvetenskaplig världsbild som skulle ses som den rätta. En mer jämställd text som hade gjort det tydligt att naturvetenskapen angår alla skulle i stället ha framställt naturvetenskapen som resultat av mänskliga ansträngningar och diskussioner. Exempel togs ur traditionellt manliga sammanhang (t ex bilar). Kvinnliga forskare syntes knappt i texterna och texter som rörde etiska och omvårdande värden (vilket ses som mer intressant för flickor) var sällsynta. Det fanns dock stor variation, en del texter fokuserade på elevernas egen kunskapskonstruktion och reflektion. Detta menade författaren innebar att de var på väg mot ett jämställt hantlande av ämnet. von Wright menade att ett större intresse för elevernas egen kunskapsprocess och relationen mellan människa – natur och större fokus på mänskligt handlande skulle bidra till jämställdheten i läroböckerna.

Delar av Svennbecks (2003) avhandling behandlade också genusaspekten. Hon använde som analysinstrument begreppet *kunskapsprocesser eller kunskapsvägar* och tittade på vilka som erbjöds i läroböckerna. Med hjälp av teori från ekofeministisk forskning visade hon att kunskapsvägarna i de

undersökta läromedlen var typiska för manligt genus och de kvinnliga kunskapsprocesserna inte gavs plats. De kunskapsvägar som erbjöds skapade inte intresse hos flickorna, vilket bekräftade von Wrights resultat.

En granskning av läroböcker utifrån etnisk tillhörighet, funktionshinder, kön, religion och sexuell tillhörighet genomfördes på Skolverkets uppdrag (Skolverket 2006). Den symboliska framställningen av dessa fem aspekter analyserades med utgångspunkt i läroplanernas värdegrund. Text, bilder, elevuppgifter och lärarhandledning från läroböcker i olika ämnen användes. Tre av dessa var i biologi för grundskolans senare del. Läroböckerna var publicerade under perioden 2000–2005 och valda för att ge variation med avseende på bokförlag och författare. Biologiläroböckerna analyserades endast med avseende på aspekterna funktionshinder, kön och sexuell tillhörighet, och det visade sig att kön presenterades med starkt (biologi)ämnesfokus och könsneutralt språk. Texterna saknade sociala perspektiv på biologin, könsperspektivet utelämnades. En av läroböckerna, *Biologi direkt*, problematiserade enligt författarna könsrelationer på ett bra sätt ur ett genusperspektiv. Oftast hänvisades till ”människan”, men när beköning skedde blev det oftast en man. Detta gjorde att mannen blir norm och kvinnan den avvikande. Transpersoner var kraftigt underrepresenterade i läroböckerna och pojkar och män var överrepresenterade enligt författarna.

Aspekter av relevans för funktionshinder berördes i mycket liten utsträckning i biologiböckerna, dock oftare där än i övriga. Normalt fungerande kroppar behandlades och funktionshinder sågs som störningar och avvikelser. Funktionshinder diskuterades i samband med fosterdiagnostik och abort. I en ämnesövergripande analys tyckte man sig se att läroböckerna bidrog till en social konstruktion av den normala människan och funktionshinder som en problematisk avvikelse. Man tog inte upp de olika variationer i funktionsnedsättning och hur det är att leva med dem, man osynliggjorde dem i stället (Skolverket 2006).

Frågor om sexualitet behandlades på ett relativt systematiskt sätt. Sexuella läggningar som nämndes var hetero-, homo- och i några fall bisexualitet i samband med sex och samlevnad. Begreppet HBT (homo-, bi- och transpersoner) förekom inte. De biologiska aspekterna var utgångspunkt – sexualitet handlar om reproduktion – och alternativa sätt att förstå sexualitet fick ingen plats. Heterosexualitet var normen i alla de granskade läroböckerna. (Skolverket 2006).

Begreppsförståelse

En undersökning av fyra biologiläroböcker för grundskolans senare årskurser genomfördes av Zetterqvist (1999). Mot bakgrund av forskning som visar att evolutionsteorin är svår att lära sig och att den inte används särskilt ofta av elever var hon intresserad av på vilket sätt evolutionsteorin behandlades i läroböcker och om det fanns felaktigheter eller formuleringar som skulle kunna leda till missförstånd. Evolutionsavsnitten upptog mellan fyra och sex procent av sidantalet och genetikavsnitten, som kan sägas höra ihop med evolutionsteorin, ungefär lika lite, i slutet av alla böcker. Risken var alltså att eleverna inte mötte evolutionsteorin förrän i slutet av grundskolan. Därför analyserades om och hur evolutionsteorin behandlades i andra avsnitt. Det visade sig att det erbjöds ett visst stöd för eleverna att lära sig teorin, men att det också fanns brister. Det saknades kopplingar mellan evolutionsteori och fenomen i den levande världen, artbildningsteorin togs inte upp och kopplingar till livets mångfald fanns inte. Urvalsteorin förklarades bara i två av böckerna, variation togs inte upp alls. Det fanns formuleringar som skulle kunna leda till missuppfattningar, t ex uttryck som ”utveckling för artens bästa” som kunde leda till understödjande av alternativa föreställningar om evolutionsteorin.

Bach (2001) gjorde en analys av fyra läroböcker med avseende på avsnitten om optik. Dessa var ofta rikt illustrerade och vid närmare granskning visade sig illustrationerna ofta vara i överensstämmelse med forskningsresultat om elevers alternativa föreställningar. Det förekom t ex pilar ritade från ögonen på personer till föremål dessa personer tittade på. Detta påminner mycket om de ”synstrålar” som finns rapporterade som alternativa föreställningar i forskningslitteraturen. I läroböckerna infördes också, utan problematisering av modellen, ljusstrålar och dessa refererades till som om de verkligen finns i naturen. Ljusstrålar omtalades både som en modell för ljuset och som själva ljuset. Modellen och det som modellerades sammanflätades och det borde vara i det närmaste omöjligt för en elev att urskilja dem från varandra. Läroboksförfattarna tycktes sträva efter att vardagsanknyta texter och illustrationer så mycket de kunde (Se också kapitel 3, som visar på samma sak). Detta riskerade dock att leda till att modellerna helt förlorade sitt värde. De kan inte förklara något i världen när de sammanblandas med den. Ett mål att sträva mot i grundskolans kursplaner för NO-ämnena är att eleverna

”utvecklar förmåga att se samband mellan iakttagelser och teoretiska modeller”. Analysen av just dessa fyra läroböcker för avsnittet om optik visade enligt Bach att de i mycket begränsad utsträckning stödde eleverna i detta.

När det gäller analyser med inriktning mot begreppsförståelse så blir dessa kanske med nödvändighet specifika. Två sådana är gjorda med exemplen evolution och optik. De visar, att det fattats en hel del insikter i alternativ begreppsförståelse (och kanske också kunskaper i naturvetenskap) hos dessa läroboksförfattare och illustratörer. Tidigare analyser (före år 1992) visar samma sak, men det är vanskligt att utifrån dessa två senare exemplen göra generaliseringar om att moderna läroböcker genomgående har dessa brister.

Abstraktion

En studie med annan inriktning, Edling (2006), undersökte lärobokstexter i svenska, samhällsvetenskap och naturvetenskap för årskurs 5, 8 och andra året på gymnasieskolan. Syftet var att beskriva abstraktion i texterna, där 20 lärobokstexter från naturorienterande ämnen, utgivna 1995–2000, användes. Det visade sig att texter från naturorienterande ämnen i lägre grad refererade till specifika och i högre grad till generella företeelser än texter i svenska och samhällsvetenskap. De var också mer abstrakta än de övriga. Abstraktionen ökade med årskurserna. De naturorienterande texterna innehöll också mer tekniskt (och inte så mycket vardagligt) språk än de svenska och samhällsvetenskapliga, och graden av teknikalitet ökade med årskurserna.

Sammanfattning

Läroböckernas inflytande på NO-undervisningen är stor och ämnet framträder mycket genom dem. De har analyserats med avseende på hur natursyn, synen på förhållandet mellan människa och natur och synen på relationen naturvetenskap – individ – samhälle förmedlades. En diskurs som benämns ”vetenskapligt rationell” fanns på 1980-talet i alla biologi- och kemiböcker. Den innebär att människan är skild från naturen, att naturvetenskapliga kunskaper representerar verkligheten som den är samt att endast människan har ett egenvärde. I fysikböcker fanns (tio år senare) fortfarande en vetenskapligt rationell diskurs, men mer av moraliska resonemang, där människan antas ha ett ansvar för sitt naturumgänge och för kommande generationer.

Ännu i början på 2000-talet saknas en text i läroböckerna som tydliggör att naturvetenskap angår alla. Inte heller framställs naturvetenskap som en mänsklig konstruktion som inte är oproblematiserad och sann.

De flesta fysikböcker i slutet av 1990-talet uppfyllde inte krav på jämställdhet i det att de värderade det som traditionellt tillskrivs manligt genus högre än kvinnligt, och erbjöd kunskapsvägar som inte var intressanta för flickor. Även i senare läroböcker finns en överrepresentation av pojkar och män och heterosexualitet och normalt fungerande kroppar framställs som norm.

Ett par läroboksanalyser har gjorts med avseende på begreppsförståelse av ett ämnesinnehåll. Evolutionsteorin behandlas t ex i slutet av årskurs 9, vilket skulle kunna medföra att den aldrig hinner tas upp. Det fanns visst stöd för elever att lära sig evolutionsteorin, men det fanns också brister som bl a kunde leda till missförstånd. Optikavsnitt i läroböcker var ofta rikt illustrerade, men ofta på sätt som förstärkte elevers alternativa föreställningar och som inte stödde eleverna särskilt mycket i att se samband mellan iakttagelser och teoretiska modeller.

Texter i NO-läroböcker visade sig i en analys i högre grad referera till generella företeelser och mer abstrakta texter än vad läroböcker i svenska och SO gjorde. NO-böckerna innehöll också mer tekniskt språk. Inga läroboksanalyser är gjorda på läroböcker för yngre barn. Efter Lpo 94 har endast läroböcker i fysik analyserats, med undantag av Skolverkets granskning (2006).

NO-undervisning ur lärarperspektiv

5. NO-undervisning ur lärarperspektiv

Lärare har i olika undersökningar och sammanhang uttalat sig om sin egen NO-undervisning. Detta kapitel handlar om NO-undervisningen ur ett lärarperspektiv.

Undervisningsmönster och arbetssätt

I de nationella utvärderingarna (NU) av grundskolan uttalade sig lärare i (årskurs 9) om sin undervisning. Här följer några resultat från de två utvärderingarna som gjordes år 1992 (Skolverket, 1993) och år 2003 (Skolverket, 2004 a).

Tolkningar av data för år 1992 av lärarnas uttalanden visade att lärarna (N=322) hade ett ganska traditionellt undervisningssätt. De höll lektioner med demonstrationer. Eleverna fick laborera ganska ofta och fick då följa detaljerade anvisningar. Lärarna ville förändra sin undervisning och öka elevaktiviteten, lägga större vikt på förståelse och ge eleverna fler problem som dessa skulle lösa experimentellt. De ville låta eleverna planera sitt arbete mer på egen hand.

År 2003 ansåg lärarna (N= 243) att traditionella inslag som att berätta och förklara och skriva på tavlan samt att låta eleverna följa detaljerade anvisningar förekom alldeles tillräckligt, medan de ville utöka sina samtal med eleverna om mål och betygskriterier och i högre grad använda formativ utvärdering (för att löpande låta utvärdering påverka undervisningen) samt låta eleverna få större inflytande över undervisningen. Lärarna skulle också vilja stimulera elevernas motivation och tänkande mer.

Lärarna önskade både år 1992 och år 2003 att eleverna i högre grad skulle delta i planeringen av undervisningen. NO-lärarna var alltså inte riktigt nöjda med den undervisning de gav. De bedömde att minskad klasstorlek var det främsta önskemålet för att kunna förverkliga målen för undervisningen. Önskemålet var starkare år 2003 än år 1992. Brist på tid ansågs av lärare som den viktigaste faktorn till att inte hinna ta upp aktuella problem med naturvetenskaplig anknytning i den utsträckning man ville. Men aktuella problem som försurning, användning av genteknik, ”växthuseffekten”, ozonskiktets

uttunning m m framstod år 2003 som alla NO-ämnens angelägenhet medan de år 1992 mest var biologiämnets.

Den bild som framträdde i båda NU-undersökningarna var att lärarna inte kände sig helt tillfreds med sin NO-undervisning, vilket kan jämföras med den bild som framkom där lärarna trivdes, kände sig uppskattade av eleverna och tyckte att arbetet var viktigt, engagerande och stimulerande. Lärarna instämde emellertid inte i påståendet att deras arbete erbjöd goda utvecklingsmöjligheter.

I TIMSS-undersökningen 1995 framkom några intressanta resultat (Olofsson, 1998). Undersökningen gällde lärare för årskurserna 6–8 och vad de ansåg vara mycket viktiga kunskapsmål. Det var att kunna tänka följdriktigt och metodiskt, att förstå begrepp, principer och strategier och att kunna förklara sina lösningar av problem. Drygt en tredjedel av lärarna använde också de flesta lektionerna till att förklara tankegångar bakom begrepp och skriva förklaringar till fenomen och iakttagelser. Högstadielärarna gjorde det oftare. Lärarna ansåg att de hade stort inflytande på innehållet i sin undervisning och ansåg att de i liten utsträckning begränsades att genomdriva den undervisning de önskade. De faktorer som emellertid var mest problematiska för dem var för många elever per lärare och elever med olika studiebegävnin. Årskurs 6-lärarna nämnde brist på utrustning som den mest begränsande faktorn. De utförde också demonstrationsförsök i mindre utsträckning än högstadielärarna. Hela 90 procent av mellanstadielärarna men bara 15 procent av högstadielärarna hade färre än 19 laborationstimmar per år.

TIMSS-undersökningen 2003 (Skolverket, 2004 c) rapporterade att elevernas lärare i NO (årskurs 8) uppgav att de under en tredjedel av tiden lät sina elever arbeta med uppgifter och då under deras ledning. En annan tredjedel av tiden hade lärarna längre genomgångar eller repetitioner och förklaringar av ämnesinnehåll eller metoder. Då lyssnade eleverna. De flesta lärare menade att de ofta bad eleverna koppla det de lärt sig till vardagen. Eleverna fick ofta utföra experiment eller undersökningar och ofta i smågrupper. Det var ovanligt att lärarna visade eleverna experiment eller undersökningar. År 2003 (Skolverket, 2004 c) angav lärarna ungefär samma faktorer som år 1995 som begränsande för deras NO-undervisning, nämligen antal elever per lärare samt elevers olika studieförmåga, ointresse och störande uppförande. Jämfört med TIMSS 1995 verkar det som om arbete i smågrupper blivit vanligare.

Att arbeta med läxor kan vara en del av lärares arbetssätt. År 1995 sade drygt hälften av TIMSS-lärarna (Olofsson, 1998) att de gav läxor och det skedde oftast i form av textavsnitt ur läroboken eller någon annan källa. Näst vanligast var att eleverna fick i läxa att förbereda muntliga redovisningar (vanligare på mellanstadiet). Drygt hälften eller 58 procent av lärarna gav läxa en eller två gånger i veckan. År 2003 (Skolverket, 2004 c) gav ”mer än hälften av lärarna ingen läxa eller kort läxa högst hälften av lektionerna” av samma typ som tidigare, dvs främst uppgifter eller frågor att läsa i en lärobok eller annan källa. Att skriva egna arbeten var då också ganska vanligt, vanligare än projektarbeten, som i sin tur var vanligare än att arbeta med små undersökningar eller att samla in data. Att få i läxa att hitta tillämpningar var mindre vanligt. Om eleverna fått skriftliga hemuppgifter gavs ofta respons på dem genom att man samlade in, rättade och återlämnade dem till eleverna. Det var vanligt att lärarna använde redovisningar av läxan som betygsunderlag, särskilt på högstadiet.

Att genomföra empiriska undersökningar är vanligt i NO. I NU år 2003 i samband med att elevers färdigheter i problemlösning utvärderades i årskurs 5 och 9 (Kärrqvist m fl, 2005) berättade lärare hur ofta de brukade undervisa om hur man kan genomföra undersökningar på ett självständigt sätt. Resultatet var att 19 procent av de 100 lärarna i årskurs 5 ofta diskuterade med eleverna hur man genomför undersökningar. Resten av lärarna gjorde det sällan. I årskurs 9 uppgav 15 procent av de 69 lärarna att de många gånger brukade diskutera hur man genomför en undersökning. Men 20 procent av lärarna gjorde det aldrig. Många lärare gav alltså inga möjligheter för eleverna att lära hur man planerar och genomför en egen undersökning. Det kan ses som tecken på att många lärare låter eleverna arbeta med givna instruktioner om hur deras arbete med undersökningar ska genomföras. Detta stämmer också med TIMSS-resultaten att eleverna huvudsakligen arbetar med uppgifter under lärares handledning.

De flesta lärare i årskurs 5 (n= 100) diskuterade enligt den nationella utvärderingen i Problemlösning (Kärrqvist m fl, 2005) ofta med sina elever hur man kan formulera frågor och hälften av lärarna i årskurs 9 (n=71) gjorde det många gånger. Det var mer sällsynt att de äldre eleverna fick möjligheter att diskutera hur man kan forma sina egna frågor.

Zetterqvist (2003) dök i sin avhandling djupt in i innehållet evolutionsbiologi för att tolka de beskrivningar som de 26 lärare gjorde av sina undervisningsstrategier i evolutionsbiologi och hon såg två olika så kallade undervisningsprojekt; *orientering* och *begreppsförståelse*. Det första handlar om *att* evolution har skett och sker medan det andra handlar om *hur*, dvs om mekanismerna bakom. Orienteringsprojektet har enbart beskrivande mål och undervisar inte om kopplingar mellan evolution och släktskap, mångfald, variation och inte heller om naturligt urval eller om evolutionär anpassning eller artbildning. Begreppsförståelseprojektet har förklarande mål och kopplingar mellan evolution och släktskap, mångfald, variation. Elevers vardagsföreställningar utmanas och förklaringar ges till variation, reproduktion, evolutionär anpassning och artbildning. De flesta lärarna i Zetterqvists studie gav uttryck åt ett orienterande undervisningsprojekt med inslag av begreppsförståelse. Ett fåtal lärare (5 av 26) hade begreppsförståelse som undervisningsprojekt.

