

Samhällsfrågor som ingång till naturvetenskapligt lärande – ett sätt att öka elevers intresse och kunnande i naturvetenskap?

English summary

Research shows that pupils are interested in science, but not in school-science, which they often find difficult and boring. Research also shows that the pupils' interest in science increase if the teaching deals with authentic and complex issues without "right" answers. Then a common problem is that pupils tend to draw more upon values than scientific knowledge. The aim of this evidence-based project is to understand more about how and why students in secondary school develop interest, knowledge and self-efficacy working with socio-scientific issues.

Research questions:

- What knowledge do the pupils develop when working with socio-scientific issues?
- How do interest, engagement and self-efficacy develop in the work? What importance do the tasks have?
- How does the pupils' argumentation develop?
- What knowledge do the teachers develop and how does their view of teaching develop?

Different aspects of interest, engagement and knowledge will be described and instruments for measuring these will be developed. Four to five socio-scientific tasks will be constructed. In the research project about 150 pupils in secondary school work with the socio-scientific tasks. The students answer questionnaires and tests several times. Some student groups will be videotaped while discussing the tasks. In the analysis we will use confirmatory factor analysis and we will develop models for analyzing arguments. We will then describe some requirements for the tasks and the educational setting so that pupils develop both interest and knowledge in science.

Specifika mål

I handlingsplanen för arbetet med naturvetenskap och teknik skriver Myndigheten för skolutveckling (2005) att det krävs genomgripande förändringar av ämnesinnehåll och arbetssätt samt en anpassning till elevernas vardagsspråk för att kunskaperna i naturvetenskap och teknik ska förbättras och att elevernas attityder till dess ämnen ska påverkas. Utifrån dessa utgångspunkter vill vi genomföra ett praxisnära forskningsprojekt med syfte att undersöka vad som händer med elevernas kunskapsutveckling, intresse och tilltro till sin egen förmåga och vilka faktorer som påverkar detta i en undervisning där man arbetar med samhällsfrågor med ett naturvetenskapligt innehåll. Vi vill också undersöka vilka kunskaper lärarna utvecklar och hur deras syn på undervisning förändras i ett sådant arbete.

Vårt främsta skäl till att vilja genomföra detta forskningsprojekt är att undervisningen i naturvetenskap måste förändras men också att förändringar i skolans verksamhet behöver vila på en vetenskaplig grund. Ungdomar idag är intresserade av naturvetenskapliga frågor men inte av skolans NO-undervisning (Lindahl, 2003). Vi har under våren kunnat se TV-program som t.ex. "Du är vad du äter" och "Sex inspectors". Förmodligen har denna typ av program ett långt större inflytande på hur ungdomar lär sig förstå sin omvärld än skolans naturvetenskapliga undervisning. Samtidigt finns det mycket att ta fasta på och mycket information som kan granskas och diskuteras. Andra aktuella frågor som diskuterats mycket i massmedia på senare tid är fågelinfluensa och genförändrat foder till kor. Det är en demokratisk fråga att ungdomar får möjlighet att undersöka och förstå sin omvärld med hjälp av såväl samhällsvetenskapliga, språkliga som naturvetenskapliga kunskaper. Resultat från ett lic.arbete i Malmö visar att naturvetenskapliga studier och goda kunskaper i humanbiologi inte automatiskt ger en skeptisk inställning till pseudovetenskapliga idéer inom hälsofrågor (Lundström, 2006).

