Ragnhild Löfgren, är lektor i Naturvetenskap i ett skolperspektiv vid Institutionen för samhälls- och välfärdsstudier, (ISV) vid Linköpings universitet, Sverige. Hennes forskningsintressen berör skolans naturvetenskapliga kunskapsinnehåll såsom de kommer till uttryck i uppgifter, prov och andra bedömningsituationer men också genom interaktion och kommunikation mellan lärare och elever i klassrummet.

Jan Schoultz, är professor emeritus vid Institutionen för samhälls- och välfärdsstudier (ISV) vid Linköpings universitet, Sverige. Hans forskningsintressen handlar främst om hur elever socialiseras in i naturvetenskap i skolan, hur interaktioner mellan lärare och elever ser ut i klassrummet samt hur naturvetenskapliga ord, termer och begrepp används i klassrums-kommunikationen.

Klas Johnsson är lektor i Naturvetenskap i ett skolperspektiv vid Institutionen för samhälls- och välfärdsstudier, (ISV) vid Linköpings universitet, Sverige. Hans intressen rör främst vilka innehållsliga aspekter utifrån framför allt fysik och kemi, som kommer till uttryck i naturvetenskapliga klassrum.

Lars Domino Østergaard är adjunkt och Ph.D. vid Institut for Medicin og Sundhedsteknologi, Aalborg Universitet, Danmark. Igennem de seneste år har han arbejdet både teoretisk og praktisk med at udbrede og optimere undervisningsmetoden Inquiry Based Science Education (IBSE, da: deltagerstyret problem- og undersøgelsesbaseret metode), så den i højere grad passer til de danske rammer for undervisning.

RAGNHILD LÖFGREN

Institutionen för samhälls- och välfärdsstudier, Linköpings universitet, Sverige
ragnhild.lofgren@liu.se

JAN SCHOULTZ

Institutionen för samhälls- och välfärdsstudier, Linköpings universitet, Sverige
jan.schoultz@liu.se

KLAS JOHNSSON

Institutionen för samhälls- och välfärdsstudier, Linköpings universitet, Sverige
klas.johnsson@liu.se

LARS DOMINO ØSTERGAARD

Institut for Medicin og Sundhedsteknologi, Aalborg Universitet, Danmark
LDO@hst.aak.dk

Engagerande samtal i det naturvetenskapliga klassrummet

Abstract

This study focuses on classroom communication within an inquiry-based science education (IBSE) program, called NTA (Naturvetenskap och Teknik för Alla). The overall aim of the study is to highlight the ways in which productive and engaging conversations are conducted in the classroom. We have analysed the work within the unit "The Chemistry of food" and the theme testing of fat in food in grade five and six in a Swedish and a Danish science classroom. We have used video cameras and mp3-players to follow the classroom interaction. Our findings indicate that the classroom communication was focused on everyday science content and that the introduction and the summary of the theme were very important for the pupils' possibilities to productive disciplinary engagement.

INLEDNING

Naturvetenskaplig kunskap kan ses som en specifik kultur eller en grupp av subkulturer, som har utvecklats under en lång tidsperiod (Lemke, 1990, Aikenhead, 1996; Bruner, 1996). I den kulturen fungerar kommunikationen med hjälp av begrepp och termer som avviker från vårt mer vardagliga språkbruk (Sjöberg, 2005). Den naturvetenskapliga undervisningen i skolan är ett exempel på en sådan kulturell verksamhet, som finns mittemellan de naturvetenskapliga kunskapskulturerna och vardagskulturen (Andrée, 2007; Eskilsson, 2001). Innehållet och organisationen av skolans naturvetenskap består dels av kunskaper om naturvetenskapliga begrepp och teorier (produkter av vetenskapliga undersökningar) dels av kunskaper om den vetenskapliga processen, d.v.s. hur vetenskapen producerar ny kunskap samt finner svar på nya frågor. Naturvetenskapliga produkt-kunskaper beskrivs ofta som:

...concepts, principles, theories and models that are of importance for all students to know, understand and use in the discipline of science (Roth & Lee, 2008, s. 173).

Dessa begrepp, principer, teorier och modeller kan förstås som auktoritära i den meningen att de inte enkelt kan ifrågasättas och naturvetenskapen i skolan får därmed ofta prägel av att vara "evig, säker och oföränderlig" (Sjöberg, 2005, s. 83). Att ta del av tidigare gjorda experiment och försöka förstå modeller och samband utgör en viktig del av den naturvetenskapliga kunskapsbildningen.

Duschl (2000) poängterar vikten av att förändra aktiviteterna i det naturvetenskapliga klassrummet mer mot den vetenskapliga processen, det betyder att eleverna inte bara ska kunna ge rätt svar utan också kunna belysa "how we have come to know it" (s. 187). Genom att explicit lyfta fram hur kunskap skapas av människor i en social process möjliggör man, enligt Duschl, för fler elever att bli intresserade och delaktiga i den naturvetenskapliga kunskapspraktiken. Även Roth och Lee (2008), anser att naturvetenskapen kan göras tillgänglig för fler elever genom att arbeta med problemlösning och diskutera hur olika lösningar kan värderas och förstås. Många studier pekar på att det behövs fler interaktionsmöjligheter i de naturvetenskapliga klassrummen för att öka elevernas deltagande i verksamheten (Duschl, 2000; Mercer & Littleton, 2007; Roth & Lee, 2008; Pierce & Gilles, 2008; Barnes, 2008). Cornelius och Herrenkohl, (2004), menar att det behövs en kursändring för att:

... overcome the barrier of traditional classroom participant structures wherein the teacher does most of the talking and students participate by responding to teacher questions and receiving evaluation of their responses. (Cornelius & Herrenkohl, 2004, s. 467-468).

Vidare anser Engle och Conant, (2002) att generera *productive disciplinary engagement* kräver att eleverna: a) får problematisera det naturvetenskapliga innehållet b) erbjuds möjlighet att själva äga problemet och föreslå lösningar eller experiment c) får relatera resultatet dels till andra elevers resultat dels till andra naturvetenskapliga studier d) erbjuds relevant utrustning och tid.

De fyra punkterna ovan från Engle och Conant, (2002) är viktiga delar i ett undersökande arbetssätt som ibland också benämns inquiry-based-science-education, IBSE, där också språkanvändningen och kommunikationen har stor betydelse för att eleverna ska kunna föreslå problemlösningar och diskutera och relatera sina resultat till andra studier. Här samarbetar eleverna kring öppna laborationsuppgifter och uppmuntras att resonera om laborationens genomförande och resultat (Kelly & Brown, 2002; Roychoudhury & Roth, 1996; Crawford, Kelly & Brown, 2000). Eleverna måste lära sig att diskutera och att lyssna på varandras bidrag, det vill säga använda ett undersökande samtal (Barnes, 2008).

