

Design och utvärdering av undervisningssekvenser

Björn Andersson

Lärarens traditionella uppgift är att tillsammans med sina elever förverkliga skolans mål. Detta är både stort och meningsfullt och motiverande nog för ett helt yrkesliv. Men utöver detta kan läraren vara en aktör som bygger nytt kunnande med lämpliga vetenskapliga metoder och därmed driver skolan framåt. I grunden handlar det om att göra praktiken mer teoretisk och teorin mer praktisk. I artikeln beskrivs ett försök att åstadkomma detta inom det naturvetenskapliga området. Det går ut på att lärare och forskare tillsammans utvecklar och utvärderar undervisningssekvenser inom viktiga områden. En modell för detta arbete presenteras. Dess centrala element är vad Dewey kallade "the child and the curriculum", det vill säga "elevens utgångsläge" och "mål och innehåll". Dewey framhöll vikten av att se dessa båda delar som en helhet då man utformar undervisning som hjälper eleverna att från sitt utgångsläge nå fram till uppsatta mål.

JAG BÖRjade SOM LÄRARUTBILDARE 1967. I Göteborg var vi tio personer som var och en helhjärtat ägnade sig åt fysik på alla skolstadier. Vår uppgift var att förmedla och utveckla undervisningsmetodik, och följaktligen kallades vi metodiklektorer. Ämneskunskaper och praktisk skolerfarenhet skattades högt, liksom förmåga att hålla intressanta lektioner med spännande demonstrationsexperiment. Vi diskuterade ofta hur man skulle lägga fram "stoffet" för eleverna på ett klart och logiskt sätt. Men så vitt jag minns talade vi sällan om hur de uppfattade vår undervisning och vilka specifika

svårigheter de hade att förstå olika innehåll. Med efterklokhet och kanske viss förenkling kan man säga att bakom våra ansträngningar låg en föreställning om att kunskap överförs tämligen oproblematiskt från lärare och experiment till eleverna. Läraren sågs som en aktiv sändare, eleverna som receptiva men relativt passiva mottagare.

Metodikundervisningen byggde i stor utsträckning på beprövad erfarenhet. Teoretisk förankring och systematisk empirisk forskning hörde till undantagen. En bidragande orsak till detta var att lärarhögskolornas organisation på sextioalet före-

tedde en institutionaliserad separation mellan vetenskap och praktiskt arbete i skolan. Enligt dåvarande stadga skulle forskning ske vid dessa högskolors pedagogiska institutioner. Den svåra konsten att bedriva bra undervisning i vanliga klassrum fick metodiklektorerna ägna sig åt. Vi hade förvisso lägre status än de vetenskapliga pedagogerna.

Är utbildningsvetenskaplig forskning relevant för läraren?

Metodiklektorerna betraktade med skepsis den pedagogiska forskningens resultat, som de i allmänhet ansåg ha föga relevans för skolans praktik. Denna problematik diskuteras fortfarande på olika håll. I en analys som gjorts av National Research Council i USA sägs till exempel att "Educators generally do not look to research for guidance" (Bransford, Brown & Cocking, 2000:248). Efter att ha gått igenom faktorer som gör det svårt för lärare att följa och använda utbildningsvetenskapliga forskningsresultat, såsom abstrakt framställningsätt och brist på tid att läsa och tänka, konstateras: "These factors contribute to the feeling voiced by many teachers that research has largely been irrelevant to their work."

Till detta kan läggas att en stor del av den svenska forskning som riktat sig mot skolan har undersökt faktiska förhållanden. Relativt ofta konstateras brister. Rapporter och avhandlingar brukar avslutas med ett avsnitt om konsekvenser för undervisningen, i vilket man uttrycker förhoppningar om att resultaten skall stimulera till debatt och reflexion och omsättas i praktiken. Men steget från denna typ av rapporterad forskning till konkret undervisning är svårt att ta, inte bara för lärare i skolan utan också för forskarna själva. Det är naturligtvis av värde att få kunskap om faktiska förhållanden, men minst lika angeläget är att skapa,

pröva och undersöka nya innehåll och undervisningssätt som kan föra skolan framåt.