I Läroplanskommitténs betänkande Skola för Bildning (SOU, 1992:94) är visionen att skolan ska vara allmänbildande genom att eleverna fostras till självständiga och kritiskt tänkande medborgare som kan delta i de demokratiska besluten. Inledningstexten i de svenska kursplanerna för de naturorienterande ämnena (Skolverket, 2000) tydliggör att undervisningen i dessa ämnen ska innehålla de tre aspekterna; kunskap om natur och människa, kunskap om naturvetenskaplig verksamhet samt förmågan att använda sig av dessa kunskaper för att ta ställning i värdefrågor, exempelvis miljö- och hälsofrågor. Kursplanerna uttrycker mål för naturvetenskaplig undervisning som ligger i linje med andra länders strävan att förändra undervisningen mot *scientific literacy*. Enligt Norris & Philips (2003) betyder *scientific literacy* att kunna förstå, tolka, analysera och kritisera naturvetenskapliga texter samt att granska de argument som förs fram. Dessutom betyder det att kunna värdera data och dess tillförlitlighet. En sådan beskrivning sätter språket och hur det används i fokus. Klein (2006) menar att en undervisning som syftar till *scientific literacy* medierar gapet mellan ett expressivt, narrativt vardagsspråk och naturvetenskapliga förklaringar och argument genom att elever både får skriva informella berättande texter och argumentera i tal och skrift samtidigt som de får undervisning i den naturvetenskapliga textgenren. Klein skriver vidare att modern naturvetenskap är ett arbete som sker som samarbete i forskningsgrupper och därför behöver undervisning som syftar till *scientific literacy* stödja kollektiv snarare än individuell kunskapskonstruktion.

Områdesöversikt

Elevers upplevelser av naturvetenskaplig undervisning

Det är en dystert bild som målas upp i forskning rörande både elevers attityder till och kunskaper i naturvetenskap. Forskning visar att många elever uppfattar naturvetenskap i skolan som svårt och utan relevans för dem själva samt att läromedel och undervisningsmetoder är gammalmodiga (Lindahl, 2003; Lyons, 2006). I en longitudinell studie med 80 elever som följts från skolår 5 till 9 uttrycker många elever ett stort intresse för naturvetenskap och teknik samtidigt som de är kritiska till det innehåll och den undervisning skolan erbjuder (Lindahl, 2003). Eleverna upplever att man i naturvetenskap ska lära sig ett givet innehåll och att det inte som i samhällsvetenskapliga ämnen finns utrymme för diskussion. Under grundskolans senare årskurser avtar både flickors och pojkars intresse för naturvetenskap samtidigt som de känner sig mindre duktiga i dessa ämnen. Det omvända gäller för många andra skolämnen. (Lindahl, 2003, Osborne, Simon & Collins, 2003). Osborne et al konstaterar att kön och undervisningens kvalitet är av avgörande betydelse och uttrycker samtidigt en förvåning över att det gjorts så litet när det gäller "*the nature and style of teaching and activities that engage students*". Lindahl har fortsatt att följa eleverna upp genom gymnasieskolan. Resultat visar att både elever som valt och inte valt naturvetenskapligt program har lägre intresse för naturvetenskapliga ämnen än övriga skolämnen (Lindahl, 2006). Också i ROSE (Relevance of Science Education) - projektet visas att det finns ett gap mellan det som intresserar tonåringar och det som undervisas i skolan (Jidesjö & Oskarsson, 2005).

Nationella utvärderingar visar att elevers kunskaper i naturvetenskap inte svarar mot de uppställda kursplanemålen och att de andra aspekterna, kunskap om naturvetenskaplig verksamhet och förmågan att använda sig av kunskaperna för att ta ställning i värdefrågor, får litet utrymme i undervisningen (Skolverket, 2005). Ekborg (2005a, b) visar att inte heller lärarstudenter inriktade mot de tidiga skolåren utvecklar dessa kompetenser fullt ut.

Samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll

Studier visar att intresset för naturvetenskap ökar då eleverna arbetar med verklighetsanknutna frågor (Aikenhead, 2005). Då utgår man inte från naturvetenskapliga begrepp som förklaras och exemplifieras utan tar istället sin utgångspunkt i autentiska samhällsfrågor, som för sin lösning också förutsätter naturvetenskaplig kunskap. Studier av undervisning med denna utgångspunkt visar, att eleverna tycker att frågorna är intressanta, gärna diskuterar värderingar men har svårt att

inkludera det naturvetenskapliga innehållet (Aikenhead, 2005; Grace & Ratcliffe, 2002). Samtidigt är det viktigt att kunna argumentera i både en samhällsvetenskaplig (socio-scientific) och en naturvetenskaplig (scientific) kontext. Den förra faller naturligtast för de flesta eleverna men den senare är också viktig eftersom den ger en djupare förståelse för frågorna och ett verktyg för kritisk granskning (Simon, Erduran & Osborne, 2006).