Bachs studie (2001) visar ett annat sätt att tala om lärares arbetssätt. Bach intervjuade elva lärare om deras optikundervisning. Lärarnas arbetssätt kategoriserades i fyra olika grupper. I den första gruppen beskrev lärarna sin undervisning som ganska traditionell. De hade diskuterande föreläsningar där de utgick från elevernas erfarenheter. De elever som upplevt ett fenomen ansågs ha likadana erfarenheter och de som inte upplevt fenomenet saknade erfarenhet. Lärarna resonerade alltså med empiristiska antaganden när de talade om observationer och hur man lär sig och använde en induktiv undervisningsstrategi. En andra grupp lärare fokuserade på elevaktivitet och att eleverna får söka fakta, ställa frågor, upptäcka på olika sätt. Det fanns då antingen ett empiristiskt sätt att se på vetenskap och lärande, där de antog att om man gjort en sak så har man också lärt sig en del om den, eller så fanns det ett mer konstruktivistiskt inspirerat sätt där läraren uppmärksammade elevernas mindre fruktbara sätt att resonera och försökte utmana dem. En tredje grupp lärare betonade diskussionen. De visade tecken på sina konstruktivistiska antaganden om lärande, när de försökte utgå från elevernas föreställningar och samverka med dem genom att diskutera historiska exempel. Lärarna ledde tydligt diskussionerna och hade ett tydligt mål för dem. En fjärde grupp lärare fokuserade naturvetenskaplig teori och lät den hålla samman vad eleverna skulle lära och undervisningen.

Mål för lärares NO-undervisning

Lärarna uttryckte i den nationella utvärderingen år 2003 (Andersson m fl, 2005) mycket höga ambitioner när det gällde olika mål för NO-undervisningen, högre än vad de gjorde vid utvärderingen år 1992, vilket möjligen kan förklaras med att skolan blivit målstyrd. Det mål som av lärarna rankades lägst i båda utvärderingarna var att förbereda för ”aktivt medborgarskap” (t ex delta i beslutsfattande eller opinionsbildning). Med tanke på vår nuvarande läroplans demokratiska diskurs (se kapitel 2) är detta anmärkningsvärt. Jämfört med år 1992 undervisade dock lärarna år 2003 mer om aktuella problem och i fler NO-ämnen.

Zetterqvist (2003) intervjuade 26 NO-lärare om vilka mål de hade för sin evolutionsundervisning. Så gott som samtliga lärare talade om målet att skapa intresse för ämnet och gärna anknyta till det intresse som redan finns. Samtliga lärare nämnde dels beskrivande och dels förklarande kunskapsmål. De flesta mål som nämndes var beskrivande, t ex att veta något om livets uppkomst, kunna beskriva livets evolution på jorden, veta att evolution ständigt pågår och att människan ingår i livets evolution. Men det fanns också en del inslag av förklarande mål, som att kunna teorin för naturligt urval.

Lärare talade om kunskapsmål som hade betydelse när det gäller att ta ställning till olika samhällsfrågor (Zetterqvist, 2003). För att kunna ta ställning till t ex försiktighetsprincipen, att hushålla med resurser och till överlevnadsfrågor kan kunskaper om att anpassning tar lång tid, och hur människan påverkar evolutionen vara ett kunskapsmål. För att uppnå en vördnad för livet kan insikter om att människan bara är en bland många andra arter och att människan är en del av evolutionen var användbara mål.

I en studie (Högström, Ottander & Benckert, 2006) intervjuades elva NO-lärare om sina mål för laborationer i undervisningen. Lärarna undervisade i årskurserna 7–9. Det visade sig att de uttryckte målen olika när de talade om laborationer i allmänhet jämfört med när de talade om mål för två specifika laborationer de valt ut. Mål för laborationer i allmänhet var att *utveckla elevernas förståelse för begrepp och fenomen*, där det gällde att visa och bekräfta en teori. Ett annat mål var att *tänka och reflektera kring det laborativa arbetet*, där eleverna skulle öva sig att förutsäga, värdera resultat och få känsla för storleksordningar. Målet att *anknyta till vardag och verklig-*

het, kunde innebära att anknyta laborationen till något utanför skolan och till praktiska tillämpningar. Ytterligare två mål var att *utveckla praktiska och manipulativa färdigheter* samt att *intressera och roa*. När lärarna talade om de specifika laborationerna fanns mål av både kognitivt, motoriskt och affektivt slag, som ovan, men ett mål tillkom: att *stimulera aktivitet och upplevelse*. När lärarna talade om de specifika laborationerna betonade de också mer de affektiva målen och de manipulativa, praktiska färdigheterna. Författarna poängterade att mål om att utveckla förståelse för naturvetenskapens karaktär och om naturvetenskapligt arbetssätt inte nämndes av lärarna. De laborationshandledningar som lärarna använde för de specifika laborationerna gav sällan stöd för eleverna att utveckla målet som lärarna bedömde som viktigt och som handlade om att reflektera och tänka kring sitt arbete. Beroende på hur man frågade, om mål för laborationer i allmänhet eller om mål för specifika laborationer, blev prioriteringarna olika.

Det är därför inte märkligt att resultaten skiljer sig från dem som framkom vid TIMSS-undersökningen 1995 (Olofsson, 1998), där lärarna menade att det viktigaste målet för laborativt/praktiskt arbete var att *motivera och skapa intresse*, men där de också nämnde andra mål som viktiga, som att *ge praktisk erfarenhet av olika fenomen* och *lära naturvetenskapligt arbets- och tankesätt*. Skillnaderna beror sannolikt på de olika undersökningsmetoder som använts; enkätfrågan i TIMSS-studien med givna svarsalternativ respektive intervjun i studien av Högström m fl. Det alternativ som gavs och som i TIMSS låg närmast att *utveckla elevernas förståelse för begrepp och fenomen* var *lära ämneskunskaper*. Det ansågs som fjärde viktigast av lärarna som hade möjligheten att välja bland olika alternativ.

I en av de få studier som gjorts med elever i årskurs 4 (Berg, Löfgren & Eriksson, 2007) framhåller läraren i den klass som studeras, att hennes laborativa undervisning i kemi har som mål att eleverna skall tycka att ”det är kul det här med NO”. Upplevelsen är viktig. Men hon har också några konkreta innehållsliga mål om att kunna namnen på vattnets aggregationsformer och fasövergångar samt beskriva vattnets kretslopp.

Test av elevernas förkunskaper

I NU 03 fann man att lärarna inte så ofta använder diagnoser för att ta reda på elevernas förkunskaper i NO innan de börjar undervisa ett nytt avsnitt (Andersson m fl, 2005).

Ingen av de 26 NO-lärare som Zetterqvist (2003) intervjuade beskrev explicit att de innan undervisningen t ex genom test brukade ta reda på vilka förutsättningar eleverna hade att lära sig evolutionsbiologi. Men genom sitt sätt att beskriva sin undervisning kunde Zetterqvist förstå att det ändå fanns potentiella möjligheter för lärarna att få en uppfattning om elevernas förutsättningar i denna. Till exempel tycktes lärarna låta elevers frågor styra och fördjupa undervisningen. Det fanns lärare som uppgav att de avläste elevernas kunskaper i området och kunde se vilka vardagsföreställningar de hade. De flesta lärare visade att de hade kunskaper om hur elever förstod evolutionsteorin.

De flesta NO-lärare gav i årskurs 8 prov högst ett par gånger om året (Skolverket, 2004 c). De gav oftast öppna uppgifter, där eleverna fick formulera svaren själva. Proven innehöll vanligtvis uppgifter som fordrade förståelse av begrepp, samband och processer. Uppgifter som byggde på att eleven kom ihåg fakta var inte lika vanliga. Minst vanligt var att ge uppgifter som inbegrep hypoteser och slutsatser.

Lärares eget kunnande i och om NO

Studier av lärares eget kunnande är sparsamt förekommande. De som finns är studier av lärarstudenters kunskaper. Vi har avgränsat vår översikt att gälla endast verksamma lärare i skolan.

En NO-lärare behöver kunskaper från flera fält. Utöver generella lärarkunskaper behövs kunskaper i naturvetenskapernas didaktik. Dessa innefattar kunskaper för att kunna göra väl genomtänkta val för sin NO-undervisning, t ex kunskaper om elevernas vardagsföreställningar i det område som undervisas och kunskaper om utbildningsuppdraget i relation till gällande kursplaner. En NO-lärare behöver naturligtvis också disciplinära kunskaper i naturvetenskap.

Vi känner till alldeles för lite om hur lärare ser på naturvetenskapens karaktär och vilken vikt de lägger vid den. Lärarnas syn på naturvetenskapens

karaktär anses av flera forskare ha betydelse för exempelvis deras mål med laborativt arbete i undervisningen (Högström, Ottander & Benckert; 2006).

En enda studie (Zetterqvist, 2003) har uttalat sig om lärares kunnande i evolutionsbiologi samt om deras kunnande om naturvetenskapens karaktär. Resultatet visade att när evolutionsbiologiska begrepp användes av de 26 lärare som Zetterqvist (2003) intervjuade gav de flesta av dem inte uttryck för några vardagsföreställningar. Men sex gjorde det när det gällde begreppet naturligt urval och tio av 26 det när det gällde begreppet anpassning. Då använde de ibland den vardagliga betydelsen av anpassning när de talade om evolutionär förändring. Nästan halva gruppen intervjuade lärare (12 av 26) gav uttryck för någon vardagsföreställning och nio av 26 uppmärksammade inte vardagsföreställningar angående naturligt urval och anpassning i ett skriftligt elevsvar de fick ta ställning till.

De flesta lärarna i Zetterqvists studie gav som tidigare nämnts uttryck åt ett orienterande undervisningsprojekt med inslag av begreppsförståelse medan ett fåtal lärare hade begreppsförståelse som undervisningsprojekt. Lärare med undervisningsprojektet begreppsförståelse visade i större utsträckning goda kunskaper om elevers förutsättningar att lära och förstå och visade i mindre utsträckning egna vardagsföreställningar i evolutionsbiologi.

I Zetterqvists (2003) undersökning gav ungefär en tredjedel av 20 lärare uttryck för vardagsföreställningar när det gällde naturvetenskapens karaktär. De talade om evolutionsteorins vetenskapliga karaktär och ansåg exempelvis att evolutionsbiologin har låg förklaringspotential och/eller låg vetenskaplig status. De verkar inte ha den moderna syn på naturvetenskaplig teori som innebär uppfattningen att en teori skapas och värderas av det vetenskapliga samhället, där teorin är deras hittills bästa försök att förklara vissa delar av naturen.

Skolans organisation och lärares NO-undervisning

Wolf-Watz (2004) har beskrivit hur nyutbildade lärare i grundskolans senare år påverkas av skolans organisation och är inspirerad av Basil Bernstein i sin analys, (*speciellt artikeln från 1971 On the classification and framing of educational knowledge, publicerad i Michael F D Youngs antologi Knowledge and control*). Hon har besökt nio nyblivna lärare under deras första anställningsår, intervjuat dem och identifierat två olika typer av skolor med olika koder,

”integrated code” och ”collection code”. ”Integrated code” inbegriper att läraren har möjligheter att agera självständigt genom att mjuka upp gränserna mellan skolämnena, vilket ofta sker i grundskolans lägre årskurser då läraren ansvarar för de flesta skolämnena. Arbetet är där ofta upplagt så att många lärare och många ämnen är inblandade och lärarna kan påverka och organisera sin egen undervisning. ”Collection code” innebär att ämnena undervisas separat och att lärarna är organiserade ämnesvis. Lärarna har anpassat sig till skolans organisation, vilket gör att deras undervisning är rätt privat och inte spontant öppen för insyn. Skolornas koder påverkar lärarnas möjligheter att förverkliga sin egen syn på undervisning (sin privata didaktik).

Sju av de nio skolorna identifierade Wolf-Watz som organiserade efter ”integrated code”. Där förekom mycket samarbete i arbetslag, där planering och organisering var mycket flexibel och man arbetade med teman i NO. Eftersom lärarna undervisade flera ämnen träffade de eleverna mer och kunde lära känna dem bättre. Lärare kunde t ex låta äldre elever bjuda in yngre till att arbeta med olika stationer som gällde temat hälsa. Då fungerade läraren stödjande för eleverna och överlät mycket av ansvar och kontroll till dem. Men lärare kunde också i en skola med ”integrated code” helt ta initiativet genom att planera och hålla i undervisningen och undervisa NO-ämnena separat fastän organisationen medgav att de integrerades.

Wolf-Watz gav exempel på lärare som arbetade under ”collected code” och som kunde känna att de inte fick undervisa som de egentligen skulle vilja. Man kunde t ex ha organiserat undervisningen kollektivt, så att undervisning måste ske parallellt med gemensamma och samtidiga prov. Detta gjorde till exempel att det inte gick att ta hänsyn till att klasserna behövde olika lång tid på sig. Lärare kunde uppleva att deras ”privata” undervisningsprojekt inte gick att förverkliga.

Betydelsen av lärares utbildning och erfarenhet för deras NO-undervisning

De svenska lärarna i NO är mindre erfarna år 2003 än år 1995, men det finns inga tecken på att detta skulle ha något samband med vad eleverna presterar för resultat i TIMSS (Skolverket, 2004 c). Erfarenhet mäts i den genomsnittliga tid som lärare undervisar och den hade minskat från 18–19 år till 13–14 år.

I NU-undersökningen (Andersson m fl, 2005) fann man att lärare år 2003 hade lägre formell ämneskvalifikation än lärare hade år 1992. De hade alltså fler akademiska poäng i sina ämnen år 1993 än år 2003. Men lärare hade akademiska poäng i fler akademiska ämnen år 2003. NU-forskarna letade efter om detta hade haft någon betydelse för elevernas resultat, men fann inte någon sådan koppling.

De lärare som i Zetterqvists intervjustudie (26 lärare) hade många akademiska poäng i biologi, beskrev sin evolutionsundervisning som mer inriktad mot begreppsförståelse än de som hade få poäng. De visade goda kunskaper om elevers förutsättningar att lära, men de kunde ändå ge uttryck för egna vardagsföreställningar. Lärare med lång undervisningserfarenhet beskrev också sin evolutionsundervisning mer inriktad mot begreppsförståelse än de med kort erfarenhet. De gav däremot sällan uttryck för egna vardagsföreställningar.

Lärares miljöundervisning

Under denna rubrik finns resultat av utsagor från lärare om deras miljöundervisning, vilken kan vara knuten till NO-undervisningen, men som ju ofta är bredare än så. Vi har valt att redovisa det vi vet om miljöundervisning i relation till NO (Skolverket, 2002) i detta särskilda avsnitt. Med Björneloos (2007) studie av miljöundervisning breddas bilden till att innefatta kompetenser som också ingår i NO-undervisningen.

En nationell kartläggning av miljöundervisningen i svensk skola har genomförts (Skolverket, 2002). Resultatet visade att 89 procent av grundskollärarna (92 representativt utvalda) bedrev miljöundervisning. De flesta lärarna, större andel på grundskolans högre årskurser än på de lägre, beskrev att de bedrev en miljöundervisning som av Östman & Öhman kallas *normerande* (Skolverket, 2002; Öhman, 2006). Den karaktäriseras av en betoning på värderingar och att t ex ta ställning i miljöfrågor med hjälp av bl a naturvetenskapliga argument. Människan bör informera sig om naturen och handla i linje med det växande kunnande som framkommer om den. Den näst vanligaste miljöundervisningen var om *hållbar utveckling*, då lärarna undervisar om konflikter mellan olika mänskliga intressen. Vetenskapen ger ingen moralisk vägledning. Detta konfliktbaserade perspektiv sätter demokratin i centrum. Det gäller för den enskilda individen att värdera och kritiskt granska olika alternativ och ta ställning. Större andel klasslärare än NO-lärare sade sig

undervisa efter denna tradition. Slutligen användes en *faktabaserad* miljöundervisning. Den bygger på tilltro till vetenskapen som lösning på människors problem. Det gäller att kontrollera de oönskade konsekvenserna av ett utnyttjande av naturens resurser. Man ser på fakta som objektiva och utifrån dessa fakta förväntas eleverna ta ställning.

Man kan jämföra den faktabaserade miljöundervisningen med den vetenskapligt rationella diskurs som dominerade Lgr 62 och Lgr 69 och se att de väl passar in i varandra. Den normerande miljöundervisningen kan jämföras med den demokratiska diskursen som skrivs fram i Lgr 80. Och miljöundervisning för hållbar utveckling kan jämföras med Lpo 94 där målet är att utbilda elever för ett framtida hållbart och ekologiskt samhälle, och där kritiskt tänkande elever skall diskutera och argumentera och komma fram till egna ställningstaganden. Alla de tre traditionerna för miljöundervisning finns antagligen parallellt i skolan i dag i varierande utsträckning, precis som utvärderingen visade år 2001.

En studie som inbegriper lärares miljöundervisning i de lägre stadierna är Björneloos (2007). Björneloo har undersökt vilka innebörder av hållbar utveckling som kommer till uttryck i lärares beskrivningar av sin undervisning. Hon har intervjuat 17 lärare som undervisar elever från 5–16 år och i olika ämnen och kommer fram till att undervisning för hållbar utveckling kan ses dels som en etisk praktik, dels som ett kulturbygge och dels som individens hållbara utveckling.

När undervisning för hållbar utveckling ses som ett *etiskt projekt* ser Björneloo två linjer – en med en vilja till riktning och en som är mer normativ. Att undervisa med en vilja till riktning betyder att eleverna skall utveckla en attityd till att sätta andras väl före egna behov och det kan innebära att lära sig att tänka i längre perspektiv och att se konsekvenser av olika handlingar. Att undervisa mer normativt är enligt Björneloo att anta att skolan kan ge kunskaper och värderingar så att eleverna senare som vuxna kan ta itu med ”världens ohållbara utveckling”.

Undervisning som *kulturbygge* är en undervisning som bygger på antagandet att delade kunskaper och erfarenheter bildar en gemensam kultur. Goda vanor spelar en viktig roll. Björneloo ser två linjer också här – en där det gäller att forma en motkultur och en där det gäller att bygga broar till olika kulturfenomen. Att bygga en motkultur kan vara att lära sig se världen holis-

tiskt, se hur allt hänger ihop, lära sig se samband mellan då och nu och sedan. Att bygga broar till skilda kulturfenomen inbegriper att utveckla förståelse för andra människor och deras kulturer och kön och för alla människors rätt och möjligheter. Antagandet är att en växande medvetenhet om vilket kulturellt och historiskt sammanhang man ingår i, bidrar till stärkt identitet och större möjligheter att ta ställning och handla.

Undervisning för hållbar utveckling som *individens hållbara utveckling* är en undervisning där man antar att man hjälper individerna att utvecklas till harmoniska, friska och socialt vuxna medborgare, som kan och vill delta i arbetet med att bygga upp ett hållbart samhälle. Elever skall utbildas till ansvarskännande personer med självtillit till den egna förmågan att lära och som vill, tror sig om och kan ta del av byggandet av en hållbar utveckling. Att vara duktig språkligt och kunna läsa, skriva och kommunicera med andra är viktigt för självkänslan och ökar möjligheterna att kunna föra fram sina åsikter.