Läraryrket – metodik har fått göra plats för vetenskap

En bidragande orsak till att lärarna inte använder sig av utbildningsvetenskapliga forskningsresultat i sin undervisning skulle kunna vara att de inte fått erfarenhet av detta under sin studietid. Det var som framgick fallet för några decennier sedan genom att pragmatisk metodik och praktik å ena sidan, och vetenskapligt grundad pedagogik å den andra, var separerade i läraryrket. En reaktion mot detta blev ett försök att göra hela utbildningen mer vetenskaplig. Bland annat blev en uppsats på C-nivå ett obligatoriskt inslag. Härigenom förväntades de studerande bland annat bli bättre förberedda att tillgodogöra sig pedagogisk forskningslitteratur. Det nya inslaget medförde dock att den beprövade metodiska erfarenheten förlorade i både status och tid till förfogande.

Läraren – en kunskapsbyggare

Idén med att skriva en utbildningsvetenskaplig uppsats rymmer fröet till något stort, nämligen ett nytt sätt att se på läraryrket. Läraren är inte bara en person som tillsammans med sina elever förverkligar skolans mål. Han eller hon kan också vara en aktör som bygger nytt kunnande med lämpliga metoder och driver skolan framåt. I grunden handlar det om att göra teorin mer praktisk och praktiken mer teoretisk. Mycket återstår dock innan teori och praktik är väl integrerade i läraryrket, och då kan man knappast vänta sig att detta också skall präglade skolans arbete. Och frågan är om den nyexaminerade läraren ser på sig själv som en kunskapsbyggare, som inte bara förverkligar läroplanen utan också vidareutvecklar den genom inspirerat arbete i produktiva sociala nätverk.

Växande intresse för designforskning

Ett sätt att integrera teori och praktik, både i lärarutbildning och skola, är att bedriva designforskning. I Europa noteras till exempel ett stigande intresse för design och utvärdering av ”teaching-learning sequences” (TLSs) som behandlar avgränsade ämnen, såsom en partikelmodell för gaser eller introduktion av teorin om evolution genom naturligt urval (Méheut & Psillos 2004).

I USA är design ett tydligt inslag i den utbildningsvetenskapliga forskningen (Kelly, 2003, Barab & Squire, 2004). Edelson (2002:119) framhåller:

At its heart, education is a design endeavour. Teachers design activities for students, curriculum developers design materials for teachers and students, administrators and policymakers design systems for teaching and learning. If the ultimate goal of educational research is the improvement of the education system, then results that speak directly to the design of activities, materials, and systems will be the most useful result.

Följande gemensamma drag noteras bland olika sätt att bedriva designforskning:

- Arbetet är iterativt. Designen prövas, utvärderas formativt, revideras och prövas igen i några cykler.
- Arbetet har ambitionen att bidra till utveckling av utbildningsvetenskapen, inte minst genom ökad förståelse av lärande angående *givna innehåll* i den komplexa värld som skolan utgör.
- Arbetet leder till ”nyttiga produkter”, såsom lärarhandledningar och studiemateriel för elever, som direkt och på olika sätt kan användas i praktiken.
- Forskaren är ofta inte bara forskare utan också designer och lärarutbildare.

- Läraren är inte bara lärare utan också designer av ny undervisning och forskare.
- Forskare och lärare arbetar tillsammans med att förbättra skolans undervisning.

