

Fredrik Alm är doktorand i pedagogik vid Institutionen för beteendevetenskap och lärande vid Linköpings universitet. Utifrån flerstrategisk forskning intresserar han sig för tidsanvändning i skolor utan timplan. Fredrik undervisar också vid lärarprogrammet inom allmänt utbildni Joakim Samuelsson ngsområde.

Joakim Samuelsson är fl. dr. i pedagogik med inriktning mot didaktik. Hans huvudsakliga forskningsintresse är pedagogiska frågor i skolmatematisk kontext. Utöver forskning undervisar han framförallt i matematikdidaktik vid Linköpings universitet.

FREDRIK ALM

Linköping University, Sweden
Email: fredrik.alm@liu.se

JOAKIM SAMUELSSON

Linköping University, Sweden
Email: joakim.samuelsson@liu.se

Villkor för implementering av Naturvetenskap och Teknik för Alla, NTA

Abstract

The last decade there have been efforts made to develop teaching in Science and Technology in the compulsory schools in Sweden. One example is the introduction of the school-development program Science and Technology for All (NTA). The main intentions of the program are to stimulate students' and teachers' curiosity and interest in science.

The aim of this study is to describe and analyze teachers' experience of how different factors affect their use of NTA. To answer our research question we have interviewed teachers, who work with or have worked with the program, and analyzed the results within a conceptual framework based on determinants, intentions and actions.

The result shows, for instance, that the NTA corresponding with teachers intentions of teaching and view of what content students should learn in science is crucial as to whether they will continue to use the material in their teaching or not.

BAKGRUND

Den naturvetenskapliga undervisningen i Sverige har sedan mitten av 1990-talet varit föremål för många diskussioner på flera olika nivåer i skolsystemet. Såväl lärare, skolledare som politiker har intresserat sig för undervisningens genomförande och resultat i ämnena kemi, fysik, biologi och teknik. En orsak till att diskussionerna har uppkommit är svenska elevers relativt svaga resultat i dessa ämnen vid internationella jämförelser (se t.ex. Skolverket, 2004). Ytterligare en orsak till att den naturvetenskapliga utbildningen lyfts upp på agendan är att universitet och högskolor fått allt svårare att rekrytera studenter med intresse för naturvetenskapliga frågor. Detta menar politiker och forskare är oroande eftersom goda resultat i naturvetenskap och teknik är viktiga beståndsdelar för det moderna samhället och en hög nivå på välfärden i ett land. Sverige har deltagit i flera internationella studier sedan början av 1960-talet där man undersökt elevers kunskande i de naturvetenskapliga ämnena. Vid PISA-studien, som gjordes 2003 (Skolverket, 2004), visade det sig

att svenska 15 åringar presterar över genomsnittet i en grupp av 41 länder. Dock kan man notera en liten försämring i förhållande till den undersökning som gjordes 2000. Ytterligare en indikation på att de svenska elevernas resultat inom NO sjunker kan ses i TIMSS 2007 (Skolverket, 2008). Mätningarnas resultat och politikernas vilja att Sverige ska vara ett välfärdsland gör att det på nationell nivå satsas pengar för att förbättra undervisningen i de naturvetenskapliga ämnena.

Skolverket och högskoleverket har gjort gemensamma satsningar för att förbättra elevernas attityder och kunskaper i naturvetenskap. I mitten av 1990-talet startades NOT-projektet, Naturvetenskap Och Teknik. Syftet med projektet var att sprida kunskap, påverka attityder till naturvetenskap och hitta strategier för metodutveckling. Ytterligare en nationell satsning som gjorts är skapandet av flera naturvetenskapliga resurscentrum runt om i landet. Det övergripande syftet med dessa centra är att stimulera lärare till metodisk utveckling och erbjuda lärare ämnesfortbildning.

Den senaste satsningen som gjorts för att utveckla undervisningen i NO-ämnena är NTA, Naturvetenskap och Teknik för Alla. Projektet kommer ursprungligen från USA (Science and technology for children, se NSRC, 2008) och drivs i Sverige av Kungliga Vetenskapsakademien och Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien tillsammans med för närvarande 65 kommuner och 10 fristående skolor. NTA är ett skolutvecklingsprojekt som syftar till att stimulera nyfikenhet och öka intresset för naturvetenskap och teknik (NTA, 2008). NTA omfattar flera olika teman som är relaterade till de olika naturvetenskapliga ämnena, t. ex. ämnens egenskaper, från frö till frö och flyta eller sjunka. Materialet vänder sig till lärare och elever från förskoleklass till skolår 9, och innehåller lärarhandledningar, laborationsmaterial och ofta handledningar för elever. Det ger lärare och elever direkt användbara förslag på arbetsätt och kompletta experimentsatser för att genomföra laborationer. NTA-konceptet kan sammanfattas i ett antal kvalitativa mål och egenskaper och det bygger på att eleverna utför egna experiment, samlar egna empiriska data och dokumenterar och diskuterar sitt arbete och sina resultat. Kortfattat handlar det om att stimulera till nyfikenhet och intresse för naturvetenskap och teknik och att eleverna ska vara aktiva och genomföra naturvetenskapliga experiment. En viktig aspekt är att eleverna via sitt intresse ska kunna få ställa egna frågor som de ska söka svar på (NTA, 2008).

I skolan finns idag företrädare för minst två olika inriktningar på den naturvetenskapliga undervisningen å ena sidan de som vill rikta uppmärksamheten mot det etablerade naturvetenskapliga innehållet och å andra sidan de som vill låta eleverna undersöka och tänka kritiskt (Östman, 1995). En betoning av det förstnämnda leder lätt till en undervisning där läraren har traditionella genomgångar och eleven ägnar sig åt fylleriövningar och producerar svar på givna frågor. En betoning av den andra aspekten riktar snarare uppmärksamheten mot att eleverna ska fundera ut metoder och frågor som är intressanta att besvara och därefter göra undersökningar (Löfdahl, 1987). Det är det andra förhållningssättet vi tolkar att NTA genomsyras av. Det finns också idag ett starkt stöd i litteraturen för detta förhållningssätt. Hmelo, Holtan och Kolodner (2000), liksom Penner, Giles, Schauble och Lehrer (1997) visar att elever lär mer naturvetenskap i denna form av undervisning än vid traditionella genomgångar.