De tre innebörder av hållbar utveckling som lärarna i Björneloos studie lägger i sin undervisning breddar perspektivet på vad miljöundervisning kan vara för olika lärare. Men det öppnar också för möjligheter att se delar av NO-undervisningen på dessa sätt.

Sammanfattning

Lärares egna utsagor om sin NO-undervisning givna i enkäter eller intervjuer ligger till grund för kapitlet. Det framgår tydligt att NO-lärare (årskurs 9) vill förändra sin undervisning från det mer traditionella arbetssättet med lektioner och demonstrationer, att berätta och förklara och skriva på tavlan och låta eleverna följa detaljerade laborationsanvisningar, vilket de tycker förekommer alldeles tillräckligt. De vill öka elevaktiviteten och låta eleverna få större inflytande över undervisningen och använda formativ utvärdering mer. Mindre klasser framförs som främsta behov för att kunna förverkliga målen. Lärarna i årskurs 6 demonstrerar inte så mycket och deras elever laborerar lite. En bidragande orsak kan vara att de ser brist på utrustning som en begränsande faktor.

Arbete i smågrupper verkar bli allt vanligare och eleverna får ofta skriva egna arbeten, men lärarna diskuterar sällan med sina elever hur man planerar och genomför undersökningar.

NO-lärare uttrycker olika mål för sin undervisning och där framkommer att de flesta lärare inte prioriterar att undervisa för ett aktivt medborgerskap. Mål som lärare i stället prioriterar är undervisning för att motivera och skapa intresse.

Lärare (årskurs 8) ger prov högst ett par gånger om året och då får eleverna svara på öppna uppgifter som kräver förståelse av begrepp, samband och processer. Det är mindre vanligt att ge faktafrågor eller sådana som kräver hypoteser och slutsatser.

De flesta NO-lärare bedriver miljöundervisning och då ofta en normerande sådan, där eleverna skall utveckla miljövänliga värderingar med grund i naturvetenskapliga kunskaper. Näst vanligast och mest frekvent i årskurs 1–6 undervisas för hållbar utveckling och då om konflikter mellan mänskliga intressen, där det gäller att värdera olika alternativ. Några lärare undervisar faktabaserat, vilket bygger på tilltro till vetenskapliga lösningar på människors problem.

NO-undervisning ur elevperspektiv

6. NO-undervisning ur elevperspektiv

Ett perspektiv på undervisningen är elevernas. Vad kan man få reda på om undervisningen om man frågar eleverna?

Om undervisningen

I NU 03 (Andersson m fl, 2005) ställdes frågor i form av påståenden med fyrgradiga skalor till eleverna som handlar om undervisning och utvärdering. I undersökningen ingick ungefär 2000 elever från årskurs 9. Eleverna menade att lärarna tar reda på vad eleverna kan främst genom prov, att lärarna sätter rättvisa betyg och att de flesta elever får samtal om framsteg i ämnet en gång per år. Det var relativt tydligt för eleverna vilka mål som fanns med i undervisningen och vad som förväntades av dem. Under lektionerna var det vanligast att läraren pratade medan eleverna lyssnade, att eleverna arbetade var för sig och att läraren ställde frågor som eleverna svarade på. Det var inte lika vanligt med arbete i grupp eller arbete med större projekt. Stämningen på lektionerna var ofta ganska god för alla tre NO-ämnena. När eleverna bedömde sina lärare var de ganska nöjda, men flickorna tyckte lärarens förmåga att skapa intresse och engagemang i fysik var sämre än vad pojkarna tyckte. Eleverna tyckte inte de hade särskilt stort inflytande över undervisningen, men pojkarna angav dock ett något högre värde än flickorna. På frågan om när man lär sig bäst kom "när läraren berättar och förklarar" högst. Denna fråga fanns även i NU 92 (Skolverket 1993) och samma alternativ hamnade också då högst. "Diskussioner med läraren" och "förberedelser för prov" hamnade också högt. Längst ner på listan kom frågor om att söka information på olika sätt och diskussioner i mindre grupper.

I TIMSS 2003 (Skolverket 2004 c) visade det sig att svenska elever ägnade mindre tid åt läxor i kemi och fysik än jämförbara länders elever. Av eleverna angav 60 procent att de fick en kort läxa, högst 30 minuter, högst två gånger i veckan i NO-ämnena. När det gällde aktiviteter på lektionerna angav ungefär en tredjedel av eleverna att man relaterade det man lärde sig till sin vardag på minst hälften av lektionerna. Det kan jämföras med lärarnas syn. Hela tre fjärdedelar av eleverna hade lärare som angav att de kopplade det de lärde sig till vardagen så ofta som minst hälften av lektionerna. Experiment

eller undersökningar var vanligast i kemi och minst vanligt i biologi, men det var vanligare att arbeta med experiment i biologi i Sverige än i jämförbara länder. Svenska elever fick se på när läraren visade ett experiment ungefär lika ofta som de själva gjorde experiment, men det var mindre vanligt att de fick planera experiment själva. Omkring hälften av eleverna arbetade i smågrupper med experiment minst hälften av tiden i kemi och fysik. Detta stämmer inte så väl överens med resultatet från NU 03, där man fann att det inte var så vanligt med arbete i grupp. Men det är svårt att jämföra dels på grund av något olika frågor använts, dels på grund av att man använt olika sätt att redovisa resultaten.

Attityder

Lindahl (2003) följde 80 elever från 12–16 år för att beskriva och analysera hur deras attityder och intresse utvecklades och förändrades. Hon använde deltagande observationer och regelbundna intervjuer. Det visade sig att många elever hade en positiv attityd gentemot naturvetenskap, men var mer positiva till andra ämnen. När hon frågade elever i årskurs 5 vilka ämnesområden inom naturvetenskap de var mest intresserade av, nämnde eleverna andra områden än de som traditionellt behandlas i NO-undervisningen. I årskurs 6 tyckte en del elever att det var tråkigt att de i fysiken bara fick skriva av från tavlan eller fylla i stenciler och inte göra experiment. De elever som börjat med kemi fick se experiment och var mer positiva, men samtidigt besvikna över att inte få experimentera själva. Biologi lästes ihop med SO-ämnena och upplevdes inte som ett NO-ämne. När eleverna intervjuades i årskurs 7, 8 och 9 framgick att de tyckte om NO, men inte lika mycket som SO, och att de tyckte att de hade mindre möjlighet att påverka undervisningen i NO än i SO. När man började med NO i årskurs 7 kom allt på en gång, det blev svårt och allvarligt direkt. Eleverna menade att NO-undervisningen innebar mer utantillärning vilket de inte var så intresserade av och gav för litet utrymme för diskussioner. Särskilt fysik och kemi upplevdes som auktoritära ämnen och undervisningen som förutsägbar. Laborationer var det som gjorde NO-undervisningen intressant, men få förstod vad de skulle lära sig av dem. Miljön i NO-salarna bidrog till att ämnet verkade tråkigare än SO och innehållet upplevdes som gammalt och svårt att förstå. Läromedlen i fysik och kemi upplevdes av vissa elever som tråkiga och fyllda av fakta,

medan andra tyckte att det skulle vara så, eller att det var bra att det inte var så mycket text. Lärarna i NO upplevdes som mindre engagerade än de i SO. Höjdpunkter i NO-undervisningen var experiment och laborationer.

Lindahls (2003) undersökning jämfördes av Lyons (2006) med två liknande i England och Australien och befanns ha flera överensstämmande resultat. Exempel på sådana var att undervisningen uppfattades som överförande av en stor mängd fastlagd kunskap som man fick lära sig utantill och att det inte fanns utrymme för djupgående diskussioner eller eget engagemang och påverkan. Enligt Lyons har eleverna fått en skev bild av naturvetenskap. Innehållet upplevdes av eleverna som tråkigt och irrelevant. Naturvetenskapliga ämnen, speciellt fysik, upplevdes också som svårare än andra ämnen. Svårigheterna kunde bestå i att innehållet var intellektuellt utmanande, men också att det passiva inlärnings sättet och irrelevanta innehållet gav en frustration som gjorde ämnet svårt. Slutligen kunde svårigheterna också ha att göra med en obekant terminologi och begrepps användning.

I NOT-projektet (Skolverket, 1994) intervjuades elever om NO-ämnen där dessa ansågs vara svårare, mer abstrakta och inte så kopplade till verkligheten som SO-ämnen. SO-ämnena upplevdes som mer dynamiska. Undervisningen i NO uppfattades som föråldrad, svaren givna och ämnena inte så lätta att levandegöra som SO-ämnena.

NU 03 visade att eleverna tyckte att biologi var ett ganska viktigt ämne, men inte fysik, och kemi hamnade längst ner på listan. Flickorna tyckte biologi var viktigare än vad pojkarna gjorde, i fysik och kemi var det tvärtom. Samma resultat fick man år 1992. Biologi upplevdes som intressantare och lättare än fysik och kemi. Flickorna var mer intresserade av biologi än pojkarna, för fysik och kemi var det tvärtom. Samma resultat fick man år 1992. På en fråga om undervisningen gjort att de vill veta mer om den värld de lever i, svarade de svagt positivt. En fråga om undervisningen medfört att de tänker välja ett gymnasieprogram med naturvetenskaplig eller teknisk inriktning svarade de negativt. Svar på dessa och liknande frågor gav sammanfattningsvis att pojkarna stimulerades av alla tre ämnena, medan flickorna stimulerades av biologin. Detta innebar en nedgång jämfört med år 1992. Eleverna tog inte avstånd från påståendet ”jag bryr mig inte särskilt om undervisningen” lika mycket som de gjorde år 1992, dvs de brydde sig mindre om undervisningen år 2003.

Resultat från den svenska delen av projektet ROSE, the Relevance Of Science Education (Jidesjö & Oscarsson, 2004), där 751 elever i årskurs 9 svarade på attitydfrågor, visar, precis som Lindahls studie (2003) att eleverna var intresserade av andra områden än de som vanligtvis ingår i skolans NO. Flickor var mest intresserade av att lära om hälsa, drömmar, rymden och liv på andra planeter. Pojkar var också intresserade av rymden, dessutom av hur tekniska verktyg fungerar och vad som händer med kroppen i olika situationer. Sådana ämnen som atomer och molekyler, berg, berömda vetenskapsmän och växter i närområdet som traditionellt tillhör det man undervisar om var minst populära. I genomsnitt värderade flickorna ämnena som mer intressanta än vad pojkarna gjorde. De elever som valt naturvetenskapliga eller tekniska program på gymnasiet var betydligt mer positiva än andra när det gäller nyttan av naturvetenskapen i det dagliga livet och håller i hög grad med om att NO öppnat ögonen för nya spännande jobb. De tyckte också mer än andra att skolans naturvetenskap ökat deras nyfikenhet på saker som ännu inte är förklarade. (Jidesjö & Oscarsson, 2004).

Enligt Lindahls (2003) studie var det genomsnittliga intresset för samtliga skolämnen på topp i årskurs 5. Det avtog sedan för att stiga något i årskurs 9. Intresset för kemi och fysik var lägre än för andra ämnen och intresset var kvar på en låg nivå också i årskurs 9. SO-ämnena är mer intressanta än NO-ämnena. Det är alltså viktigt att tidigt vinna eleverna för naturvetenskap och hålla kvar intresset. Om de har förlorat intresset är det svårt att få tillbaka det (Lindahl, 2003).

Elevers attityder till naturvetenskap har undersökts vid upprepade tillfällen i samband med NOT-projektet, främst kopplat till elevernas gymnasieval. I en av dessa studier (Skolverket, 1994) framgick att eleverna var intresserade av naturvetenskap i årskurs 7, men att intresset minskade följande årskurser.

Sammanfattning

Elevernas uppfattning om NO-undervisningen (årskurs 9) är att lärarna ofta pratar och de själva lyssnar och många anser att man lär sig bäst då. Det är ganska vanligt att de arbetar var för sig eller i grupp, men att de tycker att de lär sig sämst när man diskuterar i mindre grupper eller när man på olika sätt själv söker information.

Flera undersökningar visar att eleverna upplever att de inte har inflytande över undervisningen. NO upplevs vara en stor mängd fastlagd kunskap att lära utantill och undervisningen traditionell och auktoritär utan utrymme för eget engagemang och diskussioner. Eleverna intresserar sig för andra naturvetenskapliga ämnesområden än de som traditionellt behandlas inom NO. Biologi är det ämne inom NO som upplevs som mest intressant och relevant, speciellt av flickorna. Laborationer är roligast i NO-undervisningen och det man ser fram emot innan man börjar.

Undervisningsexperiment

7. Undervisningsexperiment

Detta kapitel handlar om olika undervisningsexperiment. Det är forskare och forskare i samarbete med lärare som iscensätter experimenten för att studera specifika objekt. Den experimentella NO-undervisningen är alltså avvikande från den som vanligen förekommer.

Elever kan utveckla förståelse för abstrakta naturvetenskapliga begrepp

Det finns inte så många studier av hur elvaåringar resonerar i fysik, men Nilsson (2005) har genomfört en. Hon lät två lärarstuderande hålla en lektion i en klass inför ett besök på Liseberg (en nöjespark), då de introducerade eleverna i mekanik några dagar före besöket. Eleverna cirkulerade i grupper på 6–7 elever per grupp och resonemanget följdes i en grupp där eleverna experimenterade med två lika stora PET-flaskor, en fylld med vatten som skulle illustrera Nalle Puh och en tom som skulle illustrera Nasse. Frågorna de fick att fundera på var *Vem når marken först av Nalle Puh och Nasse om de hoppar från ett tak på samma gång? Varför faller saker till marken då vi tappar dem? Varför faller månen inte ned på marken?* Samtalen analyserades och resultatet visade att många för elvaåringar relativt avancerade resonemang fördes om densitet, luftmotstånd och gravitation, då de fritt resonerade kring experimenten. De väckte nya problemställningar, ställde upp hypoteser, diskuterade dem och relaterade till tankemodeller och vardagssammanhang. De genomförde experiment på ett systematiskt och reflekterande sätt när de resonerade om och ifrågasatte utfallet. Eleverna växlade mellan vardags-språk, ”faller ner”, och vetenskapligt språk, ”gravitation”. De argumenterade för sina hypoteser och förklaringar och samarbetade i gemensamma och meningsfulla samtal. Analysen visade elevernas förmåga att delta i sociala förhandlingar och alla eleverna deltog aktivt i diskussionerna. Eleverna närmade sig genom praktiska experiment i klassrummet fysikens diskurs.

Att elever i 10–12-årsåldern kan utveckla förståelse för avancerade naturvetenskapliga fenomen och processer visar Näs & Ottander (in press) i en studie, där eleverna i en speciellt utformad undervisning fått arbeta med olika uppgifter rörande växtanatomi, växtfysiologi och gaser i samband med

fotosyntesen. Eleverna visade ett genuint intresse för och vilja till att förstå mer om växter och fotosyntes och så gott som alla eleverna i de tre studerade klasserna deltog i samtalen. De försökte förklara, skapa modeller och hitta samband med hjälp av nya ord/begrepp eller processer. Sex månader efter undervisningen visade eleverna att de lärt om fotosyntesen. Författarna hävdar att elever kan lära om de får möjligheter att diskutera. I ett muntligt resonemang kan elever visa sitt kunnande även om de inte använder naturvetenskapligt korrekt terminologi. Resultat från många andra studier tyder på att många elever (och äldre elever) har stora brister i sin förståelse av fotosyntesen. Detta kan bero på att de fått visa sin förståelse i enstaka uppgifter, lösttryckta ur sitt sammanhang.

Det finns fler tecken på att unga elever kan utveckla förståelse av abstrakta begrepp och processer. I en aktionsforskningsstudie har Vikström (2002, 2005) samarbetat med sex lärare i två arbetslag som utvecklat sin NO-undervisning i sin egen praktik. Resultatet beskriver både lärarnas professionella utveckling i att undervisa i NO och elevernas lärande med hjälp av denna undervisning. Elevernas lärande (18 elever, tre ur varje lärares undervisningsgrupp) handlade om fröväxters livscyklar, fortplantningsprocesser och biokemiska processer som fotosyntes och cellandning och med särskild koppling till ekologisk förståelse. Förändringen i elevernas förståelse sammanställdes och jämfördes med hur undervisningen varit, speciellt hur variationsmönster konstituerats av läraren och hur medveten läraren visat sig vara om dessa.

Resultatet visar att även unga elever kunde utveckla sin förståelse av abstrakta och komplicerade biologiska processer när de erbjöds möjligheter. Möjligheterna berodde på lärarnas kompetens att skapa variationsmönster som gjorde urskiljandet av innehållets kritiska aspekter möjliga. Sambandet mellan lärande och möjlighet till lärande framstod tydligt. Eleverna kunde uttrycka insikter ovanliga för åldersgruppen och åldern verkade ha underordnad betydelse.

Vikström drar slutsatsen att en viktig förutsättning för att elever ska urskilja en aspekt är att läraren själv urskiljer den, anser den vara kritisk och följer upp den konsekvent i undervisningen. Lärarna i studien har genomgått en utveckling som visar på ökad förmåga att se helheter och skapa sammanhang för eleverna. Förmågan visade sig bland annat i förmågan att placera viktiga begrepp som fotosyntesen i olika kontexter.

Lärares kompetens och elevers lärande

I aktionsforskningsstudien när Vikström (2002, 2005) samarbetade med sex lärare i två arbetslag som utvecklat sin NO-undervisning i sin egen praktik beskriver resultatet både lärarnas professionella utveckling i att undervisa i NO och elevernas lärande med hjälp av denna undervisning. Det var alltså relationen undervisning – lärande som studerades.

Lärarnas utveckling gick från om de överhuvudtaget reflekterade över lärande av ett innehåll till i vilken utsträckning de fokuserade kvalitativa aspekter av innehållet och om de hade förmåga att fokusera elevernas förståelse av dessa aspekter. Det som lärarna vid starten gärna ville lära mer av, var att få idéer till vad de kunde göra i sina klassrum. De ville ”lära att göra” och de frågade sig inte vad som skulle läras. De tog lärandet av ett innehåll för givet. I fyra cykler utvecklades lärarnas undervisning. Undervisningen gällde ekologi i årskurserna 1–6.

De fyra kritiska faktorerna eller reflektionsdomänerna i lärares professionsutveckling i NO kan beskrivas som

- Fokus på görande – innehållet tas för givet. Om något är ”gjort”, så är det ”lärt”. Det läraren inte tycker sig behärska undviks helt.
- Fokus på kvantitativt lärande av innehållet – Lärarens egen förståelse av ett innehåll hämmar undervisningen av detta. Eleven kan ha lärt ”mer eller mindre”.
- Fokus på kvalitativt lärande av innehållet – Lärarens egen förståelse av innehållet räcker för att olika kvalitativa aspekter av innehållet kan uppmärksammas både i den egna förståelsen och i elevernas. Läraren blir friare och vågar pröva nytt.
- Fokus på dialog med utgångspunkt i innehållet – Läraren förstår ett innehåll själv och försöker förstå elevernas förståelse av detta, vilket kan utgöra en utgångspunkt för undervisningen. I dialogen lär läraren tillsammans med eleverna.