En modell för design av undervisning

Vid Göteborgs universitet är vi en grupp ämnesdidaktiker, nu vid Institutionen för didaktik och pedagogisk profession (IDPP), som utvecklat en egen modell för designforskning, anpassad till det naturvetenskapliga området. (Se figur 1 på sid 22 för en översikt.) Modellen har ett stort antal vetenskapliga undersökningar och analyser som grund, vilket bidrar till att både fördjupa och systematisera designarbetet. Man kan säga att det i stor utsträckning vilar på en ämnesdidaktisk kunskapsbas. Användning av modellen leder dock inte automatiskt till förbättrad undervisning. Det behövs också fantasi, omdöme och erfarenhet.

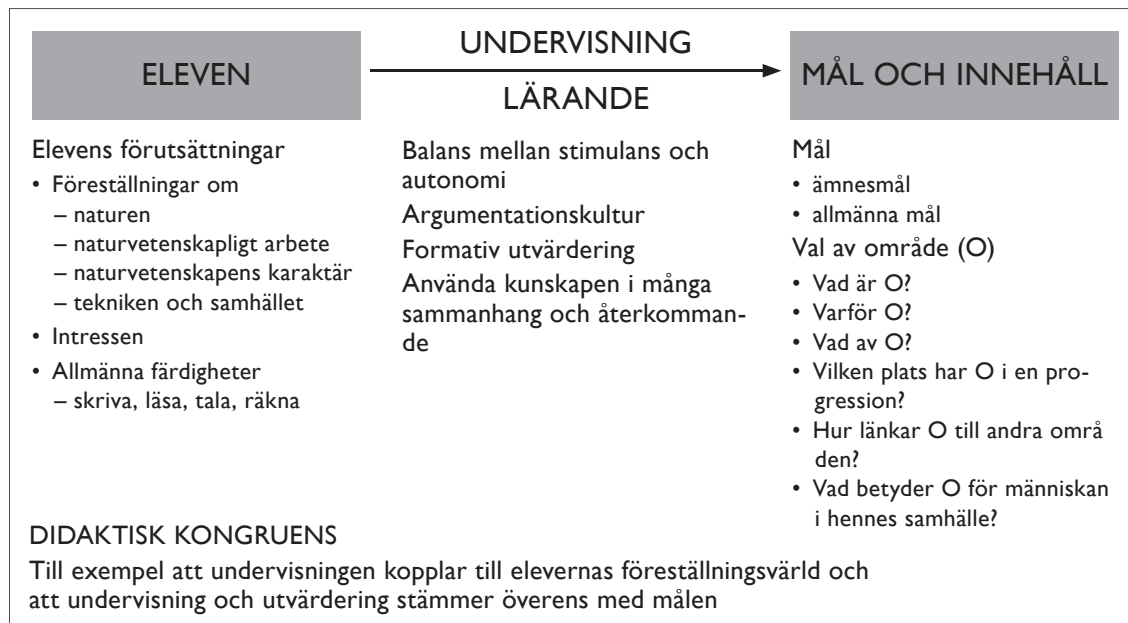
Modellens centrala element är vad Dewey kallade ”the child *and* the curriculum”, vilket motsvaras av ”eleven” och ”mål och innehåll” i figur 1. Dewey framhöll vikten av att se dessa båda delsystem som en helhet då man utformar undervisning som hjälper eleverna att från sitt utgångsläge nå fram till uppsatta mål (Dewey, 1902). Lite mer i detalj ingår följande komponenter i modellen.

Mål

Undervisningen i naturvetenskap ska styras både av *ämnemål* och *allmänna mål* som gäller för hela program och skolformer. Ämnesmålen handlar om att bygga kunnande om

- naturvetenskapens begrepp, principer och teorier
- den naturvetenskapliga verksamheten
- naturvetenskapen i samhället

Mål i läro- och kursplaner tenderar att vara allmänt hållna. Därför behöver de tolkas, specificeras och



Figur 1. En modell för design av undervisning (Andersson 2011).

konkretiseras som ett första steg mot att utforma undervisning och utvärdering. En utmaning är att skriva mål som är begripliga för eleverna och som hjälper dem att rikta in sina ansträngningar på rätt kurs.