Ovanstående resonemang kan relateras till didaktikens hur-fråga, dvs. hur undervisningen ska bedrivas för att vara mest effektiv. En annan fråga som diskuteras såväl nationellt som internationellt är didaktikens vad-fråga, då i betydelsen vad som ska läras. I den internationella litteraturen används begreppet science literacy. Science literacy är huvudmål i den naturvetenskapliga undervisningen i många länder däribland USA (American Association for the Advancement of Science [AAAS, 1993]; National Research Council [NRC, 1996]). Det övergripande syftet med undervisningen, med utgångspunkt i begreppet, är inte att utbilda elever för ett arbete inom de naturvetenskapliga vetenskaperna. Snarare handlar det om att skolan ska erbjuda ett innehåll som gör att eleverna i framtiden kan fatta välgrundade beslut i vardagen. Eleverna ska genom undervisningen få tillgång till centrala naturvetenskapliga idéer, naturvetenskapliga sätt att tänka och naturvetenskapliga praktiker (Sullivan, 2008).

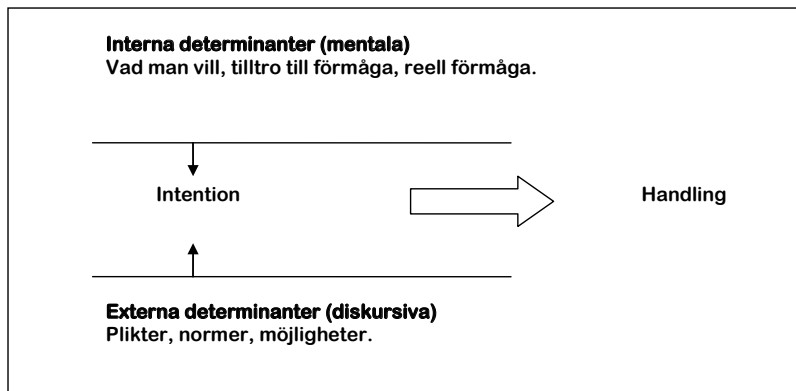
Ovanstående satsningar på att utveckla NO-undervisningen har inneburit att ett stort implementeringsarbete har inletts i kommuner och skolor. En förutsättning för att en implementering ska lyckas är att personal på skolan är medveten om målet med programmet (Fullan, 1991). Forskningslitteraturen framhåller flera olika faktorer som har relevans för implementeringen i skolan. En grov kategorisering av dessa faktorer kan göras utifrån a) lärarens egen person, b) lärarens person i relation till organisationen/kollegorna samt c) påverkan på eleven.

Vad gäller lärarens person så kan faktorer som arbetsinsats som krävs samt vilket intresse man har för en förändring påverka implementeringen (Fullan, 1991). En nyckelfråga vid förändringsarbete för den enskilda läraren är också huruvida förändringen är genomförbar i praktiken, och lärarens känsla för vad som fungerar eller inte fungerar. Konkret handlar det om en ny metod passar för en viss lärare, stämmer överens med hans/hennes målsättningar och tjänar hans/hennes intressen (Hargreaves, 1994). Fullan & Hargreaves (2002) återkommer till några av de här faktorerna när de lyfter fram vikten av lärares utvecklingsmöjligheter och dess betydelse för framgångsrika implementeringar. Lärares utveckling och implementeringar i skolan är nära sammanlänkade med varandra och för att förstå båda de här delarna behöver forskaren utöver lärarens målsättningar/syfte och lärarens egen person också beakta den kontext och den kultur läraren verkar inom (Ibid). Young (2007) visar med sin forskning på hur det här kan komma till uttryck för NO-lärare i skolpraktiken. I en studie av hur tio biologilärare mottog införandet av ett bedömningsprogram inom NO upplevde en del av lärarna att de hämmades i sin undervisning medan andra lärare menade att reformprogrammet bidrog till deras professionella utveckling och en känsla av professionalism. Avgörande för om lärare inom naturvetenskap tar till sig en pedagogisk reform är lärarens filosofi om undervisningens form och innehåll (McRobbie & Tobin, 1995; Tobin & LaMaster, 1995). Reformen och förändringar inom skolan ställer dessutom många gånger krav på lärare att tänka i andra banor än tidigare och de förväntas förstå och ta till sig mål med nya ideologiska innebörder (Arfwedson & Arfwedson, 2002). I relationen till organisationen/kollegorna så kan läraren reflektera över aspekter som, hur förändringsarbetet kommer påverka relationen med kollegorna (Fullan, 1991), vilken tid avsätts för förändringsarbetet (O'Day & Smith, 1993), lojalitetskonflikt om förändringsarbetet ställs mot andra utvecklingsområden (O'Day & Smith, 1993). Avslutningsvis så har värdet av förändringsarbetet för eleven en stor betydelse (Fullan, 1991) för lärares förändringsbenägenhet. Det finns således många faktorer som forskningen visat påverkar ett förändringsarbete i skolan. I den här texten tar vi fasta på vad det är som främjar och hindrar lärares användning av NTA-konceptet i den vardagliga praktiken. Detta görs för att ge en precisare bild av och en ökad förståelse för vilka de här faktorerna kan vara och vad de kan innebära för ett förändringsarbete inom NO- och teknikundervisningen. Vår studie kommer således att bidra med kunskaper om hur lärare i skolår 7-9 tar emot NTA-konceptet. Det finns i dag ett mindre antal studier (se t. ex. Anderhag & Wickman, 2006) som har studerat NTA i svensk skolkontext men då främst med fokus på skolår 1-6.

ETT HÄNDELSELOGISKT PERSPEKTIV

Som teoretisk referensram, för att analysera och diskutera studiens resultat, används ett händelselogiskt perspektiv. I ett händelselogiskt perspektiv försöker forskaren förklara handlingar genom att undersöka grunden, skälet eller motivet för handlingen (t.ex. att avbryta eller fortsätta med NTA). Det innebär att intentioner liksom de yttre ramarnas betydelse för vad som är möjligt att göra och utföra problematiseras. Genom att fånga lärares föreställningar, perspektiv och strategier kan man få kunskap om skolans verksamhet och utfallet av undervisning (Lindblad, Lindhe & Naeslund, 1999). I det händelselogiska perspektivet är det målet som till exempel läraren kan anta för en handling, som tillsammans med antagande om villkor gör handlingen begriplig. Uljens (1997) menar att dessa mål kan vara relaterade till kunskapen som den undervisade ska utveckla, eller innehållet som ska bearbetas, eller representationsformer som ska användas eller den metod ska utnyttjas i klassrummet. I vår diskussion av lärarnas utsagor kommer vi därför att resonera

dels om deras intentioner, dels om de determinanter som kan påverka intentionerna med undervisningen. Halldén (2002) gör skillnad på interna och externa determinanter (påverkansfaktorer). Interna determinanter är t.ex. hur läraren tänker om sin egen förmåga i relation till ett ämne eller lärares föreställningar om vad som är viktig kunskap inom ett ämne. Externa determinanter är t.ex. plikter man känner att man har som lärare, möjligheter man har i olika sammanhang. Följande bild (figur 1) får sammanfatta de mest centrala tankarna inom händelselogiken.