Den lärare som har tillgång till alla fyra reflektionsdomänerna anser Vikström har större möjligheter att utvecklas i sitt yrke. Lärarna i studien förändrades från att från början ha rört sig mest i domänen med fokus på görande till att röra sig i alltmer i domänen med fokus på dialog som utgångspunkt. Lärarna uppvisade på detta sätt en växande förmåga att identifiera problem i elevernas lärande och en ökad tilltro till den egna förmågan och elevernas förmåga att lära.

NTA, Naturvetenskap och teknik för alla, är ett skolutvecklingsprogram som Kungliga Vetenskapsakademien och Kungliga Ingenjörssakademien bedriver i samarbete med svenska kommuner. En utvärdering genomfördes år 2006 för att ta reda på vilka resultat som uppnåtts med NTA i Stockholms stad i årskurserna 2–6 och att försöka förklara dessa (Anderhag & Wickman, 2006). Över 50 kommuner deltog år 2006 med syfte att utveckla lärares kompetens att undervisa i NO-ämnen och teknik. Utvärderingen byggde på observationer i 23 klasser, samt intervjuer med 23 lärare och 96 elever. Den visar att NTA var ett medel som gav många lärare för de yngre eleverna kompetensutveckling när det gällde språk- och begreppsutveckling i NO-ämnena. Lärarna menade att det viktigaste med NTA var att de fick hjälp att utveckla en röd tråd i undervisningen och att kunna skapa ett sammanhang som stimulerade elevernas begreppsutveckling. Men lärarna kände att de behövde mer hjälp med att kunna introducera och följa upp diskussioner i helklass, och för att mer exakt kunna diskutera begrepp och förklaringar. De ville också ha mer hjälp för att kunna relatera naturvetenskapliga förklaringar och begrepp till vardagen. Författarna menar att fler lärare bör ges möjligheter att utveckla sin egen begreppsförståelse med hjälp av NTA. Det är helt i linje med Vikströms (2002) slutsats att lärare måste ha egen förståelse av ett innehåll för att kunna identifiera och möta eleverna och ge dem möjligheter att lära. Det verkade vara lika lätt för alla lärare att börja arbeta med NTA, antingen de skulle undervisa NO för första gången eller var vana NO-lärare.

Från klassrumsobservationer fann man att elever använde det talade språket mycket. De talade oftast om praktiska saker med varandra. Lärarens instruktioner gällde också ofta praktiska saker. Lektionerna avslutades ofta med att läraren frågade vad som hänt och då talade man om det som hänt men sällan om varför det hänt.

Alla elever tyckte att det var roligt med NTA, men många tyckte det var tråkigare att skriva. Vissa lärare löste det genom att be eleverna göra minnesanteckningar som de använde senare. Detta upplevdes då mer positivt. De flesta elever tyckte att NO-begreppen var som vilka nya ord som helst. Få elever kunde språket precisera NO-begrepp men de använde dem skickligt.

År 2007 deltog över 70 kommuner, ett tiotal friskolor och Specialskolmyndigheten. Det fanns 15 olika teman för F-7, varje tema med utbildning, lärarhandledning och materielsats. Tanken var att det skulle vara möjligt även för lärare som inte hade utbildning i naturvetenskap eller hade undervisat i naturvetenskap att bedriva sådan undervisning. En utvärdering av hur elever som undervisats med NTA uppnått mål för femte skolåret i kursplanerna jämfört med elever som inte undervisats med NTA genomfördes av Anderhag och Wickman (2007). Eleverna intervjuades och intervjuerna spelades in och analyserades med avseende på fem variabler som enligt författarna återspeglade målkategorierna ”natur och människa” respektive ”den naturvetenskapliga verksamheten”. Den tredje målkategorin ”kunskapens användning” behandlades inte eftersom underlaget var för dåligt. Man frågade vad eleverna kom ihåg att de lärt sig och räknade antalet termer och relationer som eleverna själva nämnde. Någon bedömning av om relationerna som nämndes var felaktiga gjordes inte. Resultaten visade att pojkar som undervisats med NTA kom ihåg något fler områden än pojkar som inte gjort detta. Ingen skillnad fanns för flickor. När det gällde antal termer och relationer av olika slag som nämndes var dessa markant fler, i genomsnitt 50–74 procent, hos både pojkar och flickor med NTA inom målkategorin den naturvetenskapliga verksamheten. Den andra målkategorin, natur och människa, fick högre värden, 60–70 procent, för pojkar med NTA. Färre lågpresterande och fler högpresterande vad gäller antal nämnda termer fanns i NTA-klasser. Författarna drar slutsatsen att de områden som behandlats, hade gjort det med större djup i de klasser som använt NTA och att elevernas kunskaper ökat markant. En utveckling krävs enligt dem för att förbättra flickornas resultat och i högre utsträckning behandla kunskapens användning.

Lärare kompetensutvecklar sig genom att använda lärarhandledningar som är vetenskapligt baserade. Bach (2001) studerade fem NO-lärare om deras erfarenheter efter att ha genomfört undervisning utifrån en sådan lärarhandledning i optik. Handledningen byggde på forskning om elevers

föreläsningar och lärande i optik. Eleverna (14–15 år) som undervisades av lärarna fick besvara innehållsliga frågor före respektive efter undervisningen. Resultaten jämfördes med den nationella utvärderingens år 1995 och tydde starkt på att undervisningssekvensen stimulerat elevernas begreppsutveckling. Handledningen uppfattades av lärarna på helt olika sätt. Några lärare såg handledningen som förslag till att eleverna skulle arbeta själva eller diskutera i grupper för att på så sätt lära från sina erfarenheter och från sina resonerang med kamraterna (använda ett induktivt sätt). Ett par lärare tolkade emellertid handledningens huvudsakliga syfte så, att läraren skulle introducera en teori eller modell av ljus som eleverna skulle försöka använda i nya situationer (använda ett deduktivt sätt).

Riktade undervisningsinsatser och elevers lärande

En forskningsgrupp vid Högskolan Kristianstad har i flera artiklar från olika håll analyserat elevers lärande under en riktad undervisningsinsats, där en materiellmodell tidigt införts. Eskilsson (2001) och Eskilsson & Helldén (2003) rapporterade hur en grupp (40 st) tioåringar utvecklade sina partikelmodeller om materia. Den modell som tidigt introducerades i undervisningen innebar att all materia består av små partiklar som kallas molekyler. Fyra intervjuer hölls med varje elev under loppet av två år. Analysen innehöll bedömningar av kvaliteten på elevernas partikelmodeller som de framkom i intervjuerna, karaktären på elevernas användning av begreppet molekyl samt antal situationer som eleverna använde begreppet molekyl i intervjuerna. Resultaten visade att elevernas beskrivningar av gaser utvecklades alltmer under studiens gång och blev alltmer naturvetenskapliga. I början verkade användningen av molekylmodellen vara kontextberoende. Det kan bero på att eleverna inte bytte ut sina egna, gamla modeller utan använde den introducerade parallellt. Omkring hälften av eleverna kunde i fjärde intervjun använda sina molekylmodeller när de resonerade om vardagliga företeelser. Detta gjorde de spontant eller efter yttre stimulans. När eleverna talade om gaser, fasövergångar hos vatten eller kemiska reaktioner märktes inflytande av den införda molekylmodellen i deras yttranden. Författarna menar att det är möjligt att tidigt introducera en molekylmodell så att eleverna kan börja använda sig av dem när de resonerar.

Hur ett tidigt infört molekylbegrepp används av elever i en klass från det att de är sju år tills de är femton år, har studerats (Löfgren och Helldén, 2006). Vid start och sedan vartannat år presenterades i undervisningen ett förenklat partikelbegrepp. När eleverna ombads förklara några olika fenomen som handlade om materieomvandlingar, har en del elever använt molekylbegreppet då det varit uppenbart att det funnits en osynlig del som behövt förklaras.

Författarna menar att det är värt att pröva att introducera molekylbegreppet tidigare än vad som är brukligt i NO-undervisningen. En fördjupad analys (Löfgren & Helldén, 2008) av hur elevernas förståelse av materiaomvandlingar utvecklades har gjorts. Den visade att eleverna själva fordrade allt rikare förklaringar till de tre fenomen som intervjuerna handlade om; vissna löv på marken, ett brinnande ljus samt ett glas vatten, täckt med en glasskiva, på vilken imma hade bildats. Elevernas personliga idéer påverkade deras lärande och kunde användas som utgångspunkter. Några elever gick själva vidare medan andra behövde stöd och handledning för att använda dem på ett givande sätt. Att använda elevernas ökande begär av rikare förklaringar av vardagshändelser och deras ursprungliga uppfattningar var en produktiv undervisningsstrategi för att förbättra elevernas förståelse av materiaomvandlingar.

I en longitudinell studie följdes en klass sexåriga elever tills de var femton år för att se hur de utvecklade sina uppfattningar om fysikaliska fenomen med fokus på avdunstning och kondensation (Lindner, 2007). Undervisningen planerades så att en förenklad partikelmodell introducerades tidigt för att se hur eleverna använde den då de förklarade avdunstningsfenomen. Undervisningsinsatser som koncentrerades på vatten och dess fasövergångar kopplade till vardagsfenomen gjordes vartannat år. Eleverna intervjuades före och efter dessa. Två förklaringsmodeller användes genomgående, en makroskopisk förklaringsmodell vilken de ofta blandade med en "mikroskopisk" partikelmodell. Den introducerade partikelmodellen bedömdes ha varit ett bra hjälpmedel för eleverna i deras förklaringar av avdunstning. Flera elever använde tidigt ordet molekyl, men det var svårt att förstå vad de menade att en molekyl var. För de yngre eleverna, men inte lika mycket för de äldre, identifierades värme som en betydelsefull faktor.

Efter att närmare ha studerat sötvattensmärslans ekologi och samlat och namngett andra organismer i en å kunde elever i årskurs 3 och 4 i intervjuer diskutera relationen mellan organismerna på ett relevant sätt (Magntorn, 2007). Olika organismers utseende kunde relateras till livet i ån. De kunde också beskriva organismernas plats i en näringskedja, men utan att koppla mellan biotiska och abiotiska faktorer. När de sedan fått studera slutna akvatiska ekosystem och diskuterat fotosyntes på en funktionell nivå, liksom modellen av näringspyramiden kopplat till exempel från ån kunde de *läsa naturen* (*read nature*, Magntorn, 2007) på en relationell nivå. Detta betyder att de kunde relatera organismerna till sin omgivning och till en näringspyramidsmodell. De diskuterade också energiflödet från solen via växter och djur till nedbrytare, men hade fortfarande svårt med fotosyntesen. Magntorn menar att kunskapen om enskilda organismers egenskaper och beteenden verkat hjälpa eleverna att koppla taxonomin med hela ekosystemets ekologi och göra det meningsfullt för eleverna att lära sig mer abstrakta processer och relationer i ån. Undervisningens utformning gav utrymme för elever med olika intresse att utvecklas. I en liknande studie med elever i årskurs 7–8 visades att eleverna kunde överföra kunskap om organismer och fotosyntes till nya ekosystem (Magntorn, 2007). De kunde känna igen funktionella grupper och använda modellen näringspyramid liksom idén om cirkulation av materia genom ett ekosystem. Succession och distinktion mellan energi och materia var svårare.

Reading nature är ett begrepp infört av Magntorn (2007). Med det menas att kunna koppla ihop enskilda organismer till funktioner och processer i ett ekosystem som man befinner sig i. Det finns olika nivåer av skicklighet i att läsa naturen. Tretton erfarna lärare för lägre åldrar diskuterade begreppet *reading nature* och undervisningssekvenser för att främja detta (Magntorn, 2007). Sekvensernas grundidé är att nära studera några organismer i ett ekosystem, namnge dem och koppla dem till mer abstrakta processer. Lärarna tyckte undervisningsidén var bra, att det var viktigt med arbete i fält för att kunna prata om det sedan i klassrummet och menade att eleverna också ofta är positiva till sådant arbete. En del menade att nivån var för svår för eleverna och att kompetensen hos lärarna var en annan faktor som kunde sätta hinder i vägen.

Nyberg (2004) genomförde en undersökning av elevers lärande av biologiska livscyklar. Två lärare och fyra klasser, årskurserna 3 och 5, prövade i en lärarfortbildningskurs en lärarguide, som byggde på vetenskaplig grund och som bland annat innehöll skötsel av levande organismer (t ex *Artemia*). Enligt lärarna tyckte eleverna att det var roligt och intressant. De som hade svårt för att läsa och skriva blev stimulerade att skriva och de som annars var omotiverade blev inspirerade. Lärarna märkte också att utomhusstudierna som ingick i projektet gav ett ökat intresse hos eleverna för naturen i närheten. Antalet frågor i klasserna ökade och de visade en ökad respekt för levande varelser. Analyser av elevernas begreppsliga utveckling (Nyberg, Andersson, Leach, 2005) visade, att eleverna inte hade några problem med att lära en speciell livscykel om de getts möjligheter att observera och diskutera denna. Det visade sig emellertid att det var svårare att förstå länken mellan en generation och nästa. En slutsats var att undervisningen behöver vara mycket specifik när det gäller begreppen befruktning och sexuell förökning för att eleverna skall förstå. Begreppet levande är också svårt och kräver att eleverna får många, olika exempel för att diskutera vad som karakteriserar en levande organism.

Olander (2008) undersökte hur elever, 11–16 år gamla, resonerade om biologisk evolution, (upp emot 200 elever var involverade). Tillsammans med lärare utvecklade Olander en undervisningssekvens med syfte att lära eleverna evolutionsteorin så att de kunde använda den för att förklara livets utveckling på jorden. Eleverna i experimentgruppen jämfördes med ett nationellt urval och befanns nå målen bättre än eleverna i det nationella urvalet. Det gällde även för de yngsta eleverna. Bland andra gavs en fråga om geparder som i dag kan springa runt 100 km/h när de jagar ett byte. Eleverna ombads förklara hur en biolog skulle förklara att geparder kan springa så snabbt nu, när deras förfäder för länge, länge sedan antagligen bara kunde springa i 30 km/h. Elevernas skriftliga svar kategoriserades som kvalitativt olika. De skiljde sig åt beroende på om de innehöll beskrivningar eller förklaringar, beroende på om förklaringarna var teleologiska (t ex skrev eleverna att geparderna måste, de behöver springa så fort för att fånga sitt byte) eller uttrycktes i naturvetenskapliga termer. Slutligen fanns de som använde evolutionsteorin för att förklara (då handlar svaret t ex om att en gepard som föds med längre ben kan springa fortare och då kan den fånga mer mat, överleva

längre och sprida sina gener). Olander menar att de olika svarkategorierna praktiskt skulle kunna användas av lärare för att kvalitativt bedöma elevers svar.

Elevernas möjligheter att lära sig med hjälp av artefakter

(Almqvist, 2005) studerade sex elevgrupper (13–14 år) som arbetade med en av honom konstruerad uppgift om växthuseffekten. Syftet var att eleverna skulle granska och värdera information på Internet. De skulle använda *IT-resurser*, som fanns på Skolverkets hemsida år 2003, och skriva tre meningar om vad de ansåg var de viktigaste aspekterna på växthuseffekten. Elevernas samtal videofilmades. Resultatet var att samtliga grupper mer eller mindre kopierade den information de funnit. Den sida som alla använde (Naturskyddsföreningens) analyserades och befanns innehålla övertygande text utan några ifrågasättanden eller resonemang och utan att olika åsikter kom till tals. Almqvist menar att det var helt logiskt att eleverna använde Internet på det sätt de gjorde under de omständigheter som rådde. Det så vanliga argumentet att Internet i skolan skulle vara ett potentiellt viktigt verktyg för elevernas demokratifostran framstår inte som självklart och oproblemiskt. Slutsatsen var att om för- och motargument hade förts fram på de hemsidor eleverna mött i en resonerande text hade kanske eleverna använt Internet på ett annorlunda sätt.

Molander, Halldén och Pedersen (2001) genomförde ett försök med 45 elever, som var 10–11 år, där de fick vara med om *en demonstration* som visade att papper i en uppochnervänd behållare som sänktes ner i vatten inte blev blött. Hälften av eleverna såg demonstrationen med vardaglig materiel, t ex dricksglas, akvarium, den andra hälften med traditionell kemimateriel. I det senare fallet användes också BTB för att färga vattnet, så att vattennivån skulle synas tydligare, och kaliumpermanganat som färgas när det blir vått. Eleverna skrev ner förklaringar till det de sett. Beskrivningarna skilde sig åt mellan grupperna. Fler av dem som sett den vardagliga uppsättningen förklarade att luften i glaset hindrade vattnet att komma in. De relaterade och jämförde med annat, t ex en dykarklocka. De som sett ”kemi”-varianten var mer vaga i sin beskrivning och variationen av olika förklaringar var större. Det kan bero på fler förvirrande ledtrådar i det senare, men författarna hävdar att det är användningen av för eleverna främmande utrustning och kemikalier som döljer det som demonstrationen är tänkt att visa.

NO-laborationens betydelse som miljö för lärande och samarbete i en klass 8 har undersökts (Eskilsson & Helldén, 2008). I ett projekt deltog fyra olika klasser med 90 elever i kemiundervisning. Speciella inslag av interaktion och kommunikation lades in i delar av laborationerna, där eleverna i tre grupper tilldelades olika roller – en var sekreterare, en ledde det praktiska arbetet och en svarade för redovisningen för en annan grupp. Videoinspelningar från grupperns diskussioner under laborationer och presentationer för andra grupper analyserades. En reviderad SOLO-taxonomi användes vid analysen för att bedöma kvaliteten i elevernas samtal under laborationerna. Intervjuer med elever och med lärare genomfördes också. Författarna menar att eleverna hade höjt kvaliteten på sitt naturvetenskapliga språk. De talade om proceduren innan de startade varje experiment och i fyra av nio grupper användes två eller fler begrepp väl integrerade och på ett relevant sätt. Kvaliteten på det naturvetenskapliga innehållet var högre i presentationerna än i laboratoriediskussionerna. Intervjuerna visade att eleverna själva ansåg att de lärde sig bra på laborationer. De allra flesta menade att det var roligt att arbeta i en grupp på två till tre elever och att man då lärde sig mer. När lärarna talade om sina roller under laborationerna kom det fram att de ville ha mer problemlösning och att de önskade att deras elever skulle se sambanden mellan praktiskt laboratoriearbete och teorier.