Val av område

Gällande kursplaner styr naturligtvis val av område, såsom "ekosystems energiflöde och kretslopp av materia" och "magnetens egenskaper och användning". Men det är också önskvärt att nya områden utvecklas och provas. Till val av område hör att fundera över en lämplig *progression* som utvidgar och fördjupar området genom hela skolan. Kunnandet blir då praktiserat gång på gång i nya situationer, vilket ökar sannolikheten för att områdets begrepp och sätt att tänka blir bestående kunskande hos eleverna. Den som väljer område funderar också över vilka *länkar* som kan byggas till

andra områden och hur dessa länkar kan göras tydliga och intressanta för eleverna.

Anta nu att vi har valt ett naturvetenskapligt område (O), till exempel evolution genom naturligt urval. En viktig fråga är: *Vad är O?* Den manar till att tänka igenom det naturvetenskapliga innehållet som sådant. Vilka begrepp ingår? Hur är de relaterade? Vilken är den teoretiska kärnan och vad följer av denna? Vad betyder O för människan i hennes samhälle?

En annan viktig fråga är: *Varför undervisa om O?* De svar på frågan som ges påverkar hur undervisningen läggs upp och vad den innehåller. Om till exempel ett angeläget motiv är att utbilda naturvetare och tekniker så att samhället fungerar och dess ekonomi utvecklas kan valet av innehåll och uppbyggnaden av undervisningen bli annorlunda än om motivet är att förbereda för initierad åsiktsbildning och demokratisk styrning.

De flesta områden är omfattande. Det går inte att ta med allt i skolans undervisning, och därför måste frågan *Vad av O?* ställas och besvaras. Valet styrs bland annat av motiven för att området ska ingå i undervisningen.

Elevers förutsättningar

Under senare år har det gjorts många beskrivningar och analyser av elevers så kallade vardagsföreställningar om olika naturvetenskapliga fenomen, och av deras möjligheter och svårigheter att förstå skolans naturvetenskap. Det är vanligt att eleverna blandar ihop vardagliga och vetenskapliga föreställningar då de försöker begripa undervisningen. För läraren är kunskaper om detta av intresse. Det handlar om att förstå elevens utgångsläge, det vill säga de föreställningar med vilka han/hon försöker begripa naturvetenskapen. Forskningen visar, gång efter annan, att det kan vara stora skillnader mellan vardagligt och vetenskapligt sätt att uppfatta och resonera om fenomen i omvärlden.

Till elevens förutsättningar hör också uppfattningar om naturvetenskapens karaktär. Det är relativt vanligt att elever uttrycker att naturvetare får kunskap om naturen genom att iaktta och undersöka. Kunskap uppfattas närmast som en utbildning som blir till när man är i kontakt med världen, vilket är en överföringsmodell av hur kunskap uppstår, i motsats till de konstruktionsmodeller som numera är allmänt accepterade. Elevers kunskaper om, och förmåga att genomföra, naturvetenskapligt arbetssätt är en annan del av deras förutsättningar att förstå undervisningen.

Till dessa aspekter av elevernas förutsättningar kan läggas intresse, motivation och kulturell bakgrund, liksom allmän förmåga att uttrycka sig i tal och skrift, att läsa texter och att praktisera olika matematiska färdigheter såsom att konstruera och tolka diagram, att hantera proportionalitet med mera.

Balans mellan stimulans och autonomi

Synen på lärarens roll har varit olika genom åren. Under 1970-talet kan man med viss förenkling säga att läraren betraktades som en aktiv sändare och eleverna som receptiva men relativt passiva mottagare. Fokus låg på lärarens strukturering av innehållet, inte på hur eleven uppfattar det. Under 1980-talet växte insikten att eleven är en aktiv konstruktör av sitt kunnande – han/hon lär sig själv. Läraren fick då rollen som en tillbakadragen handledare, och eleverna undersökte och ”forskade” på egen hand ur olika källor. Det fungerade inte så bra. Det kan vara svårt att på egen hand lära sig via media, vars framställning oftast inte är avpassad till elevens utgångsläge eller till aktuella kursplanemål.

Detta ledde till en omprövning. Läraren betraktas nu som en aktiv kulturbärare snarare än som en hjälpreda i bakgrunden. Utan lärarens begreppsintroduktioner och systematiska planering av situationer för begreppsanvändning är chansen ganska liten att det blir en bestående behållning av den naturvetenskapliga undervisningen. Men eleven måste också vara aktiv för att erövra den naturvetenskapliga kulturen. Det är fråga om att finna den rätta balansen mellan *stimulans* från läraren och *autonomi* för eleverna att bearbeta den naturvetenskap som läraren introducerat.

Argumentationskultur

Det finns åtminstone tre motiv för att utveckla en argumentationskultur på lektionerna i naturvetenskap. Det första är att en sådan kultur återspeglar skolans mål och kan ses som ett led i dess uppgift att stärka demokratin. Det andra skälet är att argumentation är en vital aspekt av naturvetenskapens karaktär och det tredje att lärande med förståelse kan gynnas. I en argumentationskultur ingår att tala och skriva naturvetenskap.

Formativ utvärdering

Denna typ av utvärdering ger läraren och eleven information, som används till att försöka förbättra undervisning och lärande när dessa aktiviteter pågår. En relativt omfattande vetenskaplig dokumentation visar att om formativ utvärdering genomförs medvetet och systematiskt, kan undervisning och lärande förbättras.

Att använda kunskapen i många sammanhang och återkommande

Med *transfer* menas att det man lärt sig i ett sammanhang överförs till ett annat. Som lärare hoppas vi att eleverna överför kunskaper från lektion till lektion och så småningom från skola till arbets- och samhällsliv.

Det finns en hel del forskning som belyser hur transfer kan gynnas (Bransford, Brown & Cocking, 2000). Ett viktigt resultat är att transfer underlättas av att eleverna förstår och behärskar det kunnande som ska överföras och av att kunnandet är välorganiserat. Transfer påverkas också av de sammanhang i vilka det ursprungliga lärandet skett. Genom att använda kunnandet i många olika sammanhang underlättas överföring till nya situationer.

Tyvärr är ett drag i skolans naturvetenskap att viktiga avsnitt går igenom under ett antal veckor för att sedan återkomma sporadiskt eller inte alls. Här gäller den enkla sanningen att kunnande som inte används tenderar att gå förlorat. En sätt att möta detta problem är att välja ut ett antal grundidéer, som bär upp naturvetenskapen, och på lämpligt sätt utvidga och fördjupa dem genom hela skolan. Kunnandet blir då använt gång på gång i nya situationer. Det är fråga om att skapa en lämplig progression upp genom årskurserna, och bygga länkar mellan kunskapsdelar så att mönster framträder, till exempel hur materia och energi flödar i ett ekosystem. De svenska kursplanerna har hit-

tills, inte heller de senaste, inte gett någon hjälp till lärarna genom att tydliggöra hur olika områden hänger ihop och hur man kan åstadkomma en för eleverna synlig och begriplig progression.

Didaktisk kongruens

Ännu en betingelse som rimligen gynnar lärande skulle kunna kallas *didaktisk kongruens*. Den uttrycker att det bör vara samstämmighet mellan olika aspekter av modellen i figur 1. Ett exempel är att lektioner och utvärdering återspeglar målen, ett annat att de inledande lektionerna stämmer överens med vad eleverna kan och väcker deras intresse.

Att stå på kollegors axlar

Med hjälp av den nu skisserade modellen, erfarenheter av undervisning, ämneskunskaper och fantasi skapas en första *design* av en undervisningssekvens angående de mål och det innehåll som valts ut. Till detta kan hör att utveckla elevtexter, uppgifter för diagnos, dataprogram och annat som kan berika elevens lärande. Designen ses som en genomarbetad hypotes om hur man kan undervisa så att eleven blir intresserad och lär sig i enlighet med uppsatta mål.