Figur 1. Handlingens determinanter utifrån Halldén (2002).

Begreppen i denna figur kommer att användas för att förstå vad som främjar och hindrar lärarnas användning av NTA-konceptet. Det betyder att vi med hjälp av det händelselogiska perspektivet analyserar hur olika determinanter påverkar lärares intentioner och handlingar, det vill säga uppmuntrar (främjar) eller motverkar (hindrar) handlingen att anamma och arbeta vidare med NTA.

SYFTE

Syftet med studien är att beskriva och analysera hur lärare menar att olika faktorer påverkar deras användning av undervisningskonceptet NTA. Mer specifikt avser vi att besvara följande frågor: (i) Vilka faktorer upplever lärare främjar respektive hindrar en implementering av NTA? (ii) Hur påverkar interna och externa determinanter lärares intentioner och handlingar i implementeringsfasen?

METOD

Val av metod

När ett undervisningsmaterial, i stil med NTA, introduceras och tas i bruk av yrkesaktiva lärare kommer det att mer eller mindre påverka deras arbete. Antingen blir det ett tillfälligt inslag i undervisningen eller något läraren inkorporerar i sin undervisning och bestämmer sig för att använda mer. Vilket framgår av syftet ovan finner vi det intressant att titta närmare på vad det medför för lärare att börja undervisa med NTA-konceptet, enligt lärare själva. Vad är det som gör att lärare anammar och fortsätter med NTA eller väljer att sluta använda det? Vilka faktorer, och hur, influerar lärares val att bedriva sin NO-undervisning med NTA eller ej? För att få svar på frågor av det slaget kan olika metoder och strategier väljas. Ett angreppssätt är att vända sig till och samtala med lärare, som arbetar med eller har arbetat med NTA. Samtal med lärare erbjuder möjligheten att erhålla kunskap om vilka erfarenheter och upplevelser de har av att använda NTA och kvalitativa intervjuer där forskaren, enligt Kvale (1997), är intresserad av att inhämta kvalitativa beskrivningar av intervjupersonens livsvärld blev vårt val av metod för att samla in data. En typ av intervjuer är gruppintervju eller fokusgrupp. Vid kvalitativa studier syftar fokusgrupp till att

via diskussioner uttröna människors erfarenheter, åsikter och föreställningar i relation till ett valt ämne. Gruppen ska bestå av människor som har något gemensamt och deltagarna diskuterar utifrån det fokus som intervjuaren (moderatorn) introducerar (Krueger & Casey, 2000). Två fördelar med fokusgrupper är att deltagarna ges möjlighet att med sitt eget språk diskutera ämnen som kan vara svåra att verbalisera i individuella intervjuer och att de kan utmana andras inlägg och stimulera varandra till att uttrycka sina tankar. En nackdel med fokusgrupper är att enskilda deltagare kanske inte delger viktiga erfarenheter eftersom de inte vill göra det i gruppen eller inför andra av deltagarna (Bogdan & Biklen, 2007). Vid individuella intervjuer har intervjuaren större kontroll över samtalet än vid fokusgrupper och kan då utvinna djupare kunskap om enskilda individers upplevelser och tankar. Individuella intervjuer och fokusgrupper kan med fördel användas så att de kompletterar varandra inom en och samma studie (Morgan, 1997).

I och med att det i föreliggande studie ingick både lärare som hade avbrutit respektive fortsatt att arbeta med NTA kombinerades fokusgrupper med individuella intervjuer. På så sätt var det möjligt att låta enskilda lärare komma till tals utan att de hämmades av kollegors närvaro och samtidigt utnyttja den dynamik som blir när lärare med skilda erfarenheter och synsätt tillsammans diskuterar yrkesfrågor av gemensamt intresse.

Urval

I slutet av 90-talet fick 15 klasser i grundskolans tidigare år (f-6) i den undersökta kommunen pröva på tre teman från den amerikanska förlagan till NTA. De inblandade parterna var positiva till konceptet och i kommunen bestämde man sig därför för att fortsätta och utveckla användningen av NTA i kommunens skolor. Under 2004/2005 avsattes därför medel för ett treårigt utvecklingsprojekt för utprovning av NTA-teman i NO-undervisningen för skolår 7-9. Ambitionen var att alla NO-lärarna på de deltagande skolorna skulle vara involverade i projektet. Under läsåret 2006 inbjöds vi att studera hur det utvecklingsprojektet avlöpte och vi ombads att titta närmare på vad som hade varit underlättande och hindrande i införandet av NTA. Det ledde till att vi genomförde observationer av NTA-lektioner och intervjuer med både elever och lärare. I den här artikeln har vi valt att fokusera enbart på lärarnas erfarenheter. Totalt har nio lärare från två skolor deltagit i studien. Åtta av lärarna deltog i gruppintervjuer och tre intervjuades individuellt. Två lärare har således intervjuats både i grupp och individuellt för att de skulle kunna lämna kompletterande information som de inte vill delge inför andra. Samtliga lärare har varit med i utvecklingsprojektet med att införa NTA och de undervisar elever som går i skolår 7-9 i NO. På den ena skolan (B) hade lärarna avbrutit sitt arbete med NTA och på den andra (A) hade flertalet, men inte alla, fortsatt att använda det. I urvalet var vi måna om att få med både aktiva NTA-lärare och de lärare som valt att avbryta sitt arbete med NTA för att kunna del av deras skilda erfarenheter.

Av de intervjuade lärarna är det fyra stycken som har avbrutit sitt arbete med NTA och fem som fortsatt med det. Lärare som har fortsatt med NTA i sin undervisning betecknas i resultatet med Lfo (*Lärare fortsatt*) och de som har avbrutit med Lav (*Lärare avbrutit*), dessutom indikeras med ett A eller B vilken skola läraren arbetar på. Intervjuerna bokades med lärarna via e-post och genomfördes på lärarnas egna skolor. Samtliga lärare är utbildade lärare inom de naturvetenskapliga ämnena, och fem av dem har lång yrkeserfarenhet. Två av lärarna har börjat undervisa under de senaste åren.

Vi är medvetna om att man kan rikta kritik mot antalet intervjuer i studien. Vad gäller exempelvis fokusgrupper anger Morgan (1997) 3-5 grupper som en tumregel för att uppnå mättnad i data-materialet, och Bryman (2002) menar att det sannolikt inte räcker med att intervjua en grupp. Även om målet vid kvalitativa studier alltid är att kunna välja ut informationsrika deltagare styrs urvalet också av faktiska möjligheter och praktiska spörsmål (Johnson & Christensen, 2008). I föreliggande studie intervjuades alla tillgängliga lärare som arbetade eller hade arbetat med NTA i skolår 7-9 inom den aktuella kommunen. Rent forskningsmetodisk hade det varit önskvärt med fler intervjudeltagare och intervjuer för att erhålla rikare data och med större säkerhet uppnå

mättnad i datainsamlingen, men det var inte praktiskt möjligt. Urvalet kan betraktas som ett s.k. ytterlighetsurval (Johnson & Christensen, 2008) där informanterna har gjort motsatta val när det handlar om att fortsätta undervisa med hjälp av NTA eller ej.