Pettersson (2006) prövade att ge elever (15 elever i årskurs 7) i hemläxa att utföra enkla värmeexperiment. Bland eleverna fanns många med annat hemspråk än svenska. Eleverna genomförde också i grupp i skolan en tolkning av en naturvetenskaplig text. Attityderna till uppgifterna bedömdes utifrån känslomässiga och förståelsemässiga aspekter med hjälp av videobandsupptagningar, intervjuer och klassrumsobservationer. *Hemexperimenten* gav ett positivt resultat både känslomässigt och förståelsemässigt kanske därför att många elever fick möjligheten att diskutera ämnesinnehållet hemma på sitt hemspråk. Texttolkningen gav mest positivt resultat med avseende på förståelse. Det verkade som om de elever som hade diskuterat experimenten med någon hemma var mest engagerade i samtalen i skolan.

Sammanfattning

Många undervisningsexperiment har genomförts i NO-undervisningen. Det finns ett utbredd antagande bland NO-forskare att eleverna kan lära sig

förstå om de bara får en adekvat undervisning. Detta prövas genom speciellt utformade undervisningsinsatser. Resultaten visar att elever kan utveckla sin förståelse för abstrakta begrepp och processer om de ges möjligheter, t ex när de får spännande frågeställningar att diskutera och resonera om, när de får diskutera i relevanta sammanhang och när de av läraren ges tillfällen att se variationsmönster som gör urskiljandet av kritiska aspekter möjliga.

I flera studier infördes en partikelmodell av materia för att förklara olika fenomen. Elever har visats kunna börja använda en sådan modell tidigt när de resonerar om gaser, fasövergångar hos vatten och kemiska reaktioner och en del elever fordrade själva allt rikare förklaringar till det de önskade förklara. Det kan finnas skäl att börja tidigare än vad man brukar med partikel- eller molekylmodeller.

Undervisningssekvenser som utvecklats i samarbete mellan forskare och lärare och sedan prövats, har visat på god effektivitet. Kunskaper om enskilda organismers egenskaper och beteenden har t ex visat sig hjälpa elever att koppla dem till mer abstrakta processer i hela ekosystemet och göra dessa abstrakta processer mer meningsfulla för eleverna. Evolutionsteorin och livscyklar är andra innehåll som undervisats med goda resultat, då elevers innehållsliga förståelse tagits som utgångspunkt.

Olika studier har genomförts med olika inslag. Elever skulle i en studie använda Internet för att lösa en uppgift. Man fann då att eleverna huvudsakligen använde IT-resursernas faktainformation och kopierade den i stället för att söka argument för och emot. Detta ansågs till en del bero på hemsidornas utformning, där resonemang sällan förekommer. I en annan studie undersöktes elevers förståelse av ett demonstrationsexperiment, där man fann att om den materiel som användes var för främmande (och laboratorielik) så hindrades förståelsen av det som experimentet önskade visa. Och i en studie fick eleverna laborera i grupp med en noggrann organisation av gruppernas arbete. Eleverna ansåg då att de lärde sig bra, vilket de annars inte tyckte (se föregående kapitel).

En slutsats är att lärare kan utveckla sin profession att undervisa genom att fundera över vad de fokuserar på. En lärare som kan reflektera över om han/hon har fokus på görande, kvantitativt lärande av innehållet, kvalitativt lärande av innehållet eller fokus på dialog med utgångspunkt i elevernas förståelse av innehållet, har störst möjligheter att utveckla sin undervisning.

Sammanfattning

8. Sammanfattning

Några forskningsresultat i ett internationellt perspektiv

Vi vill nu sätta in forskningsresultaten om den svenska NO-undervisningen i en internationell ram och säger därför några inledande ord om när västvärldens intresse för undervisning i de naturvetenskapliga ämnena dramatiskt ökade. Man brukar tala om "Sputnik-chocken", då Sovjet år 1957 överraskade med att vara först i rymden. I USA och senare England och andra länder sökte man i skolans naturvetenskapliga utbildning förklaring till att man släpat efter (Sjøberg, 2004). Men det fanns också andra skäl till att man började satsa pengar på stora forsknings- och utvecklingsprojekt i de naturvetenskapliga ämnenas didaktik. Nya naturvetenskapliga upptäckter och rön hade länge förts in i kurserna utan att något gammalt tagits bort. Kurserna blev överfulla lappverk som behövde struktureras om. Så kom inlärningspsykologer och naturvetare att samarbeta i gigantiska projekt och utveckla program som byggde på teorier om barns lärande. Robert Gagné påverkade till exempel det stora amerikanska projektet SAPA (Science – A Process Approach) och Jean Piagets kunskapsteoretiska teorier fick stort inflytande på SCIS-projektet (Science Curriculum Improvement Study), som utvecklades vid Berkeley, Kalifornien. SCIS-programmet översattes, utprovades och infördes i Sverige under 1970-talet (Lärarygskolan i Mölndal). Det var ett av de första försöken att bygga de lägre stadiernas NO-undervisning på NO-didaktisk vetenskaplig grund. SCIS byggdes upp kring några för naturvetenskapligt tänkande viktiga utvalda processbegrepp i syfte att utveckla elevernas kognitiva förmågor i de lägre åldrarna (från årskurs 1–6).

Många andra stora engelska och amerikanska forskningsprojekt från 1960- och 1970-talen har också haft stort inflytande på NO-undervisningen i Sverige, till exempel de stora engelska Nuffield-projekten, som intresserade sig för de äldre eleverna och det engelska projektet Science 5/13, som fokuserade åldrarna 5–13 år.

Den NO-didaktiska forskningen kom igång i Sverige i slutet av 1970-talet. Till exempel studerade EKNA-projektet (Elevtänkande och Kurskrav i Naturvetenskaplig undervisning) högstadielärares förförståelse av olika naturveten-

skapliga begrepp. Nu på 2000-talet finns en rik och varierad NO-didaktisk forskning i Sverige, vars intresse riktas åt olika håll.

Några frågor som intresserat forskningen

Undervisningspraktikens organisation

– lärarens kontroll i klassrummet

Internationella studier har visat hur olika organisering av undervisningen påverkat elevernas kunskapsutveckling. Till organisation har vi fört de varierande metoder och strategier som lärare använder i sin NO-undervisning. Treagust (2007) skiljer dem åt genom graden av lärar- respektive elevkontroll i klassrummet. Han talar om demonstrationen som den mest lärarcentrerade och elevers interaktiva lärande i grupp som den mer elevcentrerade. Treagust menar att lärare bör använda hela repertoaren för att kunna växla mellan metoderna. Han tar upp problematiken med deduktiva–induktiva ansatser. Flera studier i kunskapsöversikten (Andrée, 2004; Berg, Löfgren & Eriksson, 2007; Säljö & Bergqvist, 1997) har beskrivit hur induktiva ansatser använts i NO-undervisningen, och speciellt vid laborationen, på ett sätt som ställt höga, ofta alltför höga förväntningar på eleverna. Eleverna har inte klarat av att själva "upptäcka" samband eller dra slutsatser av sina observationer, vilket har gjort att laborationens värde ifrågasatts. Kritik mot laborationen har bland annat gällt att ett induktivt sätt att använda den på gett ett så litet bidrag till elevers teoretiska förståelse.

Internationella forskningsresultat från undervisning där en kombination av induktivt–deduktivt resonemang i en inlärningscykel använts, visar att laborationen då blivit mer effektiv (Treagust, 2007). Denna inlärningscykel består av tre faser (SCIS-projektet). Först används en induktiv fas, där eleverna i en fri undersökning identifierar och skapar behov av ett begrepp. I nästa fas diskuterar lärare och elever erhållna data och läraren inför och demonstrerar begreppet. I den sista deduktiva fasen använder eleverna begreppet i nya sammanhang.

Internationella studier visar att elever ofta upplever laborationer positivt. Men syftet är inte bara att väcka intresse utan att hjälpa eleverna koppla de teoretiska beskrivningarna till de konkreta observationerna. Denna koppling mellan teori och laboration saknas ofta i skolan. Eleven lär inte natur-

vetenskapliga begrepp bara genom att laborera. Samtal och reflektion mellan lärare och elever i laboratoriet är viktiga, men det finns också andra variabler som har betydelse för att laborationen skall vara en källa till optimalt lärande (Lunetta, Hofstein & Clough, 2007).

Det vi vet om svenska lärares undervisningsmönster och arbetssätt i NO sett ur lärares eget perspektiv är sammanfattningsvis att NO-lärare använde stor del av tiden till att under sin ledning låta eleverna arbeta i smågrupper med experiment eller undersökningar. De diskuterade dock sällan med eleverna hur man genomför undersökningar (NU 03 och TIMSS 2003). Det var ovanligt att lärarna visade eleverna experiment och undersökningar. Eleverna fick i stället ofta utföra dessa själva i smågrupper. Jämfört med TIMSS 1995 verkade arbete i smågrupper ha blivit vanligare. Lärarna i NU 03 önskade ge eleverna större inflytande över undervisningen och låta sina elever planera sitt arbete mer på egen hand än vad de redan gjorde. Det finns alltså en tendens till att svenska NO-lärare önskar minska kontrollen alltmer och lämna över den till eleverna.

De svenska eleverna i TIMSS-studien 2003 tyckte emellertid inte att de hade särskilt stort inflytande på undervisningen. De tyckte att de lärde sig bäst när läraren berättade och förklarade och minst när de skulle söka information på olika sätt och diskutera i smågrupper. Eleverna ansåg att de fick se på när läraren demonstrerade lika ofta som de själva experimenterade. Omkring hälften av eleverna laborerade minst hälften av tiden i fysik och kemi. Det finns emellertid exempel på studier av elevers lärande i speciellt utformade laborationsmiljöer, där eleverna ansåg att de lärde sig bra (Eskilsson & Helldén, 2008).

Detta mönster att lämna över till eleverna kan också anas i resultaten av de studier som gjorts då lärare organiserat sin undervisning runt IT. Ofta har eleverna förväntats självständigt söka information på Internet, vilket visat sig vara mycket krävande. Elever använde i en studie Internet endast som informationskälla (Almqvist, 2005) och inte för att finna argument, vilket skulle ha varit en andra användningsmöjlighet. Hur elever använde Internet ansågs bero på hur arbetsuppgiften som de skulle arbeta med var formulerad. Att använda ett arbetssätt där eleverna skall arbeta självständigt med Internet kräver också mycket av läraren (Österlind, 2005). Det verkade som om lärare inte var medvetna om de svårigheter som eleverna hade med att avgöra vilka

aspekter av ett fenomen som var relevanta i ett givet sammanhang. Även de två studierna (Edling, 2006; af Geijerstam, 2006) kring texter i NO-undervisningen visar på att eleverna inte får hjälp att utveckla sin textmedvetenhet och att NO till stor del är muntligt baserad. Detta visar också utvärderingar om NTA (Anderhag m fl, 2006).

Det finns många andra studier, både svenska och internationella, som visar samma sak men som då gäller andra skolämnen. Detta skriver Louise Limberg m fl om i forskningsöversikten *Informationssökning och lärande* (2002). För att kunna söka och använda information för ett meningsfullt lärande krävs färdigheter som specifikt berör informationssökning. Exempel på sådana är läsförmåga, förmåga att planera och genomföra ett självständigt arbete, att kunna analysera, dra slutsatser, sammanställa och presentera stoff. Kritiskt tänkande innebär i detta sammanhang bland annat att skilja fakta från värderingar, att avgöra en källas trovärdighet, att skilja relevant information från irrelevant samt att skilja vederhäftiga påståenden från icke-vederhäftiga. Det finns internationella studier som visar att lärare inte undervisar informationsfärdigheter utan väntar sig att dessa utvecklas av sig själva hos eleverna. Lärare underskattar de svårigheter som de utsätter sina elever för. Detta är förenligt med de svenska studiernas resultat.

Redan i början av 1900-talet blev begreppet "själverksamhet" ett nyckelbegrepp i svensk skola. Man ansåg att om eleverna fick arbeta mer med arbetsuppgifter så väcktes deras reflektion och eftertanke och det skulle förebygga utantillärning. Från och med Lgr 62 har läroplaner och kursplaner skrivit att eleverna skall öva sig i att självständigt söka kunskaper.

En slutsats vi kan dra är att elever som skall arbeta självständigt med att söka information inte endast behöver speciella informationsfärdigheter utan också innehållsliga kunskaper i det ämne man söker mer information om. Det visade sig i Österlinds (2005) studie att elever hade svårt att avgöra vilken information som var relevant för ett innehåll. För att kunna avgöra detta krävs att man redan kan vissa saker om just detta innehåll.

För svenska lärare tycks trenden gå mot mer elevkontroll. Om det då är så att lärare inte inser de svårigheter detta innebär för eleverna och eleverna därför inte gradvis skolas in i ett mer självständigt arbetssätt, är risken att många elever missgynnas av att arbeta på detta sätt. Här finns en viktig uppgift för lärarutbildningen och lärarfortbildningen. Eleverna behöver mycket

mer hjälp på vägen för att nå läroplanens och kursplanernas mål och för att nå betygsriterierna.

Undervisningspraktikens innehåll

– elevers möjligheter att utveckla begreppsförståelse

Elevers begreppsförståelse har länge varit i fokus internationellt och har visat att elever har djupt rotade vardagsföreställningar när de möter skolans naturvetenskap. Denna forskning nådde sitt maximum på 1980-talet. Många undervisningsförsök har gjorts ur olika perspektiv för att få elever att utveckla sin begreppsförståelse. Forskning om elevernas syn på naturvetenskapens karaktär (The Nature of Science) har visat att elevernas syn inte alls stämmer överens med forskarsamhällets och att detta kan ha betydelse för lärande av naturvetenskap och utveckling av begreppsförståelse. Språkets betydelse för lärande i naturvetenskap har också intresserat forskningen, där språket i lärobokstexter, i diskussioner och i elevers skrivande men också på Internet alltmer uppmärksammas (Helldén, Lindahl & Redfors, 2005). Över 7 600 referenser till publicerade artiklar i området finns i Duit's databas (2007). Vi vet därför en hel del om elevers alternativa föreställningar i olika ämnesområden samt om lärande av naturvetenskapliga begrepp.

Många forskare menar (Scott, Asoko & Leach, 2007) att det kan vara fruktbart att utgå från och låta elevernas begreppsliga förståelse bli ett innehåll i NO-undervisningen. Det gäller elevernas tankar såväl *i* naturvetenskap (naturvetenskapens innehållsliga aspekter) som *om* naturvetenskap (naturvetenskapens karaktär).

Kunskapsöversikten har refererat några studier där man sett att lärares NO-undervisning haft som mål att utveckla elevernas begreppsförståelse (Carlsson, 2002; Person, 2008, Zetterqvist, 2003). Men andra konkurrerande mål för NO-undervisningen har ofta funnits till att undervisa för begreppsförståelse. Till exempel har lärare undervisat för att utveckla elevernas arbetssätt, deras färdigheter att experimentera, laborera och redovisa (Andrée, 2007; Dimenäs, 2001; Emanuelsson, 2001). Resultatet av det praktiska provet i TIMSS 1995 visade att svenska elever mycket bra klarade av att genomföra givna experiment och använda experimentell utrustning, men hade svårare att dra slutsatser av sina experiment (Skolverket, 1996). Eleverna hade också svårare att själva planera sina experiment, dvs använda naturveten-

skapliga metoder. Elevernas resultat på praktiska prov skulle kanske kunna spåras till lärares mål för sin undervisning. Undervisningen leder ofta till en elevpraktik som går ut på att reproducera i stället för att söka förståelse.

Svenska lärares övergripande mål har ofta varit, speciellt när det gäller laborationer, att undervisa för att skapa intresse för NO (Berg m fl, 2007; Högström m fl, 2006; Zetterqvist, 2003). Lärarna i TIMSS 1995 menade att deras främsta mål med laborativt/praktiskt arbete var att skapa intresse. Det finns tecken på att lärarna lyckas här. Svenska elever menar nämligen att det som gör NO-undervisningen intressant är laborationerna (Lindahl, 2003).

Trots att en del observationer visat att svenska lärare ofta inte undervisat för begreppsförståelse använde de enligt egna utsagor mycket tid (1/3 av tiden i TIMSS 2003-studien) till att gå igenom naturvetenskapliga begrepp och fenomen. Målet för några lärares undervisning när de talade om laborativ verksamhet i allmänhet var att utveckla begreppsförståelse, men när de talade om sina specifika, konkreta laborationer blev målet att skapa intresse (Högström m fl, 2006). Det kanske är svårare att tala om hur man utvecklar begreppsförståelse.

Även om det ibland finns en diskrepans mellan vad svenska lärare säger att de undervisar för och vad de i praktiken gör, så verkar undervisningen vara inriktad på både naturvetenskapens produkter och processer.

Vi talade initialt om att elevernas syn på naturvetenskapens karaktär kan ha betydelse för lärande av naturvetenskap och utveckling av begreppsförståelse (Helldén, Lindahl & Redfors, 2005).

Man kan tycka att oavsett om NO-undervisningen har som medvetet mål att undervisa naturvetenskapens karaktär eller inte, så förmedlas dolda budskap om naturvetenskapens karaktär. Men Lundin (2007) menar, att undervisningen inte förmedlar budskap om naturvetenskapens karaktär utan budskap om karaktären av naturvetenskap i skolan. Szybek (1999, 2002) menar också att NO-klassrummets praktik skiljer sig från den naturvetenskapliga praktiken utanför klassrummet.

Internationella studier om argumentation i NO-klassrummet handlar om hur naturvetenskap kan användas för att lösa problem med motstridiga påståenden. Detta är en aspekt av naturvetenskapens karaktär och det är speciellt viktigt för en medborgare att förstå naturvetenskapens möjligheter och begränsningar (Fensham, 2004). NU-undersökningens (Kärrqvist m fl 2005)

resultat visade något om svenska elevers förmåga att finna argument för och emot och resonera om sina ställningstaganden. Argumentation i NO-klassrummet eller det deliberativa samtalet som Englund (2000) talar om, är något som börjar befruktas i Sverige (Olander, 2008).

De dolda budskap som läroböcker förmedlar om naturvetenskapens karaktär har beskrivits (Svennbeck, 2003; Östman, 1995). De menar att en vetenskapligt rationell diskurs starkt framträder (Englund, 1996).

Vi återgår till målet att undervisa för förståelse av ett innehåll. Internationella studier om till exempel fysiklärares syn på vad god fysikundervisning är, visar en innehållsfokuserad undervisning, där elevens lärande har en undanskymd plats och där föreläsning/demonstrationer/berättelser är de dominerande metoderna (Duit, Niedderer & Schecker, 2007). Svenska elever i årskurs 9 (NU 03) angav att under lektionerna var det vanligast att läraren pratade och de själva lyssnade. Lärare förklarar och förklarar, men i vilken mån utgår de från elevernas begreppsliga föreställningar och låter dem bli ett innehåll i undervisningen? Vi vet inte om lärare systematiskt tar reda på elevers förutsättningar innan undervisningen. Med tanke på den rika forskningslitteratur som finns om elevers innehållsliga tänkande i NO, finns stora möjligheter att utgå från elevernas förutsättningar och i diagnostiskt syfte utnyttja det frågebatteri med svarsklassificering som finns att tillgå.