SYFTE

Det övergripande syftet med studien är att belysa och beskriva på vilka sätt eleverna engageras i produktiva naturvetenskapliga samtal under arbete med IBSE i två mellanstadieklasser i Sverige och Danmark. De specificerade frågeställningarna är:

- Hur problematiseras det naturvetenskapliga innehållet i klassrummet?
- På vilka sätt ges eleverna en aktiv roll för att definiera och föreslå lösningar på problemet?
- Hur följs de olika elevgruppernas resultat upp i relation till klassens övriga resultat och till tidigare naturvetenskapliga resultat?
- Hur görs resurser tillgängliga för eleverna för att kunna arbeta med uppgifterna?

Frågeställningarna ovan är inspirerade av Engle och Conant, (2002), och i avsnittet nedan belyser vi dessa frågeställningar ytterligare.

BAKGRUND

Problematisera det naturvetenskapliga innehållet

Mortimer och Scott (2003) beskriver innehållet i den naturvetenskapliga undervisningen i termer av beskrivningar, förklaringar samt generaliseringar. Beskrivningar är främst inriktade mot den observerbara makronivån medan förklaringar främst är inriktade mot den osynliga sub-mikroskopiska nivån. Makronivån handlar om iakttagbara eller mätbara egenskaper såsom vikt, pH och temperatur, och används för att beskriva vetenskapliga fenomen. Till exempel kan denna nivå bestå av empiriska egenskaper hos fasta ämnen, vätskor och gaser. Sub-mikro nivån används för att förklara fenomen med hjälp av modeller såsom atommodeller och fördelningar av elektroner. Till exempel kan fasta ämnen förklaras som packade atomer. Generalisering innebär att en särskild företeelse, som en förändring i ett fysikaliskt tillstånd, kan beskrivas eller förklaras med hjälp av allmänna lagar eller principer. En generalisering är därför inte bunden till ett visst exempel eller sammanhang.

[a] generalization goes beyond a description and an explanation in that it is not limited to a particular phenomenon, but express a general property of scientific entities, matter or classes of phenomena (Mortimer & Scott, 2003, s. 32).

Ytterligare angreppssätt för att behandla det naturvetenskapliga innehållet i skolan kan vara att relatera till vardagshändelser eller aktuella samhällsfrågor. Rapporter om vad man ska äta, om olika dieter eller om man ska vaccinera sig mot årets influensa hör till den typ av nyheter i media som återkommer och som involverar oss alla på olika sätt. Dessa kan beskrivas som samhällsfrågor och värderingsfrågor men de inrymmer även naturvetenskapliga dimensioner. Frågor som ligger på gränsen mellan samhällsfrågor och naturvetenskapliga frågor har på senare tid betonats i den naturvetenskapliga undervisningen för att utveckla kompetenser för framtiden – inte minst ur ett demokratiskt perspektiv. Eleverna får härigenom möjlighet att med hjälp av naturvetenskapliga kunskaper ta del av samhällsdebatten och värdera olika argument och ställningstaganden (Sjøberg, 2005; Lindahl, Ekborg & Ideland, 2012).

Att bli delaktig i den naturvetenskapliga praktiken och äga problemet

För att elever ska kunna engageras i det naturvetenskapliga innehållet så anser Engle och Conant (2002) att eleverna själva måste äga problemet och själva föreslå möjliga lösningar och experiment. Milner-Bolotin (2001) definierar i sin avhandling olika aspekter av att äga problemet. Viktigt är att ha kontroll och ansvar för det egna lärandet, att kunna påverka genomförande men också möjligheten att hitta ett personligt värde i det aktuella projektet och koppla det till tidigare erfarenheter (Milner-Bolotin, 2001, s. 42). Enghag, Gustafsson och Jonsson (2007) visar i sin studie av universitetsstudenter i fysik betydelsen av tidigare erfarenheter för att skapa förståelse och meningsfullt lärande. Även Roth och Lee (2008) lyfter fram betydelsen av ett förändrat deltagande som knyter an till betydelsen av att äga problemet.

...if learning is situated and distributed, educators must focus on enabling changing participation, that is, enabling new forms of societal activity that is collectively generated (s.190).

Kommunikationen och uppgifternas utformning blir därmed viktiga komponenter för det deltagande som blir möjligt för eleverna i klassrummet. IBSE, har identifierats som ett 'key-concept' inom naturvetenskaplig undervisning för deltagande och delaktighet bland de yngsta eleverna (The Fibonacci project, 2013). IBSE bidrar till en utforskande miljö där eleverna får möjlighet att reflektera och kritiskt granska sina undersökningar samt delta i en naturvetenskaplig praktik (Crawford, 2000; Rocard, 2007). Det undervisningsinnehåll som möjliggörs för eleverna är avhängigt de handlingar och den kommunikation som läraren och eleverna med hjälp av olika redskap tillsammans realiserar (Andrée, 2007).

Att lära naturvetenskap innebär också, enligt Lemke (1990), att lära sig använda det vetenskapliga språket. Men för att göra detta måste de våga diskutera "half-baked" (Pierce & Gilles, 2008, s. 43) idéer med sina klasskamrater och bry sig om varandra tillräckligt för att vilja höra deras idéer och tänka igenom sina egna idéer inom gruppen. Läraren måste hela tiden vara lyhörd och tillmötesgå eleverna för att det ska vara möjligt att genomföra en sådan undervisning (Aguiar, Mortimer & Scott, 2010). En kommunikativ syn växer fram ur interaktionerna mellan lärare och elever, och mellan elever (Aguiar et al., 2010). Kommunikationen i klassrummet kan ses som ett resultat av förhandling och anpassning till elevernas förståelse och intresse. Scott, Mortimer och Aguiar (2006) visar även på betydelsen av en varierad klassrumskommunikation. Auktoritativa-icke-interaktiv kommunikation, som kan beskrivas som föreläsningar av läraren, behövs ibland för att belysa det naturvetenskapliga innehållet. Men det finns också ett behov av dialogiska – interaktiva sekvenser som involverar eleverna och deras frågor i klassrumskommunikationen. Dessa "turning points" (Scott, 2008, s. 32) i kommunikationen blir viktiga för att fånga olika aspekter av naturvetenskaplig kunskap (Löfgren, Schoultz, Hultman & Björklund, 2013). Engle och Conant (2002) menar att för att uppnå engagerade naturvetenskapliga samtal i klassrummet så måste eleverna få resonera med varandra och förhålla sig till etablerad naturvetenskaplig kunskap "accountable to others and to disciplinary norms" (s. 405). Att relatera och diskutera med andra är viktigt för att värdera egna resultat men också för att relatera till etablerad naturvetenskaplig kunskapsbildning inom området (Resnick & Hall, 2001).

Vilka resurser görs tillgängliga för eleverna?