I den engelskspråkiga litteraturen benämns samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll som *socio-scientific issues*. De definieras av Ratcliffe & Grace (2003) som frågor som har naturvetenskaplig bas och potentiellt stor betydelse för samhället. De rapporteras om i media, de är ofta ostrukturerade, involverar värderingar och etiska resonemang och är därmed kontroversiella och saknar "rätt svar". Frågorna ger utrymme för elever att pröva olika perspektiv, att diskutera, analysera och genom detta utveckla insikter om naturvetenskapens möjligheter och begränsningar. Sådant innehåll ligger i linje med OECD:s internationella utvärdering, PISA (Skolverket, 2004). Denna sker utifrån tre utgångspunkter; hur eleverna använder naturvetenskapliga begrepp i ett verkligt sammanhang, om de, i en vetenskaplig process, kan samla, tolka och agera utifrån vetenskapliga bevis och slutligen utvärderas elevernas naturvetenskapliga kunskaper utifrån vardagsproblem.

Resultat från studie om hur gymnasister på NV-programmet bildar sig en åsikt om genmodifierade växter visar att eleverna genomgående har bra kunskaper om genetiska begrepp. Men det avgörande argumentet för den åsikt de har är hur de bedömer riskerna och vilken tilltro de har till forskarna. Samtidigt har de inte kunskaper som gör att de vet hur de ska ställa sådana frågor eller hur man gör riskbedömningar (Ekborg, 2006).

Under våren 06 har Ekborg, Rehn och Ideland lagt upp en kurs i humanbiologi inom huvudämnet "naturvetenskap och lärande, 180 poäng" på lärarutbildningen i Malmö utifrån autentiska frågor. Några av utgångspunkterna har varit ett spinning-pass på ett gym, fågelinfluensa, veckotidningsreportage om kost och aktiv dödshjälp. Under kursen har studenterna uppvisat en god kunskapsutveckling och ett starkt engagemang.

Lärarens roll

En svårighet med att utgå från samhällsfrågor i NO- undervisningen är lärares osäkerhet inför sådant arbete. Newton (1999) beskriver i en studie att lärare saknar tilltro till sin förmåga att arbeta med aktiviteter, där eleverna argumenterar. Ekborg (2005b) visar, att också lärarstudenter inriktade mot naturvetenskap för de tidigare skolåren har svårt att tillämpa sina kunskaper i autentiska situationer. Lager-Nyqvist (2003) visar i en studie att nya lärare vill förändra sin NO-undervisning så att den blir mer vardagsanknuten och därmed intressantare men de saknar förmåga att genomföra en sådan undervisning.

Projektbeskrivning

Teoretiska utgångspunkter

Projektet är praxisnära, dvs. bedrivs i verksamheten i skolan vilken beforskas. Enligt Brown (1992) kan resultaten från sådan forskning ge både praktiska och teoretiska bidrag till skolans praktik och utbildningsvetenskaplig teori.

Mortimer & Scott (2003) sammanfattar utifrån Vygotskij och konstruktivismen en syn på lärande som ligger till grund för hur undervisningen i denna studie kommer att utformas. De kallar sin teori post-konstruktivistisk. De menar att lärande har sitt ursprung i sociala situationer, där deltagarna byter erfarenheter och utvecklar idéer genom att i huvudsak tala med varandra. Allt eftersom samtalet framskrider får det som kommuniceras mening för deltagarna. De ord som används och det som formuleras i samtalen blir verktyg för individens eget tänkande. Från konstruktivismen hämtar

författarna nyckelidéerna att lärande är en process där den som lär måste vara aktivt involverad och att den förståelse man redan har påverkar det man lär sig. Vi utgår precis som Mortimer & Scott från att meningsskapande är en dialogisk process i vilken var och en bidrar med idéer och utvecklar tillsammans dessa vidare.

Ett problem inom forskningen om attityder/intresse är att det man mäter kan vara vitt skilda saker och att det inte självklart finns något samband mellan dessa och handlande (Osborne et al., 2003). Gardner (1995) är kritisk mot många studier och menar att man måste konstruera mätinstrument som utgår från attityders mångdimensionella karaktär och utnyttja faktoranalys för att tolka resultaten. Osborne et al menar att vi har mycket att lära från nyare studier av motivation där man skiljer mellan individuellt inre intresse och situationsbundet yttre intresse. Det senare stimuleras av god undervisning och är mycket signifikant i klassrum där eleverna är omotiverade (Hidi & Harackiewicz, 2000).