Samtidigt som det finns tecken på att läroböcker i NO inte stödjer elever i deras ansträngningar att utveckla sin begreppsförståelse (Bach, 2001; Zetterqvist, 1999) finns det svenska undervisningsexperiment som visar att elever kan utveckla naturvetenskaplig begreppsförståelse (Eskilsson, 2001; Löfgren, 2007; Magntorn, 2007; Nilsson, 2005, Näs m fl, in press; Olander, 2008; Vikström, 2002, 2005).

NO-undervisningens vardagsanknytning

Många anser att de största hindren för elever att lära sig vetenskapliga begrepp är deras vardagliga erfarenhet av att tala och tänka. Forskningen har bidragit till en medvetenhet om på vilka sätt lärande innefattar klassrummets sociala kontext och ett personligt meningsskapande. En utmaning är att skapa länkar mellan detta vetande och klassrumsundervisning (Scott, Asoko & Leach, 2007).

Vardagsanknytning i Sverige år 1955 handlade om att knyta an till och lära sig det som varje medborgare i välfärdssamhället då skulle kunna – sköta sitt hem, sin kropp och sin trädgård.

Vardagsanknytning i dag knyter an till en vardag som är ”en komplex verklighet, med ett stort informationsflöde och en snabb förändringstakt” (Lpo 94). Nuvarande diskussion handlar internationellt om naturvetenskap för alla (scientific literacy) och koncentreras på användning av naturvetenskaplig kunskap för att förstå och klara sig i vardagen (Duit, Niedderer & Schecker, 2007). Hela 75 procent av de svenska eleverna i TIMSS 2003 hade lärare som angav att de kopplade till vardagen på cirka hälften av sina lektioner. Men endast ca 35 procent av deras elever menade att de gjorde så.

Flera svenska studier har undersökt hur lärare bygger på elevernas vardags-erfarenheter i sin undervisning. I en studie (Lundin, 2007) fanns det lärare som ansåg att de byggde på elevernas erfarenheter när de bad dem skriva ner sina hypoteser för att besvara de egna frågorna. Det fanns lärare som i en muntlig dialog frågade efter elevers erfarenheter i syfte att använda en passande erfarenhet som startpunkt för sitt eget planerade innehåll. Elevernas erfarenheter kan i dessa fall kanske sägas ha använts som ett medel för att genomföra en lektion i stället för ett innehåll att fortsätta diskutera. Men det fanns också lärare som inventerade elevernas individuella erfarenheter för att bygga en gemensam plattform, där alla kunde ta del av varandras erfarenheter för att slutligen komma överens om en gemensam naturvetenskaplig plattform.

Vardagsanknytning i NO-undervisningen visade sig vara något särskilt (Andrée, 2003). Speciella exempel ur vardagen användes upprepat i klassrumspraktiken och blev något av en kanon. Det handlade mest om att lära sig urskilja naturvetenskapliga aspekter i vardagssituationer. Exempel i undervisningen refererade gärna till vardagssituationer som låg långt ifrån de erfarenheter som både lärare och elever hade, men det var de klassiska exemplen som man i NO-undervisningen brukade ta upp. Elevernas vardagserfarenheter efterfrågades inte.

Skolpraktiken fungerade inte som ett önskvärt gränsöverskridande mellan vardagens kultur och den naturvetenskapliga kulturen utan mer som en hybridisering av dem (Andrée, 2007). Uppgifter och laborationer liksom exempel kom från en klassrumspraktik och inte från en naturvetenskaplig forskningspraktik eller från elevernas vardag. Detta kan vara en förklaring till

de skilda uppfattningar som elever och lärare hade (TIMSS 2003) om hur ofta läraren kopplat till vardagen i sin undervisning.

Vardagsanknytning i NO-undervisningen har handlat om något helt annat också, nämligen vilken materiel som används vid laborationer och demonstrationer. I början av 1900-talet var det enkel materiel som gällde. Eleverna fick ofta använda det som fanns hemma (Hultén, 2008). När svensk ekonomi senare tillät utrustades skolor med materiel, som var dyrare och speciellt framtagen för skoländamål. Vardaglig och enkel materiel är det som återkommit i dag och används i stället för de gamla skolsatserna, som anses gammaldags och föråldrade.

Det finns undervisningsexperiment (Molander m fl, 2001) som visar att elever som fått vara med om en demonstration i kemi med typisk kemimateriel var mer vaga i sina beskrivningar och förklaringar till vad som skett än de som sett demonstrationen utförd med vardagsmateriel. En förklaring är att för eleverna främmande utrustning och kemikalier skymde det som demonstrationen var tänkt att visa.

De största hindren för elever att lära vetenskapliga begrepp är deras vardagliga erfarenhet av att tala och tänka (Scott, Asoko & Leach, 2007). Hur kan då NO-undervisningen hjälpa elever att överbrygga mellan elevernas vardagsspråk och naturvetenskapens språk? Lundin (2007) menar att samtal mellan elever och lärare är viktiga och ger tillfällen för läraren att hjälpa eleverna uttrycka sina vardagserfarenheter i naturvetenskapliga termer och att omvänt visa att naturvetenskapens språk kan användas för att tolka nya upplevelser i vardagen. Det är också viktigt att inte bara använda samtal utan också att skriva naturvetenskap. af Geijerstam (2006) identifierade aktiviteten ”att utföra vetenskap” som den dominerande i de NO-klassrum hon studerade. Hon menar att det fanns risk att eleverna utestängdes från en naturvetenskaplig diskurs, när man byggde kunskap på endast det muntliga vardagsspråket och inte på det skriftliga.

Några frågor som intresserat forskningen mindre

NO-undervisningen för de lägre åldrarna

Av de avhandlingar och artiklar vi redovisat i kunskapsöversikten handlar ca 20 procent om undervisning för de yngre eleverna. Det gäller även internationellt att få men ändå ett ökande antal studier under de senaste årtiondena genomförts på de lägre åldrarna (elever fem till tolv år). De studier som ändå finns är gjorda på de äldre eleverna i det nämnda åldersintervallet. Detta kan ha många orsaker. Det kan bero på att forskare har ett större intresse för de äldre elevernas naturvetenskap, att de känner att de inte är tillräckligt kunniga om denna åldersgrupp, att de finner det svårare att samla in tillförlitliga data från de yngre, att de har svårigheter att formulera forskningsfrågor i detta område eller anser lärande och undervisning i naturvetenskap för de yngre vara mindre viktigt (Appleton, 2007).

Det har ur internationell forskning framkommit att lärare, som undervisar de yngre eleverna och ofta undervisar i samtliga ämnen, gärna undviker naturvetenskap. De lärare som ändå prövar på att undervisa NO, dras till de områden där självförtroendet är störst, nämligen biologi. De koncentrerar sig på processfärdigheter (förutsäga, pröva, dra slutsatser osv) i stället för begreppsförståelse, de grundar sin undervisning på läroböcker och arbetsböcker och de använder sig helst av demonstrationer och berättande samt undviker frågor och diskussion. Lärarna undviker också mer komplicerad materiell utrustning och försök som kan gå fel (Appleton, 2007).

Resultaten från forskning om NO-undervisning i de lägre årskurserna i den svenska skolan är liknande. Lärare fokuserade elevernas färdigheter mer än de fokuserade elevernas innehållsliga kunskaper (Emanuelsson, 2001). En lärare i en årskurs 6 (Carlsson, 2002) tog i sin undervisning upp många aspekter för att fördjupa elevernas ekologiska förståelse men saknade egen djupare ekologisk förståelse och visste inte hur elevernas förståelse såg ut eller vilka aspekter som var viktiga att lyfta fram i undervisningen för att bäst utveckla elevernas förståelse. Dessa studiers resultat kan vara ett tecken på lärarnas egen osäkerhet inför ett naturvetenskapligt innehåll.

I en annan fallstudie i årskurs 4 (Berg m fl, 2007) fann man att lärarens medvetna strävan att först skapa intresse och sedan förståelse gjorde att ett potentiellt kemiinnehåll skymdes. Eleverna skulle ha kunnat lära sig mycket

under lektionen men det blev inte så. En orsak kan ha varit lärarens sätt att betrakta eleven som den lille upptäckaren, vilket gjorde att kemiinnehållet inte blev synligt för eleverna. Också Lundin (2007) har observerat att läraren förutsatt att eleven kan skriva hypoteser utan någon teoretisk bakgrund och bett dem skriva hypoteser till sina frågor (11–13 år). Att lärare i de lägre årskurserna använder ett induktivt antagande om undervisning och lämnar mycket åt eleverna att själva klara ut, visar sig minska elevernas möjligheter att lära ett naturvetenskapligt innehåll. Elever behöver mer hjälp och det gäller inte endast de yngre eleverna.

Utvärderingarna av NTA (årskurs 2–6) visar att elever och lärare använde det talade språket mycket i NO-undervisningen och inte skriver så mycket mer än instruktion. Men det man talade om var mest beskrivningar av vad som hänt och sällan om varför det hänt (Anderhag m fl, 2006). Mätt i antalet naturvetenskapliga termer som användes av eleverna efter undervisning med NTA, bedömde man att elevernas kunskaper ökat. (Anderhag m fl, 2007)

Det är önskvärt att forskare inriktar sig mycket mer på studier av NO-undervisningen i de lägre årskurserna. Det finns t ex inga läroboksstudier gjorda på de lägre årskurserna. En viktig fråga är vad naturvetenskap för de yngsta grundskoleeleverna är och kan vara.

NO-undervisning och social identitet

Endast ett par studier fokuserar på betydelsen av elevernas sociala identitet för lärande och intresse i NO-undervisningen. I en longitudinell studie i årskurs 8–9 följdes två flickor med helt olika skolkarriärer med avseende på betyg i alla ämnen. Det visade sig att den ena flickan var aktiv, talade rätt mycket offentligt, samverkade med andra och frågade mycket. Hon hade ett stort socialt nätverk och många kontakter med läraren. Den andra flickan var inaktiv, talade inte alls offentligt, frågade inte men samtalande med kamrater i liten grupp. Den sociala kontexten blev helt olika för de två flickorna och de hade inte samma möjligheter att lära trots att de bevisade samma lektioner (Sahlström m fl, 1998).

NO-kunnande konstrueras genom språket. Klassrumsstudier har bidragit till förståelse av hur lärande genom språket går till och hur elever utvecklar sin kunskap genom att delta i de sociala och symboliska världarna. Allt fler internationella studier intresserar sig för samtalet (diskursen) i klassrummet.

Genom dem vet vi att elever i mycket begränsad omfattning deltar i samtalet. De talar inte naturvetenskap (talk science). Forskare ställer frågan om detta kan bero på att naturvetenskap i skolan framställs som särskilt smalt och auktoritativt (Kelly, 2007).

Staberg (1992, 1994) har i Sverige visat att pojkar och flickor mötte högstadiets fysik på olika sätt. Trots att de befann sig på samma lektioner hade de olika fokus. Föreställningar om kvinnligt och manligt ligger djupt rotade och både flickor och pojkar bär med sig dessa föreställningar till skolan och till arbetet i klassrummet.

Internationellt sett anser forskare att lärares insikter om skillnader i elevers kulturella bakgrunder har betydelse för undervisningen, för att de skall kunna föra in perspektiv grundade i dessa och på det sätt motivera olika elever. När elevers olika bakgrunder och förutsättningar utnyttjas ges elever makt att påverka. En stor utmaning för läraren är därför att utforska elevkapitalet och utgå från det i sin undervisning (Tobin, 1998).

Till de nya forskningsfronterna i NO-didaktisk forskning i världen hör enligt en tongivande forskare (Fensham, 2004) Språk och NO-undervisning, Kultur och NO-undervisning, Det mångkulturella NO-klassrummet, samt IT och NO-undervisning. Tre av de fyra nämnda berör alltså kulturella aspekter på NO. Det finns i Sverige som synes enstaka studier kring genus och jämställdhet och kring social identitet i NO-klassrummet, men inga kring klass och etnicitet.

Den affektiva sidan av lärande i naturvetenskap

Det finns många internationella studier som visat att yngre elevers attityder till NO är positiva men minskar genom årskurserna, vilket sannolikt hänger ihop med den undervisning de får och den bild de då skaffar sig av NO (Koballa & Shawn, 2007). Men det finns också tecken på att upplevelser av naturvetenskap tidigt i barndomen kan ha stor inverkan på ett framtida intresse (Helldén, Lindahl & Redfors, 2005). Flickor har mindre positiva attityder än pojkar till NO och deras intresse är högre för biologi än för fysik/kemi (Koballa & Shawn, 2007). Flickor kan gynnas av NO-undervisningen när den ger mening på ett personligt plan (Helldén, Lindahl & Redfors, 2005).

Samband mellan attityder och faktorer i och utanför skolan har undersökts och resultaten är återgivna av Helldén, Lindahl & Redfors (2005). De

framhåller att det finns forskning som visat att duktiga lärare och stimulerande NO-undervisning kan vara det mest fundamentala för elevernas intresse i NO. De refererar en engelsk undersökning som visat att intresset ökade när elever fick arbeta undersökande och fick diskutera sina resultat i uppföljande samtal medan traditionell undervisning med lärarstyrda aktiviteter ledde till motsatsen. Författarna menar att forskning har visat att NO-undervisning ofta gett ”tysta” budskap genom den lokal man vistats i, de böcker man använt och den undervisning eleverna fått. Av detta kan eleverna lära vad ämnet står för. I läroböckerna framställs t ex naturvetenskap ofta som fakta. I undervisningen i NO inbjuds eleven till en ny kultur, som har egna normer och värderingar, förväntningar och konventioner. Andra dolda budskap kan ges då massmedia informerar om miljöproblem och katastrofer, eftersom de ofta har samband med teknisk/naturvetenskaplig kunskap. Detta kan skapa en känsla av att vilja ta avstånd från naturvetenskap (Helldén, Lindahl & Redfors, 2005).

Ett internationellt projekt där Sverige deltar är ROSE (Relevance Of Science Education). Gruppen 15-åringar i ungefär 40 länder besvarade cirka 250 enkätfrågor om attityder till och intresse för naturvetenskap och teknik (S&T, Science & Technology). Ett resultat var att geografisk närhet och samma utvecklingsnivå (mätt i Human Development Index) gav liknande svarsmönster på frågor om vad i naturvetenskap och teknik som var intressant (Sjøberg & Schreiner, 2005). Man fann också att alla elever, oberoende av land, hyste tilltro till S&T för att lösa medicinska och andra problem och tyckte S&T var viktigt för samhället. Inga stora könsskillnader fanns. När det gällde om man ville ha arbete som forskare i naturvetenskap fick man väldigt låga värden i de utvecklade länderna. Flickorna var mer negativa än pojkarna. Detta mönster blev ännu mer uttalat när det gällde frågan om man ville arbeta som tekniker, med mycket stora könsskillnader i de utvecklade länderna. Det fanns hög korrelation mellan utvecklingsnivå i ett land och elevernas intresse för S&T, ju högre utvecklingsnivå, desto lägre intresse. Även när det gällde S&T:s roll i samhället och intresse för en karriär inom S&T blev det samma typ av korrelation, dvs ju högre HDI desto mer negativa var eleverna. En analys av ROSE i Norge (Schreiner, 2005) visar att pojkar och flickor hade en del gemensamt men också mycket som skiljde. Gemensamma intressen var sådana ämnen som vetenskapen ännu inte

kunnat förklara, t ex uppkomst av liv. Båda könen var ointresserade av väder, botanik och jordbruk, skydd av miljö m m. Pojkarna var intresserade av teknik, vapen, vetenskap som beskrevs vara i frontlinjen. Flickorna var intresserade av människokroppen, mystiska fenomen och drömmar. Schreiner jämförde också intressen mellan länder och fann korrelationer mellan utvecklingsnivå och intressen. Ju mer moderniserade länder, desto mer intresserade var både pojkar och flickor av mysterier och universum och desto mindre intresserade av miljöskydd, vetenskapsmäns liv, växter och jordbruk. (Schreiner, 2005).

PISA-undersökningen år 2006 rapporterade att flickorna visade signifikant större intresse för naturvetenskap än pojkar. Svenska pojkar tillsammans med finska pojkar var de som visade minst intresse av att lära sig mer om de frågeställningar som presenterades. Sverige låg väldigt långt ner på intresseskalan jämfört med andra länder. Inom ett land har de elever med större intresse också presterat bättre. När man jämför mellan länder är sambandet det motsatta.

I Sverige har få studier uppmärksammat den affektiva sidan av lärande i naturvetenskap. En slutsats är att forskning mer bör uppmärksamma den affektiva sidan och inte bara den kognitiva (Helldén, Lindahl & Redfors, 2005; Koballa & Shawn, 2007).

Lärande och undervisning i geovetenskap

I de stora internationella TIMSS-studierna klassificeras en del av elevuppgifterna som ”earth science”. Geovetenskap (geoscience) är ett ämnesområde som ligger till grund för skolämnet ”earth science”, som finns i många länders läroplaner, men inte i den svenska. I detta ljus finns det anledning att redovisa en sammanfattande aktuell syn på skolämnet ”earth science”. I detta skolämne ingår delar från geologi, hydrologi, oceanografi, meteorologi, klimatologi och även astronomi. Skolämnet har flera karaktäristiska drag, varav sex beskrivs av Orion & Ault (2007): 1) En historisk ansats (t ex vad som händer när en vulkanisk ö bildas och sjunker ner under en ibland ofattbart lång tidsperiod), 2) tar upp komplexa system, globala såväl som lokala (t ex jordens olika sfärer – hydro-, geo- och atmosfär och deras växelverkan med biosfären), 3) undervisar för förståelse av mycket storskaliga fenomen över tid och rymd (t ex den geologiska tidsskalan), 4) utvecklar elevernas visuella

representationer (t ex geologiska kartor och spatiala modeller i tre dimensioner av strömmar i luft och vatten), 5) utbildar om integration av olika skalor (t ex att få ihop en hypotes om en meteorkollision med ämnens kristallbildning och landskapets topografi), 6) utvecklar elevernas förmåga att tänka retrospektivt (t ex att i dagens landskapsformer avslöja processer som skett för mycket länge sedan).

Sedan år 1993 har fyra internationella konferenser hållits om Earth Science Education. Under den första fördes starka åsikter fram om att stärka miljöundervisningsaspekten i ämnet medan under de andra åsikter framfördes om att det var viktigt att lära om Jorden som system. I dag är det konsensus om att målet för undervisningen är att undervisa eleverna både till att bli aktiva medborgare och till att bli geovetare. Undervisning i ”earth science” har i dag en mycket mer framträdande plats än den tidigare haft och det beror på kopplingen till miljöundervisning. Men undervisning är inte lätt därför att lärare ofta saknar de grundskunskaper som krävs. Fortfarande har skolämnet relativt låg status (Orion & Ault, 2007).