Resurser kan förstås som tekniskt stöd och material för att kunna utföra en uppgift (Engle & Conant, 2002). Det kan till exempel vara relevant utrustning för att kunna genomföra experiment och laborationer. Men resurser kan också vara tillräckligt med tid för att kunna genomföra uppgiften. Läraren måste dessutom skapa situationer och sammanhang där eleverna får möjlighet att se och förstå omvärlden på ett nytt sätt. Att lära sig något nytt handlar om att socialiseras in i en praktik där det finns speciella konventioner för hur man ska se, tala och agera. Det är viktiga förutsättningar för att undervisning och lärande i naturvetenskap ska kunna ske. Lärande miljöer som uppmuntrar och möjliggör engagerande naturvetenskapliga samtal (Engle & Conant, 2002) behöver anpassas efter uppgiften men också utifrån de resurser (material, datorer etc.) som finns tillgänglig på skolan och i klassrummet (Conant, Rosebery, Warren & Hudicourt-Barnes, 2001). Utan denna hjälp så är risken stor att eleverna ger upp eftersom det ändå inte är möjligt att genomföra något av det de planerar att genomföra.

METOD

NTA- Naturvetenskap och Teknik för Alla

Många skolor i Sverige använder sig idag av ett skolutvecklingsmaterial NTA (Naturvetenskap och Teknik för Alla), i undervisningen för grundskolan årskurs 1-6. Materialet är inspirerat av IBSE, där eleverna ställer hypoteser och funderar över hur de ska gå tillväga för att kunna pröva dessa. De dokumenterar och diskuterar sedan sina resultat vilket kan leda till produktiva och engagerande naturvetenskapliga samtal. I denna studie har vi följt arbetet under temat *Matens kemi* som företrädelsevis används i årskurserna 4-6. En viktig ingång i temat är att knyta an till är vad eleverna redan känner till om mat och hälsa. Här genomför eleverna olika tester och experiment för att med ett naturvetenskap-

ligt arbetssätt analysera vad olika matvaror/livsmedel består av för näringsämnen. Temat innehåller också övningar där eleverna får resonera om vad som är nyttigt och vad man ska äta för att det ska vara hälsosamt.

Temat *Matens kemi* har nyligen översatts till danska. För att kunna genomföra jämförelser och få ett bredare perspektiv på hur undersökande arbetssätt och produktiva, engagerande samtal kan se ut har vi följt den naturvetenskapliga undervisningen i såväl svenska som danska klassrum under arbetet med *Matens kemi*. De lektioner som denna artikel belyser är arbetet med fett vilket är ett delområde inom temat.

Beskrivning av lärare och skolor samt urval

Den svenska skolan där studien genomfördes ligger i en mindre ort i ett storstadsområde medan den danska skolan ligger på landsbygden. Eleverna gick i årskurs 5-6 och var ca 12 år gamla. De svenska eleverna var väl förtrogna med NTA eftersom de arbetat med detta under såväl lågstadiet som mellanstadiet. Läraren, som vi kallar Anna, var erfaren och hade en naturvetenskaplig lärarutbildning. För de danska eleverna var NTA ett nytt koncept. Även för läraren var detta relativt nytt eftersom det var andra gången som han använde just temat *Matens kemi*. Läraren, som vi valt att kalla Peter, hade mångårig erfarenhet av arbete i mellanstadiet och hade naturvetenskaplig lärarutbildning. Vi har följt flera lektionspass i de svenska klassrummen under arbetet med *Matens kemi* medan vi, i den danska skolan, enbart hade möjlighet att följa lektionerna (ett dubbelpass) när de arbetade med fett. För att kunna göra en jämförelse har vi analyserat de svenska lektioner där fett behandlades och jämfört dessa med motsvarande lektioner i det danska klassrummet. På båda skolorna arbetade eleverna med *Matens kemi* både före och efter vårt besök. Där behandlade de även stärkelse, socker och protein i maten.

Fallstudie

Vi avser alltså att beskriva på vilka olika sätt elever och lärare interagerar i klassrummet när de arbetar med ett givet material. Eftersom syftet är att försöka beskriva och förstå dessa klassrumsinteraktioner kan vår studie betraktas som en beskrivande fallstudie (Yin, 2011). I fallstudier används ofta flera datainsamlingsmetoder exempelvis observationer tillsammans med intervjuer (Yin, 2009; Bryman, 2002). Fallstudier "strive to portray 'what it is like' to be in a particular situation" (Cohen, Manion, & Morrison, 2011, s. 254). Vi avser således inte att hitta generaliserbara resultat i termer av hur ofta olika företeelser inträffar. Reliabiliteten i denna fallstudie styrks av gemensamma seminarier i Sverige såväl som i Danmark.

Genomförande av observationer och intervjuer

Observationer genomfördes under åren 2011 och 2012 i ett danskt och i ett svenskt klassrum, med två lektioner i varje klassrum. Vi har valt att beskriva ett dubbelpass från vardera klassrummet. Med hjälp av en videokamera längst bak i klassrummet dokumenterades lärarens interaktion med eleverna. För att inte missa någon del av interaktionen gjordes dessutom ljudupptagningar med hjälp av mp3 spelare. Vi har även intervjuat några elever för att få en bild av den kontext som undervisningen bedrevs i. Eleverna ombads vid intervjuerna ta med sig anteckningsbok från NO-lektionerna där de skrivit ner hypoteser och tillvägagångssätt samt slutsatser. Intervjuerna genomfördes i anslutning till lektionerna. Vi intervjuade eleverna i grupp, två danska elever och två svenska elever. Vi har valt att använda oss av kontextualiserade intervjusituationer, i syfte att skapa förutsättningar för att konkretisera såväl frågor som svar. I en studie av Schoultz, Säljö och Wyndham (2001) visar de att om man vill undersöka barns förmåga att tala om jorden som naturvetenskapligt fenomen (planet) gör man barnens förmåga större rättvisa om man utgår från en artefakt som t. ex. jordgloben. I och med att vår studie handlar om klassrumsinteraktioner och elevernas deltagande i en social praktik använder vi intervjudata som grund för att exemplifiera detta. Det innebär att vad och hur eleverna uttrycker sig i intervjusituationer speglar de sociala praktiker de ingår i och ramar in av det material som valts ut.

Intervjufrågorna i föreliggande studie relateras till forskningsfrågorna på följande sätt: Är det roligt med NO? Vad är det som är roligt? Dessa frågor knyter an till vår första forskningsfråga som problematiserar naturvetenskaplig kunskap. Hur jobbar ni med naturvetenskap i skolan? Hur ser arbetsgången ut? Dessa frågor knyter an till vår andra forskningsfråga som försöker fånga hur eleverna får möjlighet att äga frågan och själva föreslå lösningar på problemet. Kommer du ihåg vad ni gjorde här? Vad betyder det du har skrivit där? Dessa frågor knyter an till vår tredje forskningsfråga som handlar om hur de tolkat sina resultat. Den fjärde forskningsfrågan belyser vi genom våra observationer.