Kunskapsbegreppet kan skrivas fram, definieras och diskuteras på många olika sätt (SOU, 1992:94). I denna studie vill vi framför allt undersöka om eleverna kan reda ut, diskutera, argumentera och ta ställning i frågor som kräver både naturvetenskapliga och samhällsvetenskapliga kunskaper. Vi tror också att det är viktigt att studera lärare och elever tillsammans eftersom undersökningar visar att läraren är den enskilt viktigaste faktorn för elevernas kunskapsutveckling (Myndigheten för skolutveckling, 2005).

Forskningsfrågor

- Vilka kunskaper utvecklar olika elever när de arbetar med samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll?
- Hur påverkas deras intresse för och tilltro till sin förmåga i naturvetenskap i detta arbete? Vad betyder val och utformning av uppgifter?
- Hur utvecklas elevernas argumentation i arbetet med dessa frågor?
- Vilka kunskaper utvecklar lärarna och hur utvecklas deras syn på undervisning?

Metod och genomförande

Projektet genomförs i två steg. I det första steget tas instrument för datainsamling samt autentiska uppgifter fram. I det andra steget används dessa för att besvara forskningsfrågorna.

Steg 1. Utarbetande av instrument och uppgifter

Utifrån erfarenheter och resultat från forskningsområdet om motivation och lärandet (Volet & Järvelä, 2001) tas en multidimensionell enkät fram. Utgångspunkt för enkäten är en studie gjord av Coulson (1992) som undersöker *Confidence in doing science, Enjoyment of science at school* och *Personal usefulness of doing science*. I denna används Likertskala och Confirmatory factor analysis. Vi kommer att utveckla detta instrument och analysera betydelsen av ett antal faktorer i undervisningen utifrån elevernas upplevelser, lärande och engagemang.

Ett annat instrument är videoinspelade gruppdiskussioner som analyseras med avseende på engagemang och aktivitet samt argumentation. I den tidigare nämnda undervisningen i humanbiologi har en grupp studenter filmats under vissa gruppdiskussioner och redovisningar. Filmerna är tänkta att användas till metodutveckling.

Fyra till fem autentiska uppgifter konstrueras, i samråd med deltagande lärare, utifrån aktuella händelser, forskning och diskussion med ungdomar. Uppgifterna ska inbjuda till aktivt kunskapssökande genom litteratur, IKT, experiment, studiebesök mm och diskussion både direkt och virtuellt. Någon av uppgifterna ska ha tydlig lokal förankring till respektive skola. I redovisningarna ska eleverna ges möjlighet att arbeta med språket på många olika sätt.

Kunskapsmål formuleras utifrån för uppgiften relevanta kursplanemål. En inspirationskälla är det norska nätburna Viten-projektet (www.viten.no) där elever arbetar med autentiska uppgifter via nätet men också i det vanliga klassrumsarbetet. Vi vill här understryka att vi har god erfarenhet att ta fram den typen av uppgifter.

Steg 2. Forskningsprojekt

Ett antal klasser i grundskolans senare år följs i NO-undervisningen under ett år. Under detta år arbetar eleverna med de utarbetade uppgifterna som en del av NO-kurserna. Uppgifterna kan ta olika lång tid i anspråk men ska ingå i den reguljära undervisningen. En del av datainsamlingen görs av lärarstudenter som använder dessa data för sina examensarbeten.

Data samlas in genom:

- Enkät som mäter intresse och tilltro till den egna förmågan
- Videoinspelningar av en eller flera grupper i varje klass vid några tillfällen
- Lärarnas bedömningsunderlag (elevarbeten mm.)
- Texter från virtuella gruppdiskussioner
- Elevintervjuer
- Lärarintervjuer

Analys

Utifrån enkäter och videoinspelningar beskrivs elevernas intresse, engagemang och samtalsfokus samt hur detta förändras över tid. Beskrivningarna jämförs, förändringar identifieras och samband med vad som hänt i undervisningen undersöks. Genom lärar- och elevintervjuer fördjupas beskrivningarna.

Dessutom analyseras hur eleverna utvecklar sin argumentation i samtal med varandra. Vi utgår från Mørks (2006) analysmodell som delar upp argument i strukturella och innehållsrelaterade. De strukturella argumenten är utvecklade från Mercer (1995) som identifierar tre slags samtal när elever arbetar tillsammans. I *Disputational talk* lägger individer fram åsikter och motsägelser. I *Cumulative talk* stöder man okritiskt genom att repetera eller bekräfta det någon säger. Slutligen i *Exploratory talk* engagerar sig deltagarna kritiskt men konstruktivt i varandras idéer. Mørk (2005) har infört en ny kategori – *Reasoned disputational talk* - och utvecklat befintliga med underkategorier.

Utifrån dessa analyser kommer vi att beskriva vad som krävs av uppgifterna och av organisationen av undervisningen för att både elevernas intresse och kunskaper ska ha möjligheter utvecklas. Resultaten redovisas i form av projektrapporter, artiklar till vetenskapliga tidskrifter, konferensbidrag och i tidskrifter som vänder sig till lärare.

Samarbetande lärosäten och forskargrupp

Studien genomförs vid lärarutbildningarna i Kristianstad, Malmö och Umeå tillsammans med lärare i den verksamhetsförlagda utbildningen eller med NTA-lärare¹. Dessutom har lärarutbildning och kommun i Umeå utvecklat ett samarbete för att stärka banden mellan praktik, erfarenhet och forskning. Ett prioriterat område är naturvetenskap och matematik till vilket en doktorandtjänst finns knuten.

Forskningsgruppen är sammansatt av forskare med olika kompetens. All insamlad empiri kommer att analysera utifrån respektive forskares kompetens. Britt Lindahl, Kristianstad och Margareta Ekborg, Malmö kommer att vara projektledare. Båda har disputerat i ämnesdidaktik med inriktning

¹ Kungl. Vetenskapsakademiens och Kungl. Ingenjörsskademiens projekt *Naturvetenskap och Teknik för Alla* (www.nta.nu)

mot naturvetenskap men har sin grundutbildning i fysik respektive biologi. Lindahls forskningsintresse ligger i elevers attityder till och intresse för naturvetenskap medan Ekborgs ligger inom åsiktsbildning i samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll. Malin Ideland, Malmö har disputerat i etnologi med en avhandling som handlar om hur massmedier rapporterar om genetik och genteknik (Ideland 2002) och kommer att särskilt se på elevernas samhällsvetenskapliga argumentation. Claes Malmberg, Malmö disputerar i juni 06 på en avhandling som handlar om analys av lärarstudenters nätbaserade gruppdiskussioner om dilemmasituationer. Agneta Rehn, Malmö har disputerat zoologi och har tillsammans med Ekborg utvecklat den tidigare beskrivna humanbiologikursen. Christina Ottander, Umeå är disputerad i växtfysiologi och universitetslektor i pedagogiskt arbete med inriktning mot nv-didaktik. Hennes forskning är inriktad mot lärande och bedömning av experimentellt arbete. Forskningsintresset behandlar framförallt vilket lärande som sker om eleverna får möjlighet att arbeta med en naturvetenskaplig process, dvs ställa frågor, samla data, tolka och agera utifrån vetenskapliga bevis. Mikael Winberg, Umeå disputerar i juni 06 på en avhandling om kognitiva och affektiva aspekter på kemiundervisning. Han kommer under projektets första del tillsammans med Lindahl att utveckla och validera instrument för studier av olika affektiva variabler. Under senare delen av projektet kommer dessa parametrar även att studeras vid den undervisningsdesign som är utvecklade genom projektet. Till projektet knyts också tre forskarstuderande. Dessa är Mats Lundström, Malmö som i sitt lic.arbete undersöker gymnasisters syn på vetenskapliga och pseudovetenskapliga förklaringar, Pernilla Enochsson, Kristianstad, doktorand i FontD², som undersöker sambandet mellan elevers förståelse av kroppens funktioner och vad som påverka hälsan samt Lena Sandgren Schwatz, nyantagen doktorand i Genusforskarskolan i Umeå.

Internationellt samarbete

Vi har ett nära samarbete med Professor Doris Jorde, Universitetet i Oslo som ansvarar för Vitenprojektet. Där arbetar man också med ett stort "efter PISA forskningsprojekt" med analys av videoupptagningar från klassrum. Margareta Ekborg har som postdoc arbetat med forskargruppen vid University of Leeds och då speciellt med professor John Leach och Dr. Jenny Lewis när det gäller genteknik. Forskargruppen vid Högskolan Kristianstad har ett kontinuerligt samarbete med professor Russell Tytler, Deakin University, Melbourne och professor Glen Aikenhead, University of Saskatchewan, Canada.

Etiska övervägande

Det grundläggande individskyddskravet konkretiseras i de forskningsetiska principerna (Vetenskapsrådet, 2002) genom informationskravet, samtyckeskravet, konfidentialitetskravet och nyttjandekravet. Detta uppfyller vi genom att noggrant, både muntligt och skriftligt informera eleverna om avsikten med studien och deras möjlighet att avstå från deltagande. De inblandades identitet kommer att skyddas genom avkodning av namn och den lämnade informationen kommer bara att användas i den beskrivna studien. Eftersom eleverna är minderåriga kommer deras vårdnadshavare att informeras skriftligt med möjlighet att både ställa frågor om och avböja elevernas deltagande.

Genusperspektiv

Hela forskningsprojektet har sin grund i ett intresse av att undersöka vad som händer om man organiserar en undervisning från ett holistiskt perspektiv som utgår från behov och intressen hos både flickor och pojkar. Genom att använda kunskaper från både forskningsstudier om kön och naturvetenskaplig undervisning samt inventering av informanternas intresseområden skapar vi förutsättningar att beforska undervisning som utformas efter båda könen behov. Resultatet kommer att redovisas med könsperspektiv.

² Nationella forskarskolan i naturvetenskapernas och teknikens didaktik i Norrköping

Betydelse

Inom EU finns en oro över ungdomars låga intresse för naturvetenskap och teknik eftersom Europa behöver specialister men också en höjning av allmänbildningsnivån inom området. Flera utvärderingar³ under hösten 2004 pekar mot en viss försämring bland svenska elever vad gäller studieresultat och en mer negativ attityd när det gäller intresse för ämnesområdet vilket gjort den svenska regeringen oroad över utvecklingen. Myndigheten för skolutveckling fick därför i uppdrag att under 2005 ta fram en handlingsplan för att åtgärda detta. I denna konstaterar man att skolans naturvetenskapliga undervisning behöver avdramatiseras, utvecklas och förändras för att möta elevers intresse och behov som samhällsmedborgare. I detta projekt vill vi beforska ett sätt att förändra undervisningen. Resultatet bör kunna utveckla både lärarutbildning och i lärarfortbildning.

Sammanställning av medfinansiering

Respektive högskola garanterar medfinansiering motsvarande 30 % genom forskningstid i tjänst och doktoranders medverkan.

Referenser

- Aikenhead, Glen. (2006). *Science Education for Everyday Life: Evidence-Based Practice*. New York: Teachers College Press.
- Brown, Ann. (1992). Design experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classrooms settings. *The Journal of the learning sciences*, 2(2), 141-178.
- Coulson, R. (1992). Development of an instrument for measuring attitudes of early childhood educators towards science. *Research in Science Education*, 22, 101-105.
- Ekborg, M. (2005a). Student-teachers' Learning Outcomes during Science Subject Matter Courses. *International Journal of Science Education* 27(14).1671-1694.
- Ekborg, M. (2005b). Is heating generated from a crematorium an appropriate source for district heating? Student teachers reasoning about a complex environmental issue. *Environmental Education Research*, 11(5). 557-573
- Ekborg (2006). Opinion building in a social-scientific issue: the case of genetically modified plants. Accepted proposal for ERIDOB 2006.
- Gardner, Paul H. (1995). Measuring attitudes to science: Undimensionally and Internal Consistency Revisited. *Research in Science Education*, 25(3), 283-289.
- Grace, Marcus, & Ratcliffe, Mary. (2002). The science and values that young people draw upon to make decisions about biological conservation issues. *International Journal of Science Education*, 24(11), 1157-1169.
- Hidi, Suzanne & Harackiewicz, Judith M. (2000). Motivating the academically unmotivated. *Review of Educational Research*, 70(2), 151-179.
- Ideland, Malin. (2002). *Dagens gennyhet. Hur massmedier berättar om genetik och genteknik*. Lund: Nordic Academic Press.
- Jidesjö, Anders & Oskarsson, Magnus (2005). Students attitudes to science and technology – First results from The ROSE-project in Swede. I R. M. Janiuk & E. Samonek-Miciuk (Red.). *Science and Technology Education for a Diverse World. Dilemmas, needs and partnerships*. Marie Curie-Sklodowska University Press 2006.
- Klein, Perry D. (2006). The Challenges of Scientific Literacy: From the viewpoint of second-generation cognitive science. *International Journal of Science Education*. 28(2-3).143-178.
- Lager-Nyqvist, Lotta. (2003). *Att göra det man kan - en longitudinell studie av hur sju lärarstudenter utvecklar sin undervisning och formar sin lärarroll i naturvetenskap*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Lindahl, Britt. (2003). *Lust att lära naturvetenskap och teknik? En longitudinell studie om vägen till gymnasiet*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.

³ NU03, TIMSS, PISA

- Lindhahl, Britt (2006) *A longitudinal study about students' attitudes to science and choice of career*. Accepted proposal for IOSTE 2006.
- Lundström, Mats. (2006) *Beliefs in science or pseudoscience in health issues*. Accepted proposal for ERIDOB 2006.
- Lyons, Terry (2006). Different countries same science classes: students' experiences of school science in their own words. *International Journal of Science Education*, 28(6), 591-613
- Malmberg, Claes. (2006). *Kunskapsbygge på nätet - en studie av studenter i dialog*. Lunds Universitet, Malmö (Diss). Disputation juni 06.
- Mercer, Neil (1995). *The Guided Construction of Knowledge. Talk amongst teachers and learners*. Clevedon: Multilingual Matters LTD.
- Mortimer, Eduardo F., & Scott, Philip H. (2003). *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*. Maidenhead: Open University Press.
- Mork, Sonja. M. (2006). *ICT in science education : exploring the digital learning materials at viten.no*. [Oslo]: Univ. Dep. for Teacher Education and School Development Faculty of Education(diss).
- Myndigheten för skolutveckling (2005). *Handlingsplan för naturvetenskap och teknik*. <www.skolutveckling.se>
- Newton, Paul. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553-576.
- Norris, Stephen P. & Philips, Linda M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224-240.
- Osborne, Jonathan; Simon, Shirley & Collins, Sue (2003). Attitudes towards science: review of the literature and its implication. *International Journal of Science Education*, 25(9). s.1049-79.
- Ratcliffe, Mary, & Grace, Marcus. (2003). *Science Education for Citizenship. Teaching Socio-Scientific Issues*. Maidenhead: Open University Press.
- Simon, Shirley; Erduran, Sibel & Osborne, Jonathan (2006). Learning to Teach Argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*. 28(2-3).235-260.
- Skolverket. (2000). *Kursplaner och betygskriterier 2000. Grundskolan*. Stockholm: Fritzes Kundservice.
- Skolverket. (2005). *Nationella utvärderingen av grundskolan 2003. Naturorienterade ämnen*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (2004). *PISA 2003 - svenska femtonåringars kunskaper och attityder i ett internationellt perspektiv*. (Rapport 254) Stockholm: Skolverket.
- SOU. (1992:94). *Skola för bildning. Betänkande av läroplanskommittén*. Stockholm: Allmänna förlaget.
- Vetenskapsrådet. (2002). *Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning*. Stockholm: Vetenskapsrådet.
- Winberg, Mikael (2006). *Simulations in university chemistry education: cognitive and affective aspects*. (Diss.) Disputation juni 06
- Volet, S. & Järvelä, S. (2001). *Motivation in learning Contexts. Theoretical Advances and Methodological Implications*, Amsterdam: Pergamon Earli.