Analys av intervjuer

Även om begreppen analys och tolkning många gånger används synonymt, och all analys innebär någon form av tolkning, väljer vi i likhet med Kvale (1997) att göra en viss åtskillnad mellan begreppen där tolkning, till skillnad från analys, innebär mer omfattande och djupare bearbetning av data. Analysen av data genomförd i två nivåer där den första är mer deskriptiv till sin karaktär, medan den andra är mer uttalat interpretativ. Enkelt uttryckt syftar den första analysnivån till att generera ett empiriskt grundat resultat och den andra nivån syftar till att förstå dessa resultat med stöd av det valda perspektivet. Nedan beskriver vi de två nivåerna.

Bearbetningen av data i nivå 1 inleddes redan i samband med genomförandet av intervjuerna. Huvuddelen av det analysarbetet genomfördes emellertid först efter att alla data var insamlade och centrala inslag i den bearbetningen var följande, för kvalitativ analys, typiska procedurer:

- Codes are analytically developed or inductively identified in the data affixed to sets of notes or transcript pages.
- Codes are transformed into categorical labels or themes. (Bruce L Berg, 2004, p. 267)

Mer explicit innehöll nivå 1 följande fyra faser. Först lästes datamaterialet för att få ett helhetsintryck. Därefter markerades och kodades de utsagor som innehöll relevant information i relation till studiens frågeställningar. Olika koder jämfördes sedan med varandra för att finna mönster och teman i de faktorer lärarna framhöll i våra intervjuer. Avslutningsvis beskrevs och benämndes de mönster och teman som svarade upp mot studiens syfte och frågeställningar. Temana namngavs primärt av artikelförfattarna för att spegla data, vilket är den vanligaste tekniken för att namnge teman och kategorier (Merriam, 1998). I den avslutande analysen (nivå 2) har vi med stöd av det händelselogiska perspektivet försökt tolka lärarnas beskrivningar av påverkande faktorer.

RESULTAT

I resultatet nedan presenterar vi vilka faktorer som lärarna menar är främjande och hindrande för implementeringen av NTA-konceptet. Faktorerna presenteras i form av teman som är resultatet av vår analys. Tema är en analytiskt vedertagen term och i resultatet används och ses begreppet tema som synonymt med faktor.

Främjande eller stödjande faktorer

Nedan följer de faktorer i form av teman som lärarna menar uppmuntrar dem till att använda och ta stöd av NTA i undervisningen eller som stödjer skolans arbete med NTA. Lärarnas erfarenheter av NTA-främjande art är inordnade i fem teman (a) laborationer, (b) prov och provresultat, (c) arbetsformen, (d) progressionstanken och (e) eldsjälarna i kollegiesamverkan.

Laborationerna

Vår tolkning är att lärarna ger uttryck för att laborationerna är bra gjorda och därmed användbara. De ses som en värdefull resurs där läraren kan hämta förslag och upplägg på väl utformade laborationer. En lärare säger:

Jag har använt labbarna nu i efterhand, labbarna är bra! (LavB)

Ovanstående citat visar att även lärare som tidigare arbetat med NTA men som för tillfället inte gör detta menar att de fortfarande använder en del av laborationerna från NTA-konceptet.

Prov och provresultat

Det som är centralt i det här temat är att de tillhörande proven anses vara väl utformade och att eleverna dessutom presterar bra på proven. Lärarna beskriver att NTA-proven är annorlunda än de prov de annars använder. Vid proven får eleverna ha med sig sina anteckningar och det gör att lärarna är osäkra på om det är orsaken till de goda resultaten eller ej. Icke desto mindre anses proven välgjorda och testa relevanta kunskaper enligt läraren nedan.

Proven (NTA) är rätt bra, och frågor och praktiska uppgifter de är väldigt bra och ger mer än ett vanligt prov. (LavA)

Läraren menar att NTA-proven ger mer än vanliga prov. Flera lärare framhåller elevernas goda resultat, men påpekar samtidigt risken med att eleverna skriver av svaren från sina anteckningar.

Arbetsformen

NTA-materialet inbjuder till och stödjer elevdiskussioner. Arbetsformen såväl som innehållet uppmuntrar till dialog och att eleverna redogör och berättar för varandra. Eleverna får också lyssna på varandra och på vad andra grupper har kommit fram till i sitt arbete.

I NTA behöver eleverna diskutera mer och lyckas man med det så är det säkert bra, gentemot det traditionella labbandet. (LavA)

Ja och det här att argumentera för deras...vad de tycker att de har kommit fram till för resultat, det är ju mer, större...man trycker mer på det och då gör man ju det. (LfoA)

En tolkning kan vara att arbetsätten främjar meningsutbyte mellan elever och ger läraren hjälp i att initiera diskussioner och stödja elevernas muntliga aktivitet upplevs som värdefullt.

Progressionstanken

En aspekt NTA-lärare omnämner i positiva ordalag är den bärande tanken om framåtskridandet i elevernas lärande. De uppskattar materialets upplägg för att det hjälper eleverna att fördjupa sina kunskaper inom ett område genom att de återkommande får bearbeta *ett* specifikt naturvetenskapligt innehåll. En lärare säger att:

Och sedan att det finns en så fin progression i det hela att man inte lämnar eleverna med om man har genomfört ett moment med det momentet att det är klart. Utan man jobbar med det en gång till djupare och ytterligare en gång till ännu djupare. (LfoA)

Materialet anses ge gott stöd för att återkomma flera gånger till ett visst ämnesområde och successivt bearbeta stoffet mer ingående och på en ämnesmässigt högre nivå.

Eldsjälar i kollegiesamverkan

Betydelsen av att ha någon eller några engagerade NTA-lärare framhålls. Det är viktigt att det finns någon som inspirerar och stöttar lärarna som ska genomföra NTA. Vidare framhålls vikten av att rent allmänt samverka med andra kollegor som arbetar med NTA. Avsaknad av eldsjälar eller kollegor att samverka med kan hämma implementeringen och genomförandet av NTA.

Jag kan förstå att det har gått i stå i skola B, vi har ju ändå våra entusiaster här, och det är klart att det driver att vi liksom provar igen och grejar. (LfoA)

Att ha någon eller några entusiastiska lärare som samverkar med och driver sina kollegor tolkar vi kan påverka en skolas NTA-projekt på ett fördelaktigt sätt.