Analys

För att analysera det empiriska materialet transkriberades först såväl ljudet från videofilmerna som ljudupptagningarna från klassrumssamtalen och intervjuerna. Därefter analyserades data med fokus på:

a) Hur det naturvetenskapliga innehållet i klassrummet problematiserades. Här använde vi oss av framförallt beskrivningar riktade mot den observerbara makronivån samt förklaringar inriktade på den för ögat osynliga mikronivån samt generaliseringar av exempelvis naturvetenskapliga modeller (Mortimer och Scott, 2003). Vi noterade också om samtalen i klassrummen utgick från vardagliga eller naturvetenskapliga sammanhang. Vi har definierat vardagliga sammanhang som elevers erfarenheter av t.ex. fett från situationer som exempelvis en måltid eller ett livsmedel medan ett naturvetenskapligt sammanhang kan vara den kemiska uppbyggnaden eller kemiska egenskaper av fett.

b) Hur eleverna fick möjlighet att äga problemet och delta i problemlösningen. Här har vi följt kommunikationen mellan lärare och elever och eleverna möjlighet att äga problemet och delta i problemlösningen. För att fånga elevernas deltagande har vi specifikt sökt efter sekvenser där elevernas idéer efterfrågas samt på vilket sätt läraren fångar upp dessa och på vilket sätt detta påverkar genomförande eller resonemang. Vi har utgått ifrån Milner-Bolotins (2001) definition på att äga problemet d. v. s. ta ansvar och kontroll för sitt lärande och möjligheter att påverka genomförande.

c) Hur resultaten följs upp i klassrumsinteraktionerna. För att ge en bild av hur elevernas resultat följs upp har vi sökt efter de situationer i klassrummet där elevernas resultat diskuteras och hur de följs upp både i relation till etablerad naturvetenskaplig kunskap men också i relation till elevernas olika resultat (Engle & Conant, 2002).

d) Hur och vilka resurser som görs tillgängliga i klassrummet. Resurser har vi i denna studie begränsat till tillgång till material, teknisk utrustning samt tid (Engle & Conant, 2002).

Etik

Både föräldrar och elever hade fått skriftlig information om studien. Där beskrevs huvudsyftet med studien, genomförandet samt att deltagandet var frivilligt. Vi informerade också om att allt material skulle anonymiseras och de data som samlades in bara skulle användas i forskningssammanhang. Ett fåtal elever ville inte delta eller hade glömt att ta med blanketten vid vårt klassrumsbesök. Vi riktade då videokameran så att dessa elever inte filmades.

RESULTAT

I denna del av artikeln belyser vi de fyra olika aspekter från Engel & Conant, (2002) som beskrivits ovan. Under varje rubrik görs en sammanfattning av de båda klassrummen samt jämförelser av de likheter och skillnader som uppdragas i undervisningssituationerna. Resultaten belyser främst klassrumskommunikation men innehåller även inslag från intervjuer med elever för att förtydliga beskrivningarna av klassrumssituationen.

Arbetet i klassrummen inleddes med att lärare och elever tillsammans diskuterade förekomst av fett i olika livsmedel. Därefter diskuterade de olika sätt att undersöka livsmedels fettinnehåll. Lektionen övergick sedan i praktiskt arbete där eleverna testade flera metoder att undersöka fettinnehållet i olika livsmedel. Avslutningsvis så diskuterades resultaten i helklass.

Hur problematiseras det naturvetenskapliga innehållet i klassrummet?

Vi ger först en beskrivning av hur elever och lärare arbetar med det naturvetenskapliga innehållet i ett av de danska klassrummen. Läraren, Peter, börjar med att knyta an till elevernas tidigare erfarenheter av fett.

Läraren: Det vi skall tala om idag är fett. Vem kan tala om för mig vad fett är... Magnus?

Magnus: ... det är ingenting som man bör äta... det är bara osunt.

Läraren fortsätter att problematisera begreppet fett och vänder sig till Marie.

Läraren: Det är inte sunt... OK. Marie vad säger du, vad vet du om fett?

Marie: Är det inte så att djur har fett... de har fett på kroppen... också människor har fett.

Efter en stund får en annan elev, Martin, ordet.

Martin: Man använder fett till att hålla värmen...

Läraren: Man använder fett till att hålla värmen... som en slags tröja.

Martin: Ja det kan man säga invändigt.

Thor ger också ett intressant inlägg.

Thor: Vi har också användning av fett i hjärnan.

Läraren vill att Thor förtydligar sitt inlägg genom att upprepa det inför klassen.

Läraren: Vi har också, ohhhh. Kan du upprepa vad du nyss sa?

Thor: Vi har användning för fett i hjärnan.

Läraren problematiserar och sammanfattar med hjälp av Magnus.

Läraren: Vi har användning av fett i hjärnan... men vänta nu lite Magnus sa ju att fett är något dåligt och du säger att vi behöver det i hjärnan?

Magnus: Det beror på mängden... man skall ha lite... man får inte äta för mycket av det.

Läraren: Så det du säger är att man skall balansera.

Eleverna tillsammans med läraren diskuterar vad de vet om fett och var man kan hitta det. Fett är osunt samtidigt som det verkar vara nödvändigt för vissa kroppsfunktioner. Läraren använder ordet "balansera" för att poängtera denna problematik. De diskuterar inte vidare vad fett består av rent kemiskt utan håller sig till elevernas vardagserfarenheter av fett. Det naturvetenskapliga innehållet som problematiseras kan förstås som beskrivande makronivå med en tydlig vardagsanknytning.

I det svenska klassrummet inleder läraren, Anna, med en diskussion om vad som är nyttigt, vilket de började med under föregående lektion.

Läraren: OK, vad gjorde vi förra gången? /.../ Det var ett ord som ni sa jätte, jätte många gånger.

Kommer ni ihåg vilket ord jag skrev på tavlan? Som dök upp jättemånga gånger.

Markus: Onyttigt?

Läraren: Det här [skriver på tavlan]. Ordet nyttigt kom upp när ni sorterade, så kom ordet nyttigt upp. Ni kan väl ha det i tankarna... och vad vi tänker på när vi säger ordet nyttigt.

Läraren fortsätter sedan med dagens tema – fett. Här får eleverna först tänka och anteckna en stund på egen hand.

Läraren: ... En annan sak som vi behöver i kroppen för att må bra? Kan ni säga nåt? Nåt stort område, nåt som man behöver? Jonas?

John: Fett.

Läraren: Fett, precis. Nu skulle jag vilja att vi gör så här. Ni ska upp era NO-böcker och /.../ tio minuter bara.

Läraren skriver på tavlan: Vad tänker du på när du hör ordet fett?

Läraren: Så tar ni upp böckerna och så skriver ni. Kortfattat så där som i svenskan, kortskrivning. Ni får gärna göra en tankekarta. Vad är det som dyker upp? Vad dyker upp i huvudet på er?

Eleverna tar fram sina häften och börjar anteckna. Därefter så vidtar en diskussion i helklass.

Läraren: Stopp. Det var bara en liten kortis. Lite kort, vad var det som dök upp i huvudet?

Hampus: Röd mjölk.

Läraren: Röd mjölk?

Hampus: Ja.

Läraren: Vad dök upp mer?

Karl: Mc Donalds.

Erik: Smör.

Läraren: OK, smör. Pernilla?

Pernilla: Typ hur man säger, fett nice, fett bra. Hur man uttrycker sig.

Läraren: Fett bra!

Pernilla: Ja. /.../

John: Fett på kroppen.

Läraren: Fett på kroppen.

John: Hjärnan.

Läraren: Hjärnan.

Läraren sammanfattar den inledande diskussionen.

Läraren: OK. Ordet nyttigt dök faktiskt inte upp någon gång här /.../ Fett – det är mycket associationer. Det pratas mycket om det. Vi ska komma tillbaka till det sen. Jag ville bara se lite hur ni tänkte.

Eleverna i det svenska klassrummet får möjlighet att fundera lite på egen hand innan diskussionen tar vid i helklass. Precis som i det danska klassrummet utgår samtalet från elevernas vardagserfarenheter och från en beskrivande makronivå. Vad som är osunt eller onyttigt hamnar i fokus. Alla eleverna är aktiva och deltar i "brainstorming" kring hur man ska beskriva fett och i vilka matvaror som fett dominerar. Mer kemiska aspekter kring vad fett är berörs inte under denna lektion. Vid en intervju senare med två elever så resonerade de om mättade och omättade fetter vilket de har berört vid ett tidigare lektionstillfälle. De visste dock inte vad detta betydde kemiskt men däremot i relation till olika livsmedel och vad som är nyttigt och onyttigt.

Liam: Jag kommer inte riktigt ihåg vad skillnaden var på mättade och omättade fetter.

Iris: Jag kommer ihåg att det mättade var fläskkotlett.

Liam: Och omättat fanns i fisk. Och det var tydligen det omättade som var nyttigare.

Att äga problemet - definiera och föreslå lösningar på problemet

Här belyser vi hur problemet framställs och på vilket sätt eleverna får möjlighet att äga problemet och föreslå lösningar. Läraren, Peter, i det danska klassrummet lämnar nu frågan om fett är bra eller dåligt och fokuserar istället på vilka livsmedel som innehåller fett och hur detta kan detekteras.

Läraren: Vet vi vad som innehåller fett. Kan vi se det?

Marie: Man kan se det i köttet det är vitt.

Ida: Jag är inte helt säker... men det finns något vitt i leverpastej också.

Marie: Man kan se det i korvar också.

Läraren sammanfattar och vill ha fler metoder för att detektera fett.

Läraren: Du sa Marie att man kan se det [fett]. Man kan också se på paketet men det var också några som sa att man kan se på sakerna [livsmedlen]. Så kan vi inte bara säga att se på sakerna är en metod. Fungerar alltid den metoden?

Moa: Kan man inte också känna det... jag tycker det känns fett.

Thor: Man kan också smaka... det är lite gummiaktigt.

Läraren har nu tre metoder, se, känna och smaka, för att undersöka om ett livsmedel innehåller fett.

Läraren: Vad händer om vi tar en gryta med vatten i och håller fett i? Vad händer, Jonas?

Jonas: Det blir flytande.

Marie: Det blir inte genomskinligt... det blir en slags bubblor ... oljebubblor.

Läraren förtydligar och resonerar även med eleverna om skillnaden mellan att koka och steka.

Läraren: Du säger vi kokar olja. Det vi sa förut var att vi hade en gryta med vatten och om det fanns fett i vattnet så fick vi ringar på vattenytan. Du talar om när vi bara har fett vad händer då. Alltså då vi kokar rent fett.

Thor: Man kokar inte fett man steker det.

Läraren: Vad betyder att man steker? Vad innebär det att man steker?

Marie: Man värmer upp.

Läraren: Man värmer upp det i pannan. Är det bara att lägga något i pannan? Behöver man inget mera?

Marie: Det är fett i ... smör.

Läraren: Smör och fett det är likadant. Så du säger att steka är att koka i fett. Marie hur låter det när man steker?

Marie: Zzz...Det liksom spränger [fräser].

Läraren: När det fräser är det fett i.

Läraren sammanfattar klassens fem metoder (se, känna, smaka, koka, steka) för att detektera fett genom att lista dem på tavlan i klassrummet. Han tar därefter fram en bricka med ett antal livsmedel (Cornflakes, havregryn, leverpastej, rostad lök, rapsolja, kakor, rågbröd, kokos, torkad äpple, mjöl, banan) som eleverna skall undersöka om de innehåller fett. Läraren diskuterar med eleverna hur de ska genomföra detta. Genom dessa inledande och ganska omfattande samtal väcks eleverna intresse och de föreslår olika metoder för att lösa problemet. Det danska klassrummet framstår här som ett klassrum som bjuder in eleverna till att äga frågan eftersom de görs delaktiga i utformning av uppgiften och får föreslå metoder för hur fett kan detekteras.

I det svenska klassrummet diskuteras också hur man ska gå tillväga för att undersöka om det finns fett i livsmedel.

Läraren: Ni vet, ni har mat /.../ hur ska ni ta reda på om det innehåller fett? Har ni någon plan för hur man skulle kunna tänka sig att ta reda på det?

Hanna: Läsa innehålls...

Läraren: Ja men det får ni inte. Om ni bara liksom ser, och så ska ni på nåt sätt. Olle?

Olle: Jag bara gissar. Det där med bubblorna typ. Om man har lite vatten och så håller man på det där och så blir det så där... ja.

Läraren: Det skulle man kunna ha, ja verkligen. Lägga i vatten. Om man hade lite mer fett så flyter fettets upp. Riktigt bra. Om man nu har torra grejer? Hur är det nu. Händer det aldrig att ni gör läxorna vid frukostbordet? Har det hänt.

Flera elever: Ja.

Läraren: Det gör mina barn också. Jag blir alltid lite sur sådär när de gör det. Vet ni varför? Iris?

Iris: Till exempel om man spiller, då blir det...

Läraren: Läxan då som man vill lämna in så där snygg till läraren, om man nu käkar en macka samtidigt /.../ Då kommer det på papperet. Vad händer med papperet då?

Iris: Då blir det fläckigt.

Läraren: Hur många är det som känner igen det här? [många elever räcker upp handen]. Eller hur? Fettfläckar. Fett på papper det vet ni hur det ser ut. Det blir som genomskinligt. Det är svårt att få bort. Det är det som ni ska göra, ni ska testa med fett på papper. De här papperna som ni ska använda nu de ser ut så här. De är beigea.

Eleverna i det svenska klassrummet styrs i högre utsträckning än i det danska klassrummet av läraren och av materialet. Fettundersökningen genomförs med hjälp av en given metod, d.v.s. med hjälp av brunt papper (smörgåspapper). En elev föreslår dock att undersöka om det löser sig i vatten men det experimentet får han inte genomföra. Den svenska läraren håller sig mer strikt till NTA-materialets förslag på hur man kan gå tillväga. Läraren ger dem också ett kopierat papper med en tabell och rubrikerna hypotes och resultat. Eleverna får därmed en given struktur för hur de ska arbeta och redovisa sina resultat. Elevernas engageras i resonemang om hur de ska gå tillväga men att äga problemet i termer av att ta kontroll och ansvar för sitt eget lärande och kunna påverka genomförandet av undersökningen framstår däremot som mer begränsat i det svenska klassrummet. Vid elevintervjuer med två av de svenska eleverna så framkommer dock att de tycker det är roligt att laborera och de verkar vana vid arbetsgången att metoderna är på förhand givna.