Det kunnande som figur 1 uttrycker kan vara omfattande. Inom en del naturvetenskapliga områden kan exempelvis antalet vetenskapliga artiklar och rapporter om elevers föreställningar och möjligheter att lära räknas i hundratal. Vidare noteras att lärares erfarenheter och tankar finns publicerade i professionella internationella tidskrifter. Att syntetisera och beskriva allt detta kunnande på ett överskådligt sätt kan med fördel vara en del av designarbetet. Om så inte sker blir denna samlade kunskap svårtillgänglig för lärare och lärarutbildare, vilket i sin tur innebär att skolsystemet är ineffektivt. En kumulativ kunskapsutveckling blir i det närmaste omöjlig. Om nu naturvetare står på gi-

ganters axlar, som Newton uttryckte saken, varför skulle inte lärare och ämnesdidaktiska forskare kunna göra något liknande?

Mål, utvärdering och återkoppling

Nästa steg är att genomföra undervisningen, utvärdera den och återkoppla vunna resultat till designen för revision. Processen kan genomlöpas ett antal gånger. Med andra ord – inte bara generering av intressanta och innovativa uppslag och idéer utan också ett empiriskt arbete för att så långt som möjligt ta reda på vad som händer då idéerna omsetts och provas i praktiken.

Det finns åtskilligt att undersöka i samband med att undervisningen genomförs. En viktig sak är vad eleverna har upplevt och vad de lärt sig angående det givna området. Om lärandet är obetydligt i förhållande till elevernas utgångsläge kan det finnas anledning att göra en genomgripande revision av designen. Förhoppningen är att den långsiktiga behållningen visar sig vara bättre i jämförelse med en kontrollgrupp som undervisas ”traditionellt”.

En annan sak att studera är olika interaktioner när de pågår, till exempel mellan elever i olika konstellationer och mellan lärare och elever. Det kan bland annat ge en uppfattning om huruvida olika uppgifter utlöser diskussioner som stimulerar lärande eller ej.

Att presentera forskningsresultat för fortsatt kunskapsbygge

Det är önskvärt att resultat av designforskning redovisas på ett sådant sätt att dokumentationen fungerar som verktyg för fortsatt kunskapsbygge, tillgängligt för alla intresserade. Frågan är hur ett sådant verktyg skall utformas. En möjlighet är att lägga tonvikten på att diskutera motiv för att undervisa det aktuella innehållet, presentera analyser av dess karaktär, skildra dess historiska utveckling,

redovisa relevanta forskningsresultat och ange lämpliga mål för undervisningen. En annan möjlighet är att huvudsakligen beskriva ett antal utprovade lektioner och tillhandahålla elevtexter och andra resurser. I det förra fallet måste läraren utföra mycket arbete för att omsätta det beskrivna kunnandet i konkret undervisning. I det senare fallet får läraren ett i och för sig genomarbetat förslag till ett antal lektioner, men står utan en djupare förståelse av varför lektioner och resurser utformats så som skett. Detta kan innebära en låsning, som minskar hans/hennes möjligheter att anpassa undervisningen till de egna eleverna och att handskas med oväntade händelser.

Den ståndpunkt vår grupp intagit är att vara utförlig både när det gäller bakgrundsinformation och att beskriva ett antal utprovade lektioner som *exemplifierar* hur tillgänglig ämnesdidaktisk kunskap kan omsättas i konkret undervisning. Den beskrivna lektionssekvensen gör alltså inte anspråk på att vara exemplarisk undervisning, vilket inte nog kan understrykas. Det är i stället fråga om att illustrera hur man kan gå från teori till praktik och på detta sätt förhoppningsvis vinna den läsande lärarens förtroende.

Vi menar att följande kan redovisas i form av en ”guide för fortsatt kunskapsbygge”.

- Diskussion om varför det givna området skall ingå i undervisningen.
- Analys av det naturvetenskapliga innehållet (begreppsstruktur, relationer till andra områden, social betydelse m.m.).
- I mån av behov ämnesfördjupning, i vilken en idéhistorisk översikt kan ingå.
- Redovisning och analys av forskningsresultat om elevers föreställningar och möjligheter att förstå, liksom resultat av eventuella försök att undervisa om det aktuella innehållet.
- Förslag till mål i relation till elevens utgångsläge.

- Diskussion om betingelser som är gynnsamma för ett lärande som leder till förståelse av det givna innehållet.
- Förslag till ett antal lektioner som exemplifierar hur befintliga forskningsresultat och annat kunnande kan omsättas i praktiken.
- Redovisning av olika resultat (vad eleverna har lärt sig och hur de upplevt undervisningen, försöklärarnas erfarenheter med mera).

Lärarens undervisning och fortsatta kunskapsbygge kan även stöttas av vissa resurser som tagits fram under designarbetet, till exempel elevtexter och problemsamlingar. Vi har tillsammans med intresserade lärare tagit fram några utvecklingsguider, som innehåller de flesta av ovanstående punkter, dock inte alla. Redovisning av resultat har vanligen gjorts i form av avhandlingar och artiklar. Guiderna handlar om en partikelmodell för gaser (åk 6–9; Andersson & Bach, 1995), geometrisk optik (åk 6–9; Andersson & Bach, 2003), livscyklar (åk 1–5; Andersson & Nyberg, 2006) och ljud, hörsel och hörselhälsa (åk 4–8; West, 2008). Vi har också designat och undersökt undervisning om evolutions teorin, men inte skrivit någon utvecklingsguide om detta. Men det finns en doktorsavhandling som ingående behandlar ämnet (Wallin, 2004).

Ny väg för kunskapsbygge i skola och lärarutbildning

Det vore naturligtvis utmärkt om lärarstuderande och lärare fick tillgång till utvecklingsguider för centrala områden av skolans naturvetenskapliga undervisning. De slipper då starta från scratch i sin undervisning. I stället kan de stå på kollegors och forskares axlar då de utformar sin egen undervisning. För närvarande finns knappast någon litteratur av detta slag, vilket kan ses som en uppmaning till lärare och lärarutbildare att göra forsknings- och

utvecklingsinsatser som mynnar ut i sådana guider. I grunden handlar det om att bygga en teoretisk förståelse av betingelser som gynnar lärande av *det givna innehållet*. Häri ingår att testa teorin genom att omsätta den till konkret undervisning i skolan och undersöka vad som då händer. Om ett sådant arbete genomsyrar lärarutbildningen får den studerande under flera år vistas i en kunskapsbyggande miljö, vilket kan sätta sin prägel på hans eller hennes fortsatta yrkesverksamhet.

Att genomföra designforskning med hög kvalitet är både mödosamt och tidskrävande. Jag tror dock det rymmer en möjlighet till verkliga förbättringar av skolans naturvetenskapliga undervisning, vilket i sin tur kan leda till uppskattning av utbildningsvetenskaplig forskning i en vidare krets av no-lärare. Emellertid måste sägas att våra erfarenheter av design och utvärdering av undervisningssekvenser är begränsade. Vi har till exempel inte särskilt mycket systematisk kunskap om vad som händer mellan ämnesdidaktiska forskare och lärare då en undervisningssekvens utvecklas. Detsamma gäller hur en intresserad lärare förstår och använder en publicerad ”guide för fortsatt kunskapsbygge”. Erfarenhetsmässigt vet vi dock att lärare kan tolka en guide på ganska olika sätt. Vi vet också att undervisningen enligt guidens intentioner kan bli bättre och bättre om läraren får tillfälle att genomföra den några gånger efter varandra.

För dig som vill veta mera

Val av naturvetenskapligt innehåll, progression och länkbygge diskuteras och exemplifieras ingående i boken *Grundskolans naturvetenskap: helhetssyn, innehåll och progression* (Andersson, 2008a).

En utförlig översikt av ett stort antal undersökningar om elevers vardagsföreställningar och vad de innebär, område för område, ges i boken *Att förstå skolans naturvetenskap: forskningsresultat och*

nya idéer (Andersson, 2008b).

En introduktion till forskningen om hur elever uppfattar naturvetenskapens karaktär och genomför naturvetenskapligt arbete finns i boken *Att utveckla undervisning i naturvetenskap – kunskapsbygge med hjälp av ämnesdidaktik* (Andersson, 2011). Begreppet argumentationskultur och olika sätt att kommunicera i klassrummet behandlas också, liksom formativ utvärdering.

Tillsammans ger dessa tre böcker en beskrivning och diskussion av stora delar av det vi kallar en ämnesdidaktisk kunskapsbas angående undervisning och lärande inom det naturvetenskapliga området.

Följande utvecklingsguider kan laddas ner som pdf-filer: Att undervisa om livscyklar i skolår 1–5, kunskapsbas och undervisningsförslag. <http://gupea.ub.gu.se/handle/2077/10631>.

Att undervisa om ljud, hörsel och hälsa – kunskapsbas, undervisningsförslag och kopieringsunderlag. <http://gupea.ub.gu.se/handle/2077/18684>.

Att undervisa om geometrisk optik, kunskapsbas och undervisningsförslag
<http://gupea.ub.gu.se/handle/2077/10630>.

Referenser

- Andersson, B. (2008a). *Grundskolans naturvetenskap: helhetssyn, innehåll och progression*. Lund: Studentlitteratur.
- Andersson, B. (2008b). *Att förstå skolans naturvetenskap: forskningsresultat och nya idéer*. Lund: Studentlitteratur.
- Andersson, B. (2011). *Att utveckla undervisning i naturvetenskap – kunskapsbygge med hjälp av ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur.
- Andersson, B. & Bach, F. (1995). *Att utveckla naturvetenskaplig undervisning: Exemplet gaser och deras egenskaper*. (NA-SPEKTRUM No. 12). Mölndal: Institutionen för ämnesdidaktik.
- Andersson, B. & Bach, F. (2003). *Att undervisa i geometrisk optik – kunskapsbas och undervisningsförslag*. (Ämnesdidaktik i praktiken, 6.) Mölndal: Göteborgs Universitet, Institutionen för pedagogik och didaktik.
- Andersson, B. & Nyberg, E. (2006) *Att undervisa om livscyklar i skolår 1–5*. (Ämnesdidaktik i praktiken, 7.) Göteborg: Göteborgs universitet, Institutionen för pedagogik och didaktik.
- Barab, S. & Squire, K. (2004) Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1–14.
- Bransford, J. D., Brown, A. L. & Cocking, R. C. (Eds.). (2000) *How people learn. Brain, mind, experience, and school*. Washington, D. C.: National Academy Press.
- Dewey, J. (1902). *The child and the curriculum*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Edelson, D. C. (2002) Design research: What do we learn when we engage in design. *The Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 105–121.
- Kelly, A. (2003) Theme issue: The role of design in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 3–4.
- Méheut, M. & Psillos, D. (2004) Teaching – learning sequences. Aims and tools for science education. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515–535.
- Wallin, A. (2004). Evolutionsteorin i klassrummet: På väg mot en ämnesdidaktisk teori för undervisning i biologisk evolution. *Göteborg studies in educational sciences* 212. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- West, E. (2008) *Att undervisa om ljud, hörsel och hälsa – kunskapsbas, undervisningsförslag och kopieringsunderlag*. (Ämnesdidaktik i praktiken, 8.) Göteborg: Göteborgs universitet, Institutionen för pedagogik och didaktik.