Hinder eller försvårande faktorer

Under den här rubriken finns inslag som enligt lärarna motverkar eller förhindrar användningen av NTA i undervisningen och genomförandet av skolans NTA-projekt. De hinder lärarna har gett uttryck för är inordnade i följande åtta teman: (a) läromedels- och utrustningsbrister, (b) elevrollen, (c) ämnes- och erfarenhetskrav, (d) anpassningskrav, (e) konceptskepcis, (f) diskussionsbrist, (g) mötesbrist och (h) splittrad delaktighet. Varje tema förklaras var för sig.

Läromedels- och utrustningsbrister

Kännetecknande för det här temat är att svagheter i läromedlet (som är under utprovning) eller utrustningen upplevs som problematiska och inverkar hämmande på undervisningen i NTA. Den förra handlar om att de häften eleverna har för sina studier inte anses ge fullgott stöd. Enligt en lärare tycker eleverna att det är svårt att läsa på till prov då innehållet inte är så samlat i läromedlet. En annan aspekt är att läroboken inte ger ett annat perspektiv än det eleverna möter i undervisningen.

Jag kan sakna att eleverna inte får en annan vinkel i läroboken utöver den som ges i undervisningen. Vid frånvaro är det svårt för en elev att "läsa igen". (LavA)

Den senare, utrustningsbrist, innebär att det saknas eller är svårt att få tag i materiel och tillbehör till undervisningen. En lärare beskriver denna problematik:

Till exempel en pump var det svårt att få tag i, den fanns inte på Claes Ohlsson så gav vi upp det. Vi hade höga förväntningar, men sen så fanns inte allt materialet i lådorna. (LavB)
Att de saker eller den utrustning som behövs saknas eller är "jobbige" att införskaffa kan således leda till att vissa NTA-inslag inte genomförs.

Elevrollen

Att arbeta med NTA medför vissa krav på elevernas deltagande eller elevrollen om man så vill. En NTA-elev ska enligt lärarna kunna klara av att *läsa och förstå instruktioner, arbeta självständigt, ställa hypoteser och goda frågor, diskutera och dokumentera*. Två lärare kommenterar vissa elev-ers svårigheter att förstå det naturvetenskapliga innehållet när de arbetar med NTA-konceptet:

Förstår eleverna instruktionerna? De vet inte vad de ska fråga om. Blanda två ämnen och se vad massan blir. Ämnen läser man i skolan och vad är massa? (LavB)

I den grupp jag hade då fungerade inte NTA. De var stökiga och osjälvständiga och de tordes inte läsa instruktioner. Det gick inte att få dem att arbeta självständigt. (LavA)

Enligt några lärare har en del elever svårt med att klara av elevrollen som NTA-elev och de krav den medför vilket i sin tur inverkar menligt på deras lektionsinsatser och undervisningen i stort. Elevrollen i NTA ställer också krav (liksom även annan undervisning kan göra) på att eleven ska se sammanhang och förstå vad arbetsgången går ut på. Om det fallerar för en del elever, trots lärarens insatser, leder det till att elevernas studie- och arbetsinsatser blir av låg kvalitet.

Ämnes- och erfarenhetskrav

Att arbeta med NTA ställer enligt några lärare höga krav på lärarens naturvetenskapliga grundkunskaper och undervisningserfarenhet inom NO. Dels ställer materialet (t.ex. lärarhandledningen) i sig höga krav, men också genomförandet av NTA och de situationer och frågeställningar läraren kan möta i undervisningen ställer krav på lärarens erfarenhet. En lärare som har avbrutit och en som har fortsatt sitt arbete med NTA uttrycker sig på följande sätt.

Lärarhandledningen skulle ha varit tydligare, den utgår ifrån att man är fullfjädrad för att använda den. Man fick inte så mycket stöd, man känner sig inte så trygg. Men har man varit lärare länge så man har erfarenheter och kan det mesta är det ju skillnad. (LavB)

Jag vet inte om ni kommer att hålla med mig här nu men det jag känner det är att ämneskunskaperna ställs det större krav på. I och med att beroende på var diskussionerna i klassrummet går hän så måste man kunna vara öppen för att gå den väg som eleverna har i sitt största intresse. (LfoA)

NTA medför, enligt några lärare, höga krav på erfarenhet av NO-undervisning såväl som på ämnesmässig kompetens. Om en lärare upplever att han/hon inte riktigt kan motsvara de kraven kan det bli incitament för att inte vilja arbeta med NTA.

Anpassningskrav

Att arbeta enligt intentionerna med NTA och anamma dess arbetssätt upplevs begränsande av vissa lärare. De känner sig styrda på ett negativt sätt och att de måste utföra sin undervisning enligt en förutbestämd mall. En lärare som avbrutit arbetet med NTA säger:

Till skillnad från NN så kände jag mig ju för låst till materialet och då klarade inte jag av att fortsätta jobba med det. (LavA)

Citatet ovan visar att det förutbestämda upplägget med föreskrifter om på vilket sätt och i vilken ordning olika moment ska genomföras inskränker lärarens handlingsutrymme. Läraren ger uttryck för en känsla av att det är någon annan som har bestämt hur de ska utföra sitt arbete. Autonomi inskränks och det professionella omdömet och inflytandet marginaliseras.

Konceptskepsis

Att undervisa utifrån NTA kan medföra att lärare behöver ompröva sin syn på och sitt sätt att tänka kring undervisning och elevernas lärande i NO. NTA-konceptet skiljer sig med avseende på innehåll, organisering och sekvensering av det naturvetenskapliga stoffet jämfört med vad en del lärare är vana vid. Upplägget kan utmana det synsätt läraren har på NO-undervisning och leda till att läraren känner oro för att inte hinna med att behandla vissa moment eller visst stoff. Två lärare uttrycker sig på följande vis:

Det är mycket i NTA- materialet som kommer i annan ordningen, än vad vi brukar göra, det kan säkert vara pedagogiskt men jag är inte övertygad. (LavA)

Jag kan ha full förståelse för den tidspress det kan skapa man går ju i en helt annan takt. Man kommer inte att hinna det man brukar hinna. Det finns inte en chans. (LfoA)

Utifrån ambitionen att genomföra NTA kan lärarens eget synsätt på undervisningens innehåll och genomförande vara en hindrande faktor. Om läraren jämför NTA med vad eleverna brukar möta för moment och stoff i NO-undervisningen kan det leda till en känsla av att man inte tar upp eller hinner med det man borde behandla.