Intervjuare: De här metoderna de har ni klara? Lösa problemet var bara och följa metoden?

Liam: Ja, det är inget svårt alls /.../ det är askul att labba och så.

Iris: Jag tycker också att det är kul.

Hur följs resultaten upp samt vilka resurser används?

I det danska klassrummet så delar läraren först upp eleverna i fyra grupper med 5–7 elever i varje. De får diskutera om de tror eller inte tror att livsmedlen innehåller fett. De fyra grupperna fördelar analysmetoderna mellan sig på följande vis, en grupp använder metoden *se och känna*, en annan får metoden *koka*, en tredje *smaka*, den fjärde använder slutligen metoden *steka*. Varje grupp sammanställer sin undersökning och presenterar sitt resultat, för de övriga i klassen, med hjälp av en Ipad-film. Eleverna som studerar livsmedlen visuellt letar efter vita prickar på livsmedlen.

Läraren: Vad ska man titta efter om man vill se fett?

Ida: Vi letade efter vita prickar [eleverna undersöker en bit kaka i mikroskopet].

Läraren: Vita prickar när vi tittar på kakan. Är det vita prickar i den precis som i korvarna?

Ida: Nej.

Läraren: Nej, är det så. Om man tittar riktigt noga. Är det vita prickar som i korven?

Ida: Ja.

Läraren: Hur ser fett ut? Vad säger du Sanna, är det vitt?

Sanna: Ja.

Eleverna förväxlar socker och fett och det är svårt för läraren att uppmärksamma eleverna på skillnader mellan dessa.

Ida: Det finns massor av vita prickar.

Läraren: Men kan det inte bero på att kakan är sockrig?

Ida: Nej, det är fett.

Elevgrupperna presenterar sina filmer och därefter startar en intressant diskussion om vilka livsmedel som innehåller fett. Läraren gör en lista över de undersökta livsmedlen och man diskuterar i helklass om fetthalter i respektive livsmedel. De jämför sina resultat med de halter som finns på paketen. Intressant är också att två elever vid redovisningstillfället utses att söka på internet för att ge korrekta fetthalter för varje livsmedel. Vid redovisningen diskuterar man även detektionsnivåer. Undervisningen i det danska klassrummet utmanar eleverna med avseende på olika metoder men också med hjälp av Ipads och smartboard. Tack vare att eleverna kan göra små filmer av sina undersökningar så blir det också tydligt för alla elever hur exempelvis fett ser ut i stekpannan. Resurser i form av tillgång till olika laborationsmaterial och därmed flera tillvägagångssätt men också tillgång till Ipads och smartboard gör att detta klassrum framstår som ett resursmässigt rikt klassrum. Vid elevintervjuer så framkommer också att eleverna är mycket vana vid att använda teknisk utrustning som Ipads och smartbords såväl vid genomförande av olika uppgifter som vid redovisningar.

Läraren: Är det fett i cornflakes. Räck upp händerna om ni menar att det är det... och säger ni att det är det så skulle jag vilja vet om det är mycket? Bra, cornflakes innehåller den mycket fett? Jag har inte med paketet. Vi får slå upp det. Cornflakes är det mycket fett i det?

Flera elever: Nej.

Läraren: Nej, det är inte speciellt mycket. Men det är sant att det innehåller lite grann men det är inte speciellt mycket. Hur många procent? [läraren vänder sig till Marie och Moa vid datorn].

Marie, Moa: 0,9

Läraren förtydligar.

Läraren: 0,9 så det är 1 gram, så är det 1 %. Det är inte speciellt mycket.

Läraren markerar för klassen att 1 % är lite. Han sätter ett litet plustecken vid cornflakes.

Läraren: Det fanns ju lite grann. Vi sätter upp ett litet plus.

De fortsätter att gå igenom olika livsmedel.

Läraren: Hur är det med kokos, finns det fett i kokos. Vad säger ni? Har ni undersökt det?

Magnus: Det tror vi det är.

Läraren: Det menar ni, har ni smakat på det? Eller nej, har ni känt på det? /.../ Tror ni det är mycket?

Läraren går fram till eleverna vid datorn.

Läraren: Kokos är fett. Det är väldigt mycket fett... 80 % fett.

Elev: 80 %!

Läraren: 80 %!

Elev: Det är som ren olja.

Läraren: Det är riktigt kokosolja. Kokos får ett jättestort plus.

Eleverna får tillgång till de andra gruppernas resultat och arbeten genom de filmsekvenser som de spelar upp för varandra. De verkar vana vid att spela in, redovisa och lyssna på varandra. Läraren gör en tabell med två spalter på tavlan, mycket fett och lite fett, och indikerar detta med olika stora plustecken.

I den svenska skolan arbetar alla elever med samma detektionsmetod, det vill säga de droppar eller gnider in olika livsmedel på smörgåspapper. Om smörgåspapperet blir genomskinligt så indikerar detta fettinnehåll i maten. Eleverna har dock svårt att skilja mellan våta fläckar och feta fläckar.

Amanda: Ska man blanda med vatten?

Läraren: Nej, man ska liksom trycka och mosa in man ska försöka fläcka papperet.

Amanda: Hur ska man göra med det andra då?

Läraren: Liksom mosa in det.

Linda: Vätskorna menar jag?

Läraren: Vätskorna kan ni ju bara droppa.

Amanda: Ja, men hur?

Läraren: Ja just det då blir det fläckar. Ja då måste du skilja på om det är vattenfläckar eller om det är fettfläckar. Då gäller det att bara droppa lite, lite grann så att det inte... Är ni med?

Amanda: Fett fläckar då blir det så här, typ gult?

Läraren: Det behöver inte vara vatten utan är fett i sig. Rita upp, dela upp papperet. Så ni vet var ni har vilket ämne.

Flera elever tycker det är svårt att veta om det är en fettfläck de ser. Läraren går runt i klassrummet och försöker hjälpa dem att resonera om detta.

Ivar: Jag har svårt att veta om vätskorna innehöll fett.

Läraren: En svårighet var precis som du beskriver. Den är ju blöt. Hur ska man veta om det är en blöt fläck eller om det är en fettfläck? Har ni något tips? Wilma? /.../ Ni som har sparat era [papper]. När det har torkat, Ivar?

Ivar: Ja men alltså, när det har torkat. Hur ser man om det är fett när det torkat?

Läraren: Hur skiljer man en torr? Hur ser en torr vattenfläck ut?

Iris: Ja alltså, fettfläcken blir ju så där genomskinlig.

Läraren: Fettfläcken är ju sån. Den sitter där den sitter. Genomskinlig. Det finns ett sånt där hushållsknep. /.../ När det är genomskinligt då vet ni att det är fett.

Läraren går vidare och diskuterar fettinnehåll i äpple. Hon vill att de ska jämföra med något som de vet innehåller mycket fett för att de ska veta vad de ska titta efter.

Amanda: Ingen av dom här har fett i sig förutom äpplet.

Läraren: Äpplet... hur ser ni det?

Christine: Så här glansigt?

Läraren: Hur är det med fettfläck på papperet? Finns det nåt som ni tänker nu som innehåller fett? Ja det här är klart.

Johanna: Av vätskorna?

Läraren: Ja överhuvudtaget? När ni kommer till oljan kan ni jämföra med äppelfläcken. Då tror jag ni kommer se att det blir skillnad.

De fortsätter att resonera om äpplet i relation till detektionsnivån. Hur små halter av fett går det egentligen att se med metoden genomskinligt papper?

Läraren: Äpple?

John: Lite, pytte, pyttelite.

Erik: Om man gnuggade skitmycket, jätte, jätte hårt...

Läraren: Då blev det...

John: Om man tog så här i ytterkanten, det var ju skal utanpå.

Läraren: Berätta igen, om man tog skalbiten?

John: Det som var torkat, om man tog det så blev det mindre än om man tog det som var vid sidan.

Läraren: Man fick olika resultat beroende på var på äpplet?

John: Ja.

Läraren: Äpplen innehåller egentligen inte fett så. Var det någon som fick att äpple innehåller fett?

Flera elever: Ja.

Läraren: Vissa äppelsorter som har skal på sig de är kanske lite feta i skalet. Jag blev lite, lite osäker nu. Jag var helt säker på att äpple inte innehåller fett. Kan vi kolla det? Jag blev lite osäker? Vissa äppelsorter är så där att skalet är så där blankt när man håller i dem.

Eleverna i det svenska klassrummet arbetar med samma metod allihop det vill säga de droppar eller gnuggar in maten i smörgåspapper. De för intressanta samtal om hur man kan veta om en fläck är fet eller om en fläck är våt. De problematiserar också detektionsnivån, det vill säga hur lite fetthalt som går att upptäcka med hjälp av pappret. Resursmässigt så framstår detta klassrum som något mer begränsat än det danska klassrummet eftersom alla gör samma sak med samma utrustning. I det danska klassrummet däremot fokuseras tillvägagångssätt av de olika metoderna (se, känna, koka, steka) medan i det svenska diskuteras mer detektionsnivåer och betydelsen av en positiv kontroll i form av en oljefläck som ger dem något att förhålla sig till. Fördelen med att alla använder samma metod är de kan jämföra sina resultat och diskutera eventuella skillnader.

SLUTSATSER OCH DISKUSSION

Genom att fokusera på de olika aspekterna från Engle och Conant, (2002) så kan vi teckna en bild av det som fokuseras och bildar förgrund och det som hamnar mer i bakgrunden i undervisningen. Vi inleder med att beskriva hur det naturvetenskapliga innehållet problematiseras i klassrummen och därefter belyser vi hur eleverna får möjlighet att äga frågan och föreslå möjliga lösningar på problemet. Vi fortsätter med att redogöra för hur resultaten följs upp i de olika klassrummen samt hur och vilka resurser som används. Avslutningsvis lyfter vi fram slutsatser och förslag på vidare forskning.

Det naturvetenskapliga innehållet som hamnar i fokus i bägge klassrummen har en tydlig vardagsanknytning (Sjöberg, 2005; Lindahl, Ekborg & Ideland, 2012). Lärarna i såväl det danska som det svenska klassrummet anpassar innehållet och förhandlar med eleverna och gör det möjligt för eleverna att delta i den naturvetenskapliga kunskapspraktiken (Aguiar, Mortimer & Scott, 2010). Samtalen utgår ifrån en beskrivande makronivå medan kemisk mikronivå hur fett ser ut kemiskt eller vad mätade och omättade fetter betyder i ett kemiskt sammanhang inte problematiseras (Mortimer & Scott, 2003). Eleverna deltar i de gemensamma diskussionerna kring fett och läraren hjälper till att föra resonemangen vidare. Det är lätt att tänka sig att om eleverna fått frågan i början av lektionen om de är intresserade av fett i mat hade inte omedelbart svarat ja på den frågan, men med stöd av lärarnas förmåga att föra diskussion i helklass och få eleverna att lyssna på varandras bidrag så formas också engagerande klassrumssamtal kring fett (Barnes, 2008; Engle & Conant, 2002). Eftersom innehållet knyter an till elevernas tidigare erfarenheter så bjuds de in till att bli aktiva deltagare och får möjlighet att äga problemet (Enghag, Gustafsson, Jonsson, 2007; Milner-Bolotin, 2001). Det danska klassrummet framstår dock som ett rikare klassrum eftersom eleverna blir delaktiga i utformning av uppgiften och får föreslå olika metoder för hur fett kan detekteras medan eleverna i det svenska klassrummet inte får använda någon annan metod än den som läraren förespråkar – trots att det dyker upp förslag från eleverna. Läraren i det svenska klassrummet har trots mångårig erfarenhet (eller kanske just därför) av *Matens kemi* ett upplägg där alla ska använda metoden som är föreslagen i materialet för

att detektera fett. Eleverna använder också en färdig tabell för att fylla i sina resultat. Därmed styr läraren också över hur eller på vilket sätt resultaten ska redovisas. Eleverna i det danska klassrummet har utrustning i form av I-pads och smartboard till hjälp för att redovisa sina undersökningar. Då de danska eleverna gör små filmsekvenser får alla elever se alla experiment – trots att alla inte använt samma metod. Resultatredovisningen ser också något olika ut i de olika klassrummen. I det danska klassrummet används internet som källa för att ta reda på ”rätt” fettinnehåll i de olika livsmedlen medan i det svenska klassrummet fokuseras mer jämförelser av resultaten mellan olika elevgrupper. Trots vissa skillnader i de olika klassrummen med avseende på upplägg och redovisning av uppgiften så framstår en relativt samstämmig bild av att undervisningen utgår från elevernas erfarenheter och deras beskrivningar av fett. Eleverna får möjlighet att diskutera ”half-baked” (Pierce & Gilles, 2008, s. 43) idéer med sina klasskamrater i såväl det danska som det svenska klassrummet. I det danska klassrummet diskuteras t.ex. ifall vita prickar i livsmedel är tecken på fett eller om det kanske är socker medan i det svenska klassrummet diskuteras skillnaden mellan en våt fläck och en fettfläck. Gemensamt för de båda klassrummen är att eleverna verkar förstå att alla livsmedel innehåller mer eller mindre fett men att det kan vara svårt att detektera låga halter. Engagerande naturvetenskapliga samtal uppnås i bägge klassrummen tack vare lärarnas förmåga att hela tiden förhandla med eleverna (Aguilar et al., 2010). Det naturvetenskapliga innehållet synliggörs i kommunikationen och växer fram ur interaktionerna mellan lärare och eleverna. Eleverna får ta del av den naturvetenskapliga processen och det kan ses som ett förändrat deltagande (Duschl, 2000) som möjliggör för eleverna att delta i en naturvetenskaplig praktik.