Eftersom ”earth science” internationellt blir alltmer kopplat till miljöundervisning kan det passa att säga något om miljöundervisningen i svensk skola här. Miljöundervisningen bedrivs av de allra flesta grundskollärarna. Vanligast är en normerande miljöundervisning (Skolverket, 2002), där man betonar värderingar och att man bör ta ställning i miljöfrågor utifrån de NO-kunskaper man har. Men det bedrivs också en miljöundervisning om hållbar utveckling, där man tar upp konflikter mellan olika intressen eller en faktabaserad, där kunskaper kan lösa problemen.

Undervisning för hållbar utveckling är många skolämnens ansvar. Det saknas forskning om hur just NO-undervisningen relaterar till miljöundervisning och tar tag i området hållbar utveckling.

Avslutningsvis

Internationellt finns det kritiska röster till den forskning som bedrivits för att försöka förstå hur undervisning och lärande är relaterade till varandra (Nuthall, 2004). För att forskning skall kunna överbrygga det gap som finns mellan undervisning i ett klassrum och elevers lärande menar Nuthall att det behövs forskning som ger:

”continuous, detailed data on the experience of individual students, in-depth analyses of the changes that take place in the students’ knowledge, beliefs, and skills, and ways of identifying the real-time interactive relationship between these two kinds of data.”

(Nuthall, 2004, s 273)

Som ett exempel på sådan önskvärd forskning nämner författaren Sahlströms & Lindblads (1998) studie, som finns refererad i denna kunskapsöversikt, där enskilda studenters lärande kontinuerligt dokumenterats i longitudinella klassrumsstudier. Trots att resultatet endast gäller två flickors olika möjligheter att lära under samma lektion, anser Nuthall att studien är av mycket stort värde för att bättre förstå hur elever lär i klassrummet.

Denna kunskapsöversikt innehåller resultat från många studier av NO-undervisningen i svensk grundskola. Vi har refererat de studier som fallit inom våra avgränsande kriterier och även tagit med enkätresultat från de tidigare nationella och internationella utvärderingarna. Det kan tyckas fel att ta med de kvantitativa studiernas resultat eftersom kunskapsöversiktens syfte är att bidra till förklaringar av dessa resultat. Vi har ändå valt att nämna några relevanta resultat för att komplettera bilden av NO-undervisningen under de senaste 15 åren och göra läsningen användbar även för andra syften.

Den bild som framträder som ett mosaikmönster, där små fallstudier bildar byggstenarna, är en NO-undervisning som i många stycken är traditionell och lärarstyrd, men där lärarna i linje med styrdokumentens mål, skulle vilja låta eleverna styra alltmer. Som en följd verkar den tid öka som eleverna ägnar åt arbete i smågrupper. Samtidigt visar många studier att det inte är så enkelt att lämna över för mycket till eleverna. Det finns underskattade svårigheter att arbeta undersökande. Att ge eleverna uppgifter som de själva

skall genomföra utan att undervisa dem i hur man kan göra, kan lätt misslyckas. T ex gäller det när eleverna sätts att laborera och själva dra slutsatser av sina observationer eller när elever sätts att söka information på nätet utan att det har problematiserats vad detta kan innebära. Ett induktivt antagande om undervisning, där eleverna i grupper skall upptäcka själva har visat sig ineffektivt. Eleverna behöver mycket mer lärarstöd i detta.

Det har alltså visat sig att lärares mål och visioner inte alltid förverkligas i NO-klassrummet. Det kan bero på antingen att de inte är medvetna om vad det är som de i praktiken fokuserar på och därmed ger eleverna möjligheter att lära. Men det kan också bero på att lärare underskattar de svårigheter det innebär för eleverna att arbeta självständigt.

Det finns exempel på goda resultat som nåtts när eleverna i smågrupper satts att diskutera ett innehåll. De använder då både vardagens och naturvetenskapens begrepp och når en bit på vägen, även om de inte når full begreppsförståelse. Att eleverna lyckas så bra kan bero på att eleverna får tid att sätta sig in i uppgifterna, att de kan relatera till sin egen erfarenhet och förståelse och att uppgifterna kan sättas in i relevanta sammanhang. Lärare måste ha egen förståelse för ett innehåll för att kunna identifiera och möta eleverna och ge dem möjligheter att lära. Det är viktigt att utgå från elevernas förståelse.

Att vardagsanknyta NO-undervisningen är något som lärare gärna vill och också menar att de gör. Eleverna ser inte alltid denna vardagsanknytning. Det kan bero på att vardagsanknutna exempel ofta visar sig bestå av exempel ur läroboken som brukar finnas där och som lärare i alla tider och överallt brukar ta upp – ett slags kanon av vardagsanknutna exempel. Det är inte säkert att exemplen anknyter varken till elevernas eller till lärares vardag. Inte så konstigt om eleverna inte känner igen sig! Detta är en del av den hybridpraktik, som den ibland kallas, där NO-undervisningen har sitt speciella innehåll och sina speciella arbetsätt som skiljer sig från det innehåll och de arbetsätt som används både av naturvetare i deras praktik och av människor i deras vardag, och där NO-undervisningen innehåller delar av bägge dessa praktiker, men också särskilda traditionella tillägg från beprövad erfarenhet av NO-undervisning genom tiderna.

Referenser

Referenser

- Abell, S. K., & Lederman, N. G. (2007). *Handbook of Research on Science Education*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Almqvist, J. (2005). *Learning and Artefacts. On the use of information technology in educational settings.*, Acta Universitatis Upsaliensis., Uppsala.
- Anderhag, P., & Wickman, P.-O. (2006). *NTA som kompetensutveckling för lärare: Utvärdering av hur lärares deltagande i NTA utvecklar deras kompetens att stödja elevernas begrepps- och språkutveckling*. Stockholm: Lärarhögskolan i Stockholm.
- Anderhag, P., & Wickman, P.-O. (2007). *Utvärdering av hur NTA hjälper skolorna att nå kursplanemålen för femte skolåret i naturorienterande ämnen*. Stockholm: Lärarhögskolan.
- Andersson, B., Bach, F., Olander, C., & Zetterqvist, A. (2005). *Naturorienterande ämnen. Nationella Utvärderingen av Grundskolan 2003. Rapport 252*. Stockholm: Skolverket.
- Andrée, M. (2003). *'Everyday-life' in the Science Classroom: A Study on Ways of Using and Referring to 'Everyday-Life'* Paper presented at the ESERA, Aug 19–23, 2003, Noordwijkerhout, the Netherlands.
- Andrée, M. (2004). *Utbildningsinnehåll som konstituerat i klassrumspraktiken – exempel från grundskolans NO-undervisning*. Paper presented at the NFPF:s kongress, Mar 10–13, 2004, Reykavik.
- Andrée, M., & Lärarhögskolan i Stockholm. Institutionen för samhälle kultur och lärande. (2007). *Den levda läroplanen: en studie av naturorienterande undervisningspraktiker i grundskolan*. Stockholm: HLS Förlag: Institutionen för samhälle kultur och lärande. Lärarhögskolan i Stockholm.
- Appleton, K. (2007). Elementary Science teaching. In S. K. & Lederman Abell, N. G. (Ed.), *Handbook of Research on Science Education*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Bach, F. (2001). *Om ljuset i tillvaron: ett undervisningsexperiment inom optik*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Bassey, M. (1981). Pedagogic Research: on the relative merits of search for generalisation and study of single events. *Oxford Review of Education*, 7(1).
- Berg, A., Löfgren, R., & Eriksson, I. (2007). Kemiinnehåll i undervisningen för nybörjare. En studie av hur ämnesinnehållet får konkurrera med målet att få eleverna intresserade av naturvetenskap. *NorDiNa*, 3(2), 146–162.
- Björneloo, I. (2007). *Innebörder av hållbar utveckling: en studie av lärares utsagor om undervisning*. Acta Universitatis Gothoburgensis, Göteborg.
- Carlsson, B. (2002). *Variationsteori och naturvetenskapligt lärande. Research report/Luleå University of Technology, 2002:04*. Luleå.
- Dimenäs, J. (2001). *Innehåll och interaktion: om elevers lärande i naturvetenskaplig undervisning*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Duit, R. (2007). Students' and Teachers' Conceptions and Science Education (Publication., from Kiel, Institut für Naturwissenschaften (IPN): <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html> , 080930.
- Duit, R., Niedderer, H., & Schecker, H. (2007). Teaching Physics. In S. K. & Lederman Abell, N. G. (Ed.), *Handbook of Research on Science Education*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Edling, A. (2006). *Abstraction and authority in textbooks. The textual paths towards specialized language*. Akademisk avhandling. Uppsala: Institutionen för lingvistik och filologi.
- Emanuelsson, J. (2001). *En fråga om frågor: hur lärares frågor i klassrummet gör det möjligt att få reda på elevernas sätt att förstå det som undervisningen behandlar i matematik och naturvetenskap*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Englund, T. (1986). *Curriculum as a political problem. Changing educational conceptions, with special reference to citizenship education*. Lund: studentlitteratur/Chartwell-Bratt.
- Englund, T., Svingby, G. & Wallin, E. (1986). Orienteringsämnenas innehåll och den medborgerliga kompetensen. *Nordisk pedagogik*(3), 147–155.
- Englund, T. (2000). *Deliberativa samtal som värdegrund – historiska perspektiv och aktuella förutsättningar*. Stockholm: Skolverket.

- Engström, J.-Å. (1993). *Science achievement and student interest: determinants of success in science among Swedish compulsory school students*. Stockholm: Univ.
- Eskilsson, O. (2001). *En longitudinell studie av 10–12-åringars förståelse av materiens förändringar*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Eskilsson, O., & Helldén, G. (2003). A longitudinal study on 10–12-year-olds' conceptions of the transformations of matter. *Chemistry Education: Research and Practice*, 4(3), 291- 304.
- Eskilsson, O., & Helldén, G. (2008). *The importance of Science Lab work*. Paper presented at the 9th Nordic Research Symposium on Science Education.
- Fensham, P. J. (2004). *Defining an Identity – The evolution of Science Education as a field of Research*. London: Kluwer Academic Publishers.
- af Geijerstam, Å. (2006). *Att skriva i naturorienterade ämnen i skolan*. Acta Universitatis Upsaliensis, Uppsala.
- Helldén, G., Lindahl, B. & Redfors, A. (2005). *Lärande och undervisning i naturvetenskap – en forskningsöversikt*. Vetenskapsrådet.
- Hultén, M. (2008). *Naturens kanon. Formering och förändring av innehållet i folkskolans och grundskolans naturvetenskap 1842–2007*. Stockholms Universitet, Stockholm.
- Högström, P., Ottander, C. & Benckert, S (2006). Lärares mål med laborativt arbete: utveckla förståelse och intresse. *Nordina*(5).
- Jakobsson, A. (2001). *Elevers interaktiva lärande vid problemlösning i grupp: en processstudie*. Institutionen för pedagogik, Lärarhögskolan i Malmö, Malmö.
- Jakobson, B. & Wickman, P-O. (2008) The Roles of Aesthetic Experience in Elementary School Science. *Research in Science Education Vol 38, p 45–65*.
- Jidesjö, A., & Oscarsson, M. (2004). *Students' attitudes to science and technology. First results from the ROSE-project in Sweden*. Paper presented at the XI IOSTE (International Organization for Science and Technology Education) symposium: Science and Technology Education for a Diverse World, Lublin, Poland.
- Karlsson, K.-G., & Molander, B.-O. (2004). *Läsande och naturvetenskap – några resultat från den svenska PISA-undersökningen*. Paper presented at the Naturfagenes didaktikk – en disiplin i förändring? Det 7. nordiske forskersymposiet om undervisning i naturfag i skolen.
- Kelly, G. J. (2007). Discourse in Science Classrooms. In S. K. & Lederman Abell, N. G. (Ed.), *Handbook of Research on Science Education*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Koballa, T. R. J., & Glynn, S. M. (2007). Attitudinal and Motivational Constructs in Science Learning. In S. K. & Lederman Abell, N. G. (Ed.), *Handbook of Research on Science Education*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Kärrqvist, C., & West, E. (2005). *Nationella Utvärderingen av Grundskolan 2003. Problemlösning. Ämnesrapport till rapport 252*: Skolverket.
- Lidar, M., Lundqvist, E., & Östman, L. (2005). Teaching and Learning in the Science Classroom. *Science Education*, 90(1), 148–163.
- Limberg, L., Hultgren, F. & Jarneving, B. (2002). *Informationssökning och lärande – en forskningsöversikt*. Stockholm: Skolverket.
- Lindahl, B. (2003). *Lust att lära naturvetenskap och teknik?: en longitudinell studie om vägen till gymnasiet*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Lindner, A.-C. (2007). *Avdunstning och molekyler. En longitudinell studie av hur grundskoleelever utvecklar sina uppfattningar om avdunstningsfenomen*. Kalmar: Högskolan Kalmar.
- Lundin, M. (2007). *Students' participation in the realization of school science activities*. Nationella forskarskolan i naturvetenskapernas och teknikens didaktik, FontD, Institutionen för samhälls- och välfärdsstudier, Linköping University, Norrköping.
- Lunetta, V. N., Hofstein, A., & Clough, M. P. (2007). Learning and Teaching in the School Laboratory: An Analysis of Research, Theory and Practice. In S.K Abell & N. G Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

- Lyons, T. (2006). Different Countries, Same Science Classes: students' experiences of school science in their own words. *International Journal of Science Education*, 28(6), 591–613.
- Läroplan. (1962). Stockholm.
- Läroplan. (1969). Stockholm: Skolverket.
- Läroplan. (1980). Stockholm: Skolverket.
- Läroplan. (1994). Stockholm: Skolverket.
- Löfdahl, S. (1988). *Fysikämnet i svensk realskola och grundskola. Kartläggning ur en didaktisk synvinkel*. Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis.
- Löfgren, L., & Helldén, G. (2006). *Barn och molekyler*. Paper presented at the 8. nordiske forskersymposium om undervisning i naturfag.
- Löfgren, L., & Helldén, G. (2008). Following young students' understanding of three phenomena in which transformations of matter occur. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 481–504.
- Magntorn, O. (2007). *Reading nature. Developing ecological literacy through teaching*. Norrköping: The Swedish National Graduate School in Science and Technology Education, FontD. Linköping University, Department of Social and Welfare Studies.
- Molander, B.-O., Hallden, O., & Pedersen, S. (2001). Understanding a Phenomenon in Two Domains as a Result of Contextualization. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 45(2), 115–123.
- Nelson, J. (2006). Hur används läroboken av lärare och elever? *NorDiNa*(4), 16–27.
- Nilsson, P. (2005). Barns kommunikation och lärande i fysik genom praktiska experiment. *NorDiNa*(1), 58–69.
- Nuthall, G. (2004). Relating Classroom Teaching to Student Learning: A Critical Analyses of Why Research Has Failed to Bridge the Theory-Practice Gap. *Harvard Educational Review*, 74(3).
- Nyberg, E. (2004). Life cycles – for caring and learning about organisms and their environments – a starting point towards an understanding of environmental issues. In P. Wickenberg, Axelsson, H., Fritszén, L., Helldén, G. & Öhman, J. (Ed.), *Learning to change our world? Swedish research on education & sustainable development* (pp. 313–328). Lund: Studentlitteratur.
- Nyberg, E., Andersson, B., & Leach, J. (2004). *Elementary school students' understanding of life cycles*. Paper presented at the Trends in biology education research in the new biology era. Proceedings of the Vth Conference of European Researchers in Didactics of Biology, 21 to 23 sept, Patras, Greece.
- Näs, H., & Ottander, C. (in press). Student reasoning while investigating plant material. *NorDiNa*.
- Olander, C. (2008). The reasoning of students aged 11–16 about biological evolution. In Reiss Hammann, Boulter, Tunnicliffe (Ed.), *Biology in Context, Learning and teaching for the twenty-first century*. London: Institute of Education.
- Olofsson, S. (1998). *Oä/no-lärares attityder och arbetssätt: resultat av lärarenkäten i TIMSS*. Umeå: PM: pedagogiska mätningar 136, Institutionen för beteendevetenskapliga mätningar, Umeå Universitet.
- Orion, N., & Ault, C. R. (2007). Learning Earth Sciences. In S. K. & Lederman Abell, N. G. (Ed.), *Handbook of Research on Science Education*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Persson, C. (2006). Nya former för lärande: Leken som ett redskap i lärandet i miljö i grundskolans tidigare årskurser. *NorDiNa*, 3, 58–71.
- Persson, C. (2008). *Sfärernas symfoni i förändring? Lärande i miljö för hållbar utveckling med naturvetenskaplig utgångspunkt. En longitudinell studie i grundskolans tidigare årskurser*. The Swedish National Graduate School in Science and Technology Education, FontD. Linköping University, Department of Social and Welfare Studies.
- Pettersson, B. (2006). Experimentera hemma – läsa i skolan? In *Det 8. nordiske forskersymposium om undervisning i naturfag. Naturfagsdidaktikkens mange facetter*. Aalborg, Danmark.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S.K Abell & N.B Ledermann (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*.

- Sahlström, F., & Lindblad, S. (1998). Subtexts in the Science Classroom – An Exploration of the Social Construction of Science Lessons and School Careers. *Learning and Instruction*, 8(3), 195–214.
- Schreiner, C. (2006). Exploring a ROSE-garden.
- Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2005). Et meningsfullt naturfag for dagens ungdom? *NorDiNa*, 2, 18-35.
- Scott, P., Asoko, H., & Leach, J. (2007). Student conceptions and conceptual learning in science. In *Handbook of Research on Science Education*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Sjøberg, S. (2004). *Naturvetenskap som allmänbildning – en kritisk ämnesdidaktik*: Studentlitteratur.
- Sjøberg, S., & Schreiner, C. (2005). How do learners in different cultures relate to science and technology? Results and perspectives from the project ROSE (the Relevance of Science Education). *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6(2).
- Skolverket. (1993). *Den nationella utvärderingen av grundskolan våren 1992. Naturorienterande ämnen. Lärar- och elevbedömningar. Rapport nr 4*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (1994) Mer formler än verklighet – Ungdomars attityder till teknik och naturvetenskap. *NOT-häfte nr 2/1994*.
- Skolverket. (1994/2006). *Läroplan för det obligatoriska skolväsendet. Lpo 94*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (1996). *TIMSS. Svenska 13-åringars kunskaper i matematik och naturvetenskap i ett internationellt perspektiv. Rapport nr 114*. Stockholm: Liber.
- Skolverket. (2000). *Kursplaner och betygskriterier 2000*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (2002). *Hållbar utveckling i skolan. Miljöundervisning och utbildning för hållbar utveckling i svensk skola*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (2004). *TIMSS 2003. Svenska elevers kunskaper i matematik och naturvetenskap i skolår 8 i ett nationellt och internationellt perspektiv. Rapport 255*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (2006). *I enlighet med skolans värdegrund? En granskning av hur etnisk tillhörighet, funktionshinder, kön, religion och sexuell läggning framställs i ett urval av läroböcker. Rapport nr 285*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (2007). *PISA 2006 – 15-åringars förmåga att förstå, tolka och reflektera – naturvetenskap, matematik och läsförståelse. Rapport 306*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (2008). *Kursplanen – ett rättesnöre? Lärare om kursplanerna i svenska, samhällskunskap och kemi. Rapport nr 310*: Skolverket.
- Staberg, E.-M. (1992). *Olika världar skilda värderingar. Hur flickor och pojkar möter högstadiets fysik, kemi och teknik*. Umeå: Umeå Universitet.
- Staberg, E.-M. (1994). Gender and science in the swedish compulsory school. *Gender & Education*, 6(1).
- Svennbeck, M. (2003). *Omsorg om naturen: om NO-utbildningens selektiva traditioner med fokus på miljöfostran och genus*. Acta Universitatis Upsaliensis: Univ.-bibl. distributör, Uppsala.
- Szybek, P. (1999). *Staging science. Some aspects of the production and distribution of science knowledge*. Lund University, Lund.
- Szybek, P. (2002). Science Education – An Event Staged on Two Stages simultaneously. *Science & Education*, 11(525–555).
- Säljö, R., & Bergqvist, K. (1997). Seeing the light: Discourse and practice in the optics lab. In *Discourse, tools and reasoning*. Berlin: Springer.
- Tobin, K. (1998). Issues and trends in the teaching of science. In B. J. & Tobin Fraser, K. G (Ed.), *International Handbook of Science Education*. London: Kluwer Academic Publishers.
- Treagust, D. F. (2007). General Instructional Methods and Strategies. In S. K Abell & N. G Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

- Vikström, A. (2002). *Från görande till rikare lärande: en aktionsforskningsstudie av två arbetslags arbete med naturvetenskap i skolår 1–6*. Luleå Tekniska Universitet, Luleå.
- Vikström, A. (2005). *Ett frö för lärande: en variationsteoretisk studie av undervisning och lärande i grundskolans biologi*. Luleå: Luleå tekniska universitet.
- Wolf-Watz, M. (2004). *Becoming a teacher in mathematics and science – a study of the transition from initial teacher education to school practice*. Umeå: Umeå University.
- Wright, M. v. (1999). *Genus och text: när kan man tala om jämställdhet i fysikläromedel?* Stockholm: Skolverket: Liber distribution.
- Zetterqvist, A. (1999). *Evolutionsteori i svenska läroböcker. En undersökning av biologiläroböcker för grundskolans senare årskurser*. Paper presented at the Undervisning i naturvetenskap ur kultur-, teknologi- och miljöperspektiv.
- Zetterqvist, A. (2003). *Ämnesdidaktisk kompetens i evolutionsbiologi: en intervjuundersökning med no/biologilärare*. Acta Universitatis Gothoburgensis, Göteborg.
- Åström, M. (2007). *Integrated and subject-specific. An empirical exploration of science education in Swedish compulsory schools*. Norrköping: The Swedish National Graduate School in Science and Technology Education, FontD. Linköping University, Department of Social and Welfare Studies.
- Öhman, J. (2006). *Den etiska tendensen i utbildning för hållbar utveckling: meningsskapande i ett genomlevandeperspektiv*. Örebro Universitet, Örebro.
- Österlind, K. (2005). Concept formation in environmental education: 14-year olds' work on the intensified greenhouse effect and the depletion of the ozone layer. *International Journal of Science Education*, 27(8), 891–908.
- Östman, L. (1995). *Socialisation och mening: No-utbildning som politiskt och miljömoraliskt problem*. Acta Universitatis Upsaliensis, Uppsala.

Bilaga

Bilaga

I översikten ingående undersökningar av svensk NO-undervisning

En del studier har resulterat i flera publikationer. I de fallen anges här endast en av dessa, i första hand avhandlingen. I något/några fall består en avhandling av flera publicerade artiklar, av vilka någon eller några är av intresse för den här översikten. Då har vi tagit med endast dessa artiklar.

Doktors- och licentiatavhandlingar (25 st)

Undersökning	Data insamlad år	Typ av data	Undersökningsgrupp	Årskurs
Almqvist, J. 2005	2000–2003	Videofilmer av elevers datorarbete	Två elvaåringar Sex grupper 13–14-åringar	5, 7, 8
Andrée, M. 2007	2002/2003	Fältanteckningar, ljudinspelning av lektioner, inspelade intervjuer, läroböcker, lokala styrdokument, arbetsmaterial, elevtexter, skolans internetinfo, fotografier, SIRIS*	Två klasser, tolv flickor och fyra pojkar (gruppintervjuer), en lärare	6, 7
Bach, F. 2001	1993–2000 (publ. år)	Läroböcker	Fyra läroböcker i fysik	7–9
Björneloo, I. 2007		Intervjuer	17 lärare	Fö–9
Dimenäs, J. 2001		Videosp från lektioner, fältanteckn., intervjuer lärare och elever, med kommentarer till videosp.	Sex elever	7–8
Edling, A. 2006		Lärobokstexter, elevtexter, elev- och lärarintervjuer, observationsanteckningar	61 elever i åtta klasser, årskurs 5, 59 elever i tio klasser, årskurs 8, 34 elever i fem klasser, gy	5, 8, gy

*Skolverkets Internetbaserade Resultat- och kvalitetsinformationssystem. Se www.skolverket.se

Undersökning	Data insamlad år	Typ av data	Undersökningsgrupp	Årskurs
Emanuelsson, J. 2001		Observationer, ljudinspelningar, intervjuer, elevarbete, fältanteckningar	Åtta klassrum, åtta lärare, från fem olika skolor. Två–fyra lektioner i varje klass	1–6
Eskilsson, O. 2001	1997–1999 longitudinell	Intervjuer, videoinspelade lektioner	40 elever från fem klasser	4–6
af Geijerstam, Å. 2007		Elevtexter, elev- och lärarintervjuer, observationsanteckningar	61 elever i åtta klasser, årskurs 5, 59 elever i tio klasser årskurs 8, 34 elever i fem klasser, gy	5, 8, gy
Hultén, M. 2008	1842–2007 (publ. år, endast 1980–2007 här)	Läroböcker, läroplaner, läromedelsannonser, m m	Fem kemiböcker, tre biologiböcker och två fysikböcker (för perioden 1980–2007), annonser	7–9 (för perioden 1980–2007)
Jakobsson, A. 2001		Prov, intervjuer, observationer, videoinspelningar, elevanteckningar	20 elever	8
Lindahl, B. 2003		Observationer, enkäter, intervjuer, info från skolkansliet, SIRIS*	100 elever	5–9
Lindner, A-C 2007	1997–2006 longitudinell	Intervjuer, videosp. av undervisning, enkät, videosp. gruppdiskussioner	14 elever från början, sju kvar + tre nya från 2001	Fö–9
Lundin, M. 2007	2004	Videospelningar av lärare under lektioner, fältanteckningar, videospelning av elevers projektarbete	En lärare och 28 elever under 17 biologilektioner, en lärare och 24 elever under 20 biologilektioner, tre lärare och fyra klasser under fysiklektioner	5–8
Magntorn, O. 2007		Intervjuer, begreppskartor, anteckningar från fältarbete	23 elever 15 elever 13 lärare	3–4 7–8
Persson, C. 2008	2003–2006	Videospelningar av lektioner, elevintervjuer, elevenkäter, reflekterande samtal, elevtexter, lektionsplaner	28	3–5
Staberg, E-M 1992		Observationer av 39 lektioner, intervjuer, enkäter	32 elever i två undervisningsgrupper	7–9

Undersökning	Data insamlad år	Typ av data	Undersökningsgrupp	Årskurs
Svennbeck, M. 2004	1995–1998 (publ.år)	Fysikläroböcker	Avsnitt ur sex läroböcker	7–9
Szybeck, P. 1999		Intervjuer, videoinspelade laborationer	Fyra undervisningsgrupper	8
Vikström, A. 2005	2001–2004?	Planeringsmöten, videoinspelade intervjuer, möten, observationer, videoinspelade lektioner	Sex lärare, 18 elever	1–6
Wolf-Watz, M. 2004	1996–1999	Enkäter, intervjuer, telefonkontakt, observationer	16 lärare (telefonkontakt), nio lärare (intervjuer), i denna översikt	1–9
Zetterqvist, A. 1999	1995 (publ år)	Biologiläroböcker	Fyra biologiböcker för högstadiet	7–9
Åström, M. 2007		TIMSS-data, intervjuer, observationer	2000 elever, fem lärare, 13 lektioner	9
Öhman, J. 2006		Auktoritativa texter, policydokument, enkäter, intervjuer	568 lärare, skolledare och lärargrupper från 27 skolenheter	Förskola –vuxen-gymnasium
Östman, L. 1995	1981–1989 (publ.år)	Kemi- och biologiböcker, läroplaner, fortbildning litteratur	Avsnitt ur 15 kemiböcker och nio biologiböcker	7–9

Vetenskapliga artiklar (14 st)

Undersökning	Data insamlad år	Typ av data	Undersökningsgrupp	Årskurs
Berg, Löfgren, Eriksson, 2007		Videoinspelningar, ljudband, fältanteckningar från sex lektioner, intervjuer, dokument och elevers arbetshäften	28 elever, en lärare	4
Engström 2008		SISS-data		7–9
Högström, Ottander, Benckert, 2006		Ljudinspelade intervjuer, labbinstruktioner	Elva lärare	7–9
Jakobsson, Wickman (2008)		Ljudband från gruppdiskussioner, observationer	Sju klasser, elva tillfällen, 2–5 gruppdiskussioner varje besök	1–4
Löfgren, Helldén, 2008 (också Löfgren, Helldén, 2006)	1997–2005	Intervjuer	25 elever	1–9
Molander 2001		Elevers skrivna förklaringar	45 elever	4
Nelson 2006		Litteraturoversikt över läroboksanvändning		4–gy
Nilsson 2005	2004	Ljudinspelade gruppdiskussioner	Fyra elevgrupper, 4–5 i varje	4
Näs		Ljudbandade elevdiskussioner, obs av lektioner, elevanteckningar	68 elever i tre klasser	4–6
Sahlström 1998	1993, 1995	Video- och ljudinspelningar	Fyra lektioner, fokus på två flickor	8, 9
Säljö 1997		Observationer	Två klasser, sju lektioner	7?
Öhman 2004		Enkäter	lärare	
Österlind 2005		Ljudinspelade diskussioner, obs.anteckningar, elevarbeten	Tre elever i en grupp	8

Rapporter (5 st)

Undersökning	Data insamlad år	Typ av data	Undersökningsgrupp	Årskurs
Carlsson 2002		Insp. av två lektioner, elevers skriftliga förklaringar	En klass	6
Skolverket 1994 (NOT)		Intervjuer	20 grupper, 6–10 elever i varje	9 (och årskurs 3 gy)
Olofsson 1998		Lärarenkäten i TIMSS 95	Drygt 400 lärare	8
Skolverket 2006	2000–2005 (publ. år)	Läroböcker	Tre biologiböcker för 7–9 (tre för gy)	7–9 (och gy)
von Wright 1998	1994–1997	Fysikläroböcker	Fyra fysikböcker för högstadiet (tre för gy)	7–9 (och gy)

Utvärderingar (8st)

Undersökning	Data insamlad år	Typ av data	Undersökningsgrupp	Årskurs
Anderhag, Wickman 2006		Observationer, intervjuer av lärare och elever	23 klasser och lärare från 21 skolor	F–6
Anderhag, Wickman 2007	2006/2007	Intervjuer	80 elever från 20 klasser	6
Andersson m fl 2005 (NU 03)	2003	Enkäter	1780–2020 elever, 243 lärare	9
Kärrqvist, West, 2005 (NU03)	2003	Enkäter	47 lärare, 772 elever	9
Skolverket 1993 (NU 92)	1992	Enkäter	3000 elever, 322 lärare	9
Skolverket 1996 (TIMSS 1995)	1995	Enkäter/praktiskt prov	8800 elever, 400 lärare/450 elever	6–8
Skolverket 2004b (PISA 2003)	2003	Enkäter, prov	1900	9
Skolverket 2004c (TIMSS 2003)	2003	Enkäter	4300 elever, 600 lärare	8

Konferensbidrag (6 st)

Undersökning	Data insamlad år	Typ av data	Undersökningsgrupp	Årskurs
Eskilsson, Helldén, 2007, 2008		Video- och ljudinspelningar från klassrum och gruppdiskussioner, elev- och lärarintervjuer	25 elever, två lärare	8
Karlsson, Molander, 2004	2000	Resultat läsförståelse + naturvetenskap	Svenska elever PISA 2000	9
Nyberg, Andersson, Leach, 2004				
Pettersson, 2006		Läror- och elevintervjuer, observationer	15 elever	7
Zetterqvist, 1998		Enkäter	240 lärare	7–9
Zetterqvist, 1999	1995 (publ. år)	Biologiläroböcker	Fyra läroböcker	7–9

Kapitel i böcker (2 st)

Undersökning	Data insamlad år	Typ av data	Undersökningsgrupp	Årskurs
Nyberg, 2004		Lärares dagböcker, elev- och lärarintervjuer, observationer	Två lärare, fyra klasser	1–5
Olander, 2008		Skriftliga för- och eftertest	180 elever	5–9

NA-SPEKTRUM
STUDIER AV NATURVETENSKAPEN I SKOLAN

ISSN 1102-5492

- 1 *Energi och liv – ett nytt sätt att undervisa om fotosyntesen* av Sven Bornäs och Bengt Djurvall (1992, 74s.)
- 2 *Analogitänkande och lärande med vattenkrets - elkrets som undersökt exempel* Björn Andersson, Frank Bach och Jonas Emanuelsson(1992, 76s.)
- 3 *SNITT – enheter om vår mat och våra sjukdomar* (Arbetsgrupp, 1992, 87 s.)
- 4 *SNITT – enheter om energi m.m.* (Arbetsgrupp, 1992, 97 s.)
- 5 *Nationell utvärdering - åk 9. Vad kan eleverna om materia?* av Björn Andersson, Jonas Emanuelsson och Ann Zetterqvist (1993, 76 s.)
- 6 *Nationell utvärdering - åk 9. Vad kan eleverna om ekologi och människokroppen?* av Björn Andersson, Jonas Emanuelsson och Ann Zetterqvist (1993, 71 s.)
- 7 *Nationell utvärdering - åk 9. Lärare och elever bedömer grundskolans NO* av Björn Andersson, Jonas Emanuelsson och Ann Zetterqvist (1993, 68 s.)
- 8 *Nationell utvärdering - åk 9. Problemlösning i grupp* av Christina Kärrqvist (1993, 119 s.)
- 9 *Skolans naturvetenskap - problemanalys och förslag till FoU* av Björn Andersson (1994, 76 s.)
- 10 *Om kunskapande genom integration* av Björn Andersson (1994, 76 s.)
- 11 *Gymnasieelevers kunskaper om materia – en pilotstudie angående de teoretiska linjerna i ljuset av nationella resultat från åk 9* av Ingrid Jansson (1994, 84 s.)
- 12 *Gymnasieelevers kunskaper om ekologi och människokroppen - en pilotstudie angående de teoretiska linjerna i ljuset av nationella resultat från åk 9* av Ingrid Jansson (1994, 88 s.)
- 13 *Begreppsförståelse i gymnasiets kemi. Svenska resultat och internationella rön* av Ingrid Jansson (1995, 60 s.)
- 14 *Att utveckla naturvetenskaplig undervisning. Exemplet gaser och deras egenskaper* av Björn Andersson och Frank Bach (1995, 62 s. samt bilagor)
- 15 *Forskning om naturvetenskaplig undervisning. Rapport från en konferens i Mölndal 19-20 juni 1995.* Red.: Björn Andersson (1995, 460 s)
- 16 *Gymnasieelevers problemlösande färdigheter – en utvärdering av ansvar, samarbete, informationssökande, kritiskt tänkande och ställningstagande* av Christina Kärrqvist (1996, 96 s samt bilagor)
- 17 *Nationell utvärdering 1995 – åk 9. Energi i natur och samhälle* av Björn Andersson, Frank Bach och Ann Zetterqvist (1996, 109 s)

NA-SPEKTRUM
STUDIER AV NATURVETENSKAPEN I SKOLAN

ISSN 1102-5492

- 18 *Nationell utvärdering 1995 – åk 9. Temperatur och värme* av Björn Andersson, Frank Bach och Ann Zetterqvist (1997, 94 s)
- 19 *Nationell utvärdering 1995 – åk 9. Optik* av Björn Andersson, Frank Bach och Ann Zetterqvist (1997, 110 s)
- 20 *Nationell utvärdering 1995 – åk 9. Teknikämnet i omvandling?* av Björn Andersson, Frank Bach och Ann Zetterqvist (1997, 58 s.)
- 21 *Nationell utvärdering 1998 – Tema Tillståndet i världen* av Björn Andersson, Christina Kärrqvist, Arne Löfstedt, Vilgot Oscarsson och Anita Wallin (1999, 181 s.)
- 22 *Research in Didaktik of Biology. Proceedings of Second conference of European Researchers in Didaktik of Biology* Red.: Björn Andersson, Ute Harms, Gustav Helldén och Maj-Lis Sjöbeck (2000, 298 p.)
- 23 *Hur uppstår biologisk variation? En studie av gymnasieelevers uppfattningar och hur de utvecklas genom undervisning* av Clas Olander (64 s.)
- 24 *Grundskolans naturvetenskap – utvärderingar 1992 och 2003 samt en framtids-analys* av Björn Andersson, Frank Bach, Clas Olander och Ann Zetterqvist (2004, 157 s.)
- 25 *NOT-projektet – tankegångar i Agenda 21s anda? En studie av texter ur ett feministiskt könsperspektiv* av Birgitta Rang (2005, 191s.)
- 26 *NOTLYFTET. Kunskapsbygge för bättre undervisning i naturvetenskap och teknik* av Björn Andersson, Frank Bach, Mats Hagman, Maria Svensson, Lars-Göran Vedin, Eva West, och Ann Zetterqvist (2005, 177s.)
- 27 *Design och validering av undervisningssekvenser – en ämnesdidaktisk forskningsstrategi med exempel från naturvetenskap* av Björn Andersson (2005, 66 s.)
- 28 *Ord och termer i naturvetenskapliga läromedel* av Kerstin Norén och Maj-Lis Häggquist (2006, 65 s.)
- 29 *Vad händer i NO-undervisningen? En kunskapsöversikt om undervisningen i naturorienterade ämnen i svensk grundskola 1992–2008* av Christina Kärrqvist och Birgitta Frändberg. (2010, 131 s.)