Diskussionsbrist

I intervjuerna ger lärarna uttryck för att det finns frågor i relation till NTA-konceptet och deras NTA-undervisning som de borde ha samtalat om, men som inte har diskuterats. I relation till sin undervisning ställs lärare inför en rad frågor och val. Det kan vara bakomliggande frågor om varför ett visst innehåll ska vara med eller varför en viss metod ska väljas, men det kan också vara mer direkta frågor som hur eleverna ska dokumentera en genomförd laboration. När det gäller NTA betonar lärare betydelsen av att frågor av båda slagen behöver diskuteras. Det finns också tydligen frågor som anses känsliga och därför undviks diskussioner kring dem. Ett exempel på det framkommer när en lärare tillfrågas huruvida elevernas användning av deras egna lektionsanteckningar diskuteras mellan lärarna.

Nej tyvärr diskuteras inte det så mycket, det är känsligt. Det finns fler saker som borde diskuteras. (LfoA)

En annan lärare ger exempel på vad det är mer som borde diskuteras:

Varför vill vi jobba NTA-mässigt? Det har vi inte riktigt diskuterat igenom. (LavA)

Att det finns frågor kring NTA som lärarna anser borde diskuteras men som inte har diskuterats tycks inverka menligt på genomförandet av projektet. Lärarna efterlyser att vissa undervisningsmässiga och pedagogiska frågor faktiskt diskuterades istället för att man i lärargruppen undviker dem eller bortser från dem.

Mötesbrist

Ett problem är att lärarna inte kan eller hinner träffas i den mån genomförandet av projektet kräver. Andra möten och uppgifter än NTA prioriteras av skolledning och lärare. Det bidrar också till att de inte har den fortlöpande dialog kring sitt arbete med NTA som de önskar och anser behövs. En lärare yttrar:

Problem att få till gemensamma möten, det finns inte vikarier att tillgå och lärare vill inte släppa sina klasser. Projektet har fått ett stort stöd, men i praktiken fungerar det inte. Problemet är också att folk anser att det inte finns tid, även om NTA-projektet har gett resurser. Rektor kallar lärare till andra parallella konferenser. (LfoA)

Trots att projektet har fått ett stort stöd så sätter olika aktörers agerande käppar i hjulet för gemensamma formella möten. Rektorer kallar till andra konferenser och lärare kanske måste prioritera andra möten.

Splittrad delaktighet

I relation till ambitionen att NTA ska vara ett skolprojekt och involvera alla undervisande NO-lärare finns brister. Enligt en del av lärarna genomförs NTA i realiteten endast av några lärare. Lärarna kan sägas driva olika "projekt" inom ramen för NTA-projektet och det visar sig i vilken grad de arbetar med och är involverad i NTA. En lärare menar att:

Det är lärare X och Ys projekt. Förutom att det ska vara skolans, det finns tre som jobbar fullt ut. Utöver det är det godtyckligt om man tar till sig. Syftet är att det ska vara skolans projekt, men det är svårt att frälsa i sina egna led, det kan vara så i kommunen. (LavA)

Även om det är tanken att NTA ska vara ett skolprojekt fungerar det inte så i praktiken, utan det skiljer sig åt mellan olika lärare i vilken utsträckning man är delaktig. En splittring som framhålls som problematisk för genomförandet av NTA.

Sammanfattning

Om vi sammanför såväl främjande som hindrande faktorer erhålls en helhetsbild av vad lärarna har framhållit påverkar deras genomförande av NTA. Vi har identifierat tre olika nivåer vilka tycks påverka arbetet med NTA (a) materialnivån, (b) aktörsnivå och (c) interaktionsnivån. I tabell 1 anges de olika främjande och hindrande faktorerna samt om de är en intern (I) eller extern (E) determinant.

Sammanställningen ovan illustrerar att de främjande faktorerna i första hand finns i NTA-materialet och tankarna med arbetssättet. De hindrande faktorerna däremot står främst att finna hos aktörerna i deras möte med NTA och i interaktionen mellan aktörerna. Det kan tyckas anmärkningsvärt att det inte finns någon internt främjande determinant i resultatet. Att så är fallet kanske delvis kan förklaras med att lärarna inte tycks diskutera varför de arbetar med NTA (se under resultatrubriken diskussionsbrist), och därmed inte har funderat närmare över frågor av den arten.

Temanivåer	Främjande faktorer	Hindrande faktorer
Materialnivå	Laborationerna (E) Prov och provresultat (E) Arbetsformen (E) Progressionstanken (E)	Läromedels/utrustningsbrister (E)
Aktörsnivå		Elevrollen (I) Ämnes- och erfarenhetskrav (I) Anpassningskrav (I) Konceptskepsis (I)
Interaktionsnivå	Eldsjälar i kollegiesamverkan (E)	Diskussionsbrist (E) Mötesbrist (E) Splittrad delaktighet (E)

Tabell 1. Av tabellen framgår vilka faktorer det är som lärarna menar främjar eller hindrar deras och elevernas arbete med NTA, samt om de är interna (I) eller externa determinanter (E).

DISKUSSION

I den avslutande delen analyserar och diskuterar vi våra resultat med utgångspunkt i ett händelselogiskt perspektiv. Vi kommer därmed att bidra med kunskap om hur olika determinanter, externa och interna, påverkar målet för handlingen dvs. intentionerna. Vi har i litteraturgenomgången visat att lärare kan ha olika mål med sin undervisning. En del vill att eleven ska utveckla en särskild förmåga, andra att ett bestämt innehåll ska bearbetas. Ytterligare några vill arbeta med särskilda representationer och andra har arbetsmetoden i klassrummet i fokus. I resultatet presenteras olika faktorer (determinanter), som enligt lärarna, inverkar på om de väljer att arbeta vidare med NTA eller inte. Olika faktorer tycks påverka intentionerna på olika nivåer (material, aktör och interaktion) och på olika sätt (främjande, hindrande).

När determinanterna påverkar intentionerna på ett sätt som stämmer överens med lärarens tankar om hur naturvetenskaplig undervisning ska bedrivas, vilket innehåll som ska bearbetas och vad som ska läras stöttar de ett fortsatt arbete med NTA-konceptet. Är det så att det finns brister i konceptet i relation till lärarens intentioner så hindrar det ett fortsatt arbete med NTA-konceptet.