Trots att de svenska eleverna inte ges möjlighet att påverka genomförande kring laborationen i samma utsträckning som de danska eleverna så visar klassrumsinteraktionerna och samtalen att de svenska eleverna – precis som de danska – för engagerande naturvetenskapliga samtal. Sammanfattningen och diskussionen före och efter experimenten är betydelsefulla av flera skäl. För det första så kan man som lärare se vad eleverna redan kan eller vad de lärt sig. När elevernas tolkningar och förklaringar blir föremål för diskussion och korrigeringar så socialiseras de in i den naturvetenskapliga diskursen. För det andra så främjar samtalen elevernas lärande. Det sociala samspelet och språkets betydelse för lärande inom naturvetenskapen har stor betydelse för elevens lärande (Lemke, 1990; Barnes, 2008). Ofta får eleverna till att börja med kunskaper i form av begreppsfragment som i diskussioner och sammanfattningar tillsammans med lärare fogas samman till helheter och blir gångbara förklaringsmodeller. För att elever ska lära sig naturvetenskapliga teorier och begrepp måste de vara tillsammans med människor som behärskar dessa begrepp. En viktig slutsats som vår studie pekar på är att äga problemet kanske snarare handlar om att bli delaktig i en social praktik där samtalen och klassrumsinteraktionerna är viktigare än att själv vara med och bestämma eller påverka utformningen av själva laborationen. Ytterligare studier behövs dock kring hur delaktighet, ägande av problemet och socialisering in i en naturvetenskaplig diskurs görs utifrån yngre barns lärande.

REFERENSER

- Aguilar, O., Mortimer, E. & Scott, P. (2010). Learning From and Responding to Students' Questions: The Authoritative and Dialogic Tension. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(2), 174–193.
- Aikenhead, G. (1996). Science Education: Border Crossing into the Subculture of Science. *Studies in Science Education*, 27(1), 1–52.
- Andrée, M. (2007). *Den levda läroplanen-En studie av naturorienterande undervisningspraktiker i grundskolan*. Studies in Educational Sciences No 97, Lärarhögskolan Stockholm: HLS förlag.
- Barnes, D. (2008). Exploratory talk for learning. In: N. Mercer & S. Hodginson. (Eds.) *Exploring talk in school*. (pp.1–15). London: Sage Publications Ltd.
- Bruner, J. (1996). *The culture of education*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Bryman, A. (2002). *Samhällsvetenskapliga metoder*. (1. uppl.) Malmö: Liber ekonomi.

- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education*. Milton Park, Abingdon, Oxon: Routledge.
- Conant, F., Rosebery, A., Warren, B., & Hudicourt-Barnes, J. (2001). The sound of drums. In E. McIntyre, A. Rosebery, & N. González (Eds.), *Classroom diversity: Connecting curriculum to students' lives*. (pp.51-60). Portsmouth, NH: Heinemann.
- Cornelius, L. L., & Herrenkohl, L. R. (2004). Power in the Classroom: How the Classroom Environment Shapes Students' Relationships With Each Other and With Concepts. *Cognition and Instruction*, 22(4), 467–498.
- Crawford, B. A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 916–937.
- Crawford, T., Kelly, G. J., & Brown, C. (2000). Ways of Knowing beyond Facts and Laws of Science: An Ethnographic Investigation of Student Engagement in Scientific Practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(3), 237–258.
- Duschl, R. A. (2000). Making the nature of science explicit. In R. Millar, J. Leach & J. Osborne (Eds.), *Improving Science Education: The contribution of research*. (187-206). Philadelphia: Open University.
- Enghag, M., Gustafsson, P. & Jonasson, G. (2007). From everyday life experiences to physics understanding occurring in small group work with context rich problems during introductory physics work at university. *Research in Science Education*, 37 (4), 449–467.
- Engle, R. A. & Conant, F. R. (2002). Guiding principles for fostering productive disciplinary engagement: explaining an emergent argument in a community of learners classroom. *Cognition and Instruction*, 20(4), 399–483.
- Eskilsson, O. (2001). *En longitudinell studie av 10–12-åringars förståelse av materiens förändringar*. Göteborg: Acta universitatis Gothoburgensis.
- Kelly, G. J., & Brown, C. (2002). Communicative demands of learning science through technological design: Third grade students' construction of solar energy devices. *Linguistics and Education*, 13(4), 483–532.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking Science. Language, Learning and Values*. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation.
- Lindahl, B., Ekborg, M. & Ideland, M. (2012). *Samhällsfrågor i det naturvetenskapliga klassrummet*. Malmö: Gleerup.
- Löfgren, R., Schoultz, J., Hultman, G. & Björklund, L. (2013). Exploratory talk in science education: Inquiry-based learning and communicative approach in primary school. *Journal of Baltic Science Education*, 12(4), 482–496.
- Mercer, N. & Littleton, K. (2007). *Dialogue and the development of children's thinking*. London: Routledge.
- Milner-Bolotin, M. (2001). *The effect of topic choice in project-based instruction on undergraduate physical science students interest, ownership and motivation*. Doctoral dissertation. The university of Texas, Austin, USA.
- Mortimer, E. F. & Scott, P. H. (2003). *Meaning making in the secondary science classrooms*. Open University Press: Philadelphia, USA.
- Pierce, K. & Gilles, C. (2008). From exploratory talk to critical conversation. In: N. Mercer & S. Hodginson (Eds.). *Exploring talk in school*. (pp.37–53). London: Sage Publications Ltd.
- Resnick, L. B., & Hall, M. W. (2001). The principles of learning: Study tools for educators. Retrieved September 10, 2013 from www.instituteforlearning.org
- Rocard, M. (2007). Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe. Luxembourg:Office for Official Publications of the European Communities.
- Roth, W.-M. & Lee, S. (2008). Science education as/for participation in the community. In: P. Murphy & K. Hall (Eds), *Learning and practice, agency and identities*. (173–192). Sage publications, London.
- Roychoudhury, A., & Roth, W.-M. (1996). Interactions in an open-inquiry physics laboratory. *International Journal of Science Education*, 18(4), 423–445.

- Schoultz, J., Säljö, R., & Wyndhamn, J. (2001). Heavenly talk: Discourse, artifacts, and children's understanding of elementary astronomy. *Human Development*, 44, 103-118.
- Scott, P. H., Mortimer, E. F., & Aguiar, O. G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, 90(4), 605-631.
- Scott, P. (2008). Talking a way to understanding in science classrooms. In: N. Mercer & S. Hodginson (Eds.). *Exploring talk in school*. (17-36). London: Sage Publications Ltd.
- Sjöberg, S. (2005). *Naturvetenskap som allmänbildning – en kritisk ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur.
- The Fibonacci project. Learning through Inquiry. Retrieved September 28, 2013 from <http://www.fibonacci-project.eu/>
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods*. London: Sage publications Ltd.
- Yin, R. K. (2011). *Application of case study research*. London: Sage Publications Ltd.