Externa determinanter

Studeras de determinanter som påverkar lärare att fortsätta sitt arbete med NTA-konceptet kan konstateras att de till den övervägande delen är externa determinanter. Laborationer, provens utformning, arbetsformen, progressionen och samverkande eldsjälar är alla faktorer som påverkar möjligheten att genomföra något särskilt i undervisningen. Laborationerna stöttar lärarens intention att arbeta efter en särskild metod. Har lärarna däremot målet att eleven ska utveckla en viss förmåga så har såväl proven som arbetsformen en positiv påverkan på lärarnas vilja att fortsätta med materialet. Arbetsformen, där eleverna sitter och diskuterar, liksom proven riktar uppmärksamheten mot den retoriska sidan av språkanvändningen och därmed elevernas förmåga att argumentera för sin ståndpunkt inom det naturvetenskapliga området. Ytterligare en viktig extern determinant är eldsjälarna på skolan. De bidrar med inspiration i arbetet med att initiera och driva projektet (O'Day & Smith, 1993). Lärare som har intentionen att rikta uppmärksamheten mot olika förmågor inom det naturvetenskapliga fältet, att eleverna ska fundera ut lämpliga undersökningsmetoder i diskussion med varandra och därefter göra undersökningar (Löfdahl, 1987)

påverkas positivt av de externa determinanter som medföljer NTA-konceptet. För en del lärare upplevs de här riktlinjerna (ett slags NTA-riktlinjer), som anger vad som är önskvärt, som plikter att fullgöra. Om NTA-riktlinjerna implicerar intentioner och handlingar som inte lärarna alltid anser vara önskvärda kan det bidra till att man avbryter sitt arbete med NTA.

Externa determinanter kan också vara hinder för lärarens mål med undervisningen. I resultaten kan ses att när det saknas utrustningsmaterial och när innehållet i läromedlet inte stämmer med lärarens bild av vad som bör ingå i den naturvetenskapliga undervisningen så väljer läraren att avstå från NTA-konceptet. Materialet kommer då inte att ha ett positivt värde för elevens lärande, vilket Fullan (1991) har visat är en viktig faktor vid implementationer. Ytterligare determinanter som påverkar möjligheten att genomföra förändringsarbetet är bristen på tid (O'Day & Smith, 1993) för möten och diskussioner samt att inte alla är delaktiga (jfr. Fullan, 1991).

Sammantaget visar resultatet att externa determinanter som hjälper läraren att rikta elevens uppmärksamhet mot förståelse och argumentationsförmåga, ett lämpligt innehåll och undersökande arbetssätt är främjande. Om däremot de externa determinanterna motverkar dessa intentioner väljer läraren att avbryta arbetet med NTA-konceptet.

Interna determinanter

Interna determinanter handlar om vad man vill med t.ex. sin undervisning och tilltron till den egna förmågan. Våra resultat visar lärare som uppfattar att eleven inte klarar av arbetssättet väljer att avsluta implementeringen eftersom det inte gynnar elevens lärande (jfr Fullan, 1991). Läraren vill ha en högre grad av styrning i undervisningssituationen än vad NTA-konceptet föreskriver. Andra interna determinanter som inverkar hindrande på implementationen är konceptskepsis och de ämnes- och erfarenhetskrav som ställs på läraren. Om jag som lärare känner mig osäker på om jag hinner ta upp det innehåll jag borde ta upp med eleverna (*konceptskepsis*), eller om jag är osäker på om mina ämneskunskaper är tillräckliga för att reda ut diverse frågor och diskussioner som uppkommer (*ämnes- och erfarenhetskrav*) blir jag förmodligen otrött i min lärarroll. Om det dessutom är så att arbetssättet tycks leda till att en del elever får svårigheter att delta på önskvärda sätt i undervisningen (*elevrollen*) och istället ägnar sig åt annat än skolarbete är jag nog än mer benägen att överge NTA-konceptet. I sammanhanget är konceptskepsis dessutom ett uttryck för lärares motstånd mot att ändra synsätt och övertygelser, vilket är ett vanligt krav på lärare i samband med reformer inom skolans värld (Arfwedson & Arfwedson, 2002).

Lärare som har intentionen att lära ut det etablerade naturvetenskapliga innehållet på ett traditionellt sätt påverkas av interna determinanter på ett sätt som gör att de väljer att avbryta implementeringen.

Skolutvecklingsprogram i praktiken

Samtliga faktorer i resultatet har enligt lärarna betydelse för deras arbete med NTA, men det är nog rimligt att tänka sig att det i första hand är de faktorer som bidrar till att man känner otrygghet och osäkerhet i sin yrkesroll som gör att en del lärare väljer att avbryta sitt arbete med NTA. I bakgrunden tog vi bl. a. upp att forskning har visat att (1) läraren som person, (2) i vilken utsträckning läraren finner en metod gångbar och (3) hur eleverna påverkas av skolutvecklingsprogrammet, inverkar på lärares benägenhet att ta till sig och bruka densamma. Det är också av betydelse hur en lärare känner inför möjligheterna att genomföra en förändring i sin yrkespraktik (Fullan, 1991, Hargreaves, 1994). Därför vill vi avslutningsvis diskutera betydelsen av följande tre faktorer i resultatet; elevrollen, konceptskepsis och ämnes- och erfarenhetskrav. Studiens resultat visar att för att lärare ska känna sig tillfreds med sin undervisning i naturvetenskap så bör följande tre premisser uppfyllas: (1) att eleverna under lektionerna primärt ägnar sig åt skolarbete, (2) att det eleverna ägnar sig åt under lektionerna ger dem önskvärda kunskaper och (3) att läraren känner sig bekväm i sin ledarroll i klassrummet. Om någon eller flera av dessa premisser fallerar upplever nog de flesta lärare att de inte är riktigt nöjda med sin undervisning eller den lärarroll de har.

Med utgångspunkt i vårt resultat och tidigare forskning (se de punkterna ovan) torde de tre hindrande faktorerna *eleverollen*, *konceptskopsis* och *ämnes- och erfarenhetskrav* ur ett lärarperspektiv kunna bidra med insikter om varför NTA väljs bort. För det första; har elever svårt att klara av *eleverollen* och istället ägnar sig åt annat än skolarbete på NTA-lektionerna kan det vara ett incitament för att inte fortsätta med NTA. För det andra; om läraren anser att viktigt stoff får stryka på foten och läraren är tveksam till om eleverna lär sig det de borde (*konceptskopsis*) kan det bli ett skäl för att sluta med NTA. För det tredje; om arbetssättet försätter läraren i situationer där han/hon upplever sina ämneskunskaper som bristfälliga (*ämnes- och erfarenhetskrav*) kan det leda till att NTA väljs bort. Här kan alltså ses att NTA behöver möjliggöra en undervisning som för den enskilda läraren: (1) fungerar i klassrummet, dvs. eleverna ägnar sig åt skolarbete, (2) ger eleverna önskvärda kunskaper och (3) försätter läraren i en bekväm ledarskapsroll. Givet de tre premisserna, som inte är specifika för NTA, kan det på en skola behövas en beredskap för att på ett öppet och prestigelöst sätt stötta och hjälpa varandra så att alla medverkande lärare känner sig tillfreds med sin NO-undervisning. Upplever en lärare att en laboration är svår att förstå eller förklara för eleverna ska han/hon på ett enkelt sätt kunna vända sig till en kollega för att få hjälp. Detsamma gäller för konsultation eller samarbete kring problem med att få elever att lära sig arbeta enligt NTA-modellen. Hur den här samverkan ska organiseras kan säkert göras på flera olika sätt, det primära är att det ger ett fullgott stöd så att alla lärare känner sig trygga i rollen som NTA-lärare.

NTA är utarbetat för att stimulera till nyfikenhet, ökat intresse och samtidigt introducera eleverna i ett naturvetenskapligt förhållningssätt, och de intervjuade lärarna lyfter fram flera förtjänster med materialet. Trots det väljer en del lärare, efter att ha prövat konceptet ett tag, att inte fortsätta med det. Hur det kan komma sig och hur man kan förstå det har vi i belyst i den här texten utifrån ett händelselogiskt perspektiv. Om vi tillåter oss att dra ut resonemangslinjen och blicka bortom NTA för att se vad man kan sluta sig till på ett allmännare plan utifrån de presenterade resultaten, vad framträder då? En lärdom man kan dra när det gäller att implementera ett skolutvecklingsprojekt av den här arten är att akta sig för två underskattningar. För det första underskatta inte betydelsen av de interna determinanterna. Även om syftena med ett projekt kan anses lovvärda och intentionerna goda (t. ex. att främja elevers kunskapsutveckling) kan de trots det i avgörande hänseenden stå i strid med lärares övertygelser och synsätt. För det andra underskatta inte betydelsen av de villkor som gäller för lärares arbete i vardagen. Vad det blir av en metod, ett undervisningsmaterial eller ett koncept avgörs i klassrumspraktiken. Det är där det visar sig i vilken mån ett projekt överensstämmer med lärares didaktiska ståndpunkt, och det är där det visar sig vad som händer när det ska inorporeras i undervisningen. Om en lärare kommer att anamma ett utvecklingsprojekt avgörs i slutändan trots allt av vad det blir av det hela när läraren använder det, i undervisningen, tillsammans med sina elever i klassrummet.

REFERENSER

- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford Press.
- 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*. Rapport i didaktik Nr. 2. Lärarhögskolan i Stockholm.
- Arfwedson, G. B., & Arfwedson, G. (2002). *Didaktik för lärare: En bok om lärares yrke i teori och praktik* (2a. uppl.). Stockholm: HLS förlag.
- Berg, B. L. (2004). *Qualitative research methods for the social sciences* (5th ed.). Boston, Mass.: Pearson; Allyn and Bacon.
- Bogdan, R., & Biklen, S. K. (2007). *Qualitative research for education : An introduction to theory and methods* (5th ed.). Boston, Mass.: Pearson A & B.
- Bryman, A. (2002). *Samhällsvetenskapliga metoder*. Malmö: Liber.

- Fullan, M. (1991). *The new meaning of educational change* (2nd ed.). London: Cassel Educational Limited.
- Halldén, O. (2002). Om att förstå, missförstå och inte förstå. Ett intentionellt perspektiv på inlärningssituationen. I H. Strömdahl (Red.) *Kommunicera naturvetenskap i skolan – några forskningsresultat* (57-74). Lund: Studentlitteratur.
- Hargreaves, A. (1994). *Changing teachers, changing times: Teachers' work and culture in the post-modern age*. London: Casell corp.
- Hmelo, C., Holton, D.J., & Kolodner, J.L. (2000). Designing to learn about complex systems. *Journal of the Learning Sciences*, 9, 247–298.
- Johnson, B., & Christensen, L. B. (2008). *Educational research: Quantitative, qualitative, and mixed approaches* (3rd ed.). Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.
- Krueger, R. A., & Casey, M. A. (2000). *Focus groups : A practical guide for applied research* (3rd ed.). Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.
- Kvale, S. (1997). *Den kvalitativa forskningsintervjun*. Lund: Studentlitteratur.
- Lindblad, S., Lindhe, G., & Naeslund, L. (1999). Ramfaktorteorin och praktiskt förnuft. *Pedagogisk Forskning i Sverige*, 1, 93-109.
- Löfdahl, S. E. (1987). *Fysikämnet i svensk realskola och grundskola. Kartläggning och alternativ ur fysikdidaktisk synvinkel*. Uppsala universitet. Uppsala studies in education 28. Almqvist & Wiksell International. Stockholm
- McRobbie, C.L., & Tobin, K. (1995). Restraints to reform: The congruence of teacher and students actions in a chemistry classroom. *Journal of Research in Science education*, 32, 373-385.
- Merriam, B. S. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco: Jossey Bass Publishers.
- Morgan, D. L. (1997). *Focus groups as qualitative research* (2nd [rev.] ed.). Thousand Oaks, Calif.: Sage.
- National Research Council. (1996). *The National Science Standards*. Retrieved April 5, 2005 from <http://www.nap.edu/readingroom/books/nse>.
- NSRC (2008). National Science Resources Center. Tillgänglig <http://www.nsrconline.org/> (2008-12-15).
- NTA (2008). Naturvetenskap och teknik för alla. Tillgänglig <http://www.nta.nu/index.php?categoryid=12> (2008-12-15).
- O'Day, J., & Smith, M. (1993). Systemic reform and educational opportunity. In S. Fuhrman (Ed.). *Designing coherent policy* (250-312). San Fransisco: Jossey-Bass.
- Penner, D.E., Giles, N.D., Lehrer, R., & Schauble, L. (1997). Building functional models: Designing an elbow. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 125–143.
- Skolverket (2004). *Pisa 2003 - svenska femtonåringars kunskaper och attityder i ett internationellt perspektiv*. Stockholm: Skolverket, Rapport 254.
- Skolverket (2008). *TIMSS 2007 - Huvudrapport: Svenska grundskoleelevers kunskaper i matematik och naturvetenskap i ett internationellt perspektiv*. Stockholm: Skolverket, Rapport 323.
- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and Science Literacy: Thinking Skills, Science Process Skills and Systems Understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45, 373–394.
- Tobin, K., & LaMaster, S. (1995). Relationships between mataphors, beliefs and actions in a context of science curriculum change. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 225-242.
- Uljens, M. (1997). Grunddrag till en reflektiv skoldidaktisk teori. I M. Uljens (Red.). *Didaktik* (167-197). Lund: Studentlitteratur.
- Yung, B.H.W. (2007). *Assessment reform in science: Fairness and fear*. Dordrecht: Springer.
- Östman, L. (1995). *Socialisation och mening. NO - utbildning som politiskt och miljömoraliskt problem*. Uppsala Studies in Education, 61. Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis.