

Vardagsspråk och naturvetenskapligt språk

B-O Molander, Stockholms universitet

Under en fysiklektion i årskurs 1 i gymnasiet diskuterar en klass ett diagram som man fått fram genom att genomföra ett experiment om acceleration och retardation. Läraren visar eleverna hur man ska läsa diagrammet och vad olika mätvärden säger. När han beskriver kurvorna använder han begrepp som stigande och fallande, växande och avtagande samt ökande och minskande. Han vill försäkra sig om att eleverna hänger med på resonemangen och pekar till sist på en kurva samt ställer frågan till en elev:

- Är det alltså positivt?

- Nä, jag kan inte se något positivt alls med det här, svarar eleven.

För läraren är fallande, minskande, avtagande och negativt respektive stigande, växande, ökande och positivt synonyma ord för att beskriva negativ respektive positiv lutning på kurvorna. Han växlar mellan olika ord för att beskriva själva poängen, alltså vilken information kurvornas lutning ger för att förstå resultaten. För eleven, som har ett annat modersmål än svenska, blir orden i stället ett hinder för att förstå vad läraren talar om. Att ordet positiv i detta sammanhang kan beskriva en stigande kurva känner han inte till och svarar i stället med att hela situationen inte är positiv alls. Eleven säger efter lektionen att ”fysik, det är mycket svenskkunskaper i det”. För elever med ett annat modersmål än svenska blir svårigheterna att förstå naturvetenskapernas formaliserade språk särskilt problematiskt eftersom de har en dubbel uppgift: Att utveckla kunskaper i det svenska språket och samtidigt lära sig att använda språket i ett nytt och specialiserat sammanhang. Men även för elever med svenska som modersmål innebär ett naturvetenskapligt språkbruk ofta ett hinder.

Den här artikeln tar upp språk och hur språk är en del av sociala praktiker. Den tar också upp aspekter på vad som kännetecknar det språk som används i skolans naturvetenskapliga undervisning. Artikeln avslutas med exempel från undervisning som syftar till att tydliggöra hur naturvetenskapliga resonemang skiljer sig från mer vardagliga sätt att resonera på.

Naturvetenskaplig undervisning som social praktik

Inom olika verksamheter, eller praktiker, utvecklas praktiks specifika språk. Medan glada amatörer kan komma till ett byggvaruhus och fråga efter ”spik... typ” till ett byggprojekt så har den professionella snickaren en klar bild av om det är dyckert, ankarspik, klippspik eller trådspik som behövs. Inom sjukvården har diagnoser en klar betydelse kollegor emellan, medan en skrivning som ”... *punktförmiga brocksänkningar in till subchondralt ben i mediala femurcondylen*” inte lätt kan uttolkas av lekmän. På motsvarande sätt utvecklas specifika språkbruk i till exempel ridhus, schackklubbar, liksom mellan golfspelare eller

orkestermedlemmar. För schackspelare räcker det med att hänvisa till *spanskt parti* för att spelaren ska se hur de inledande *dragen* växer fram och en inbiten golfspelare kan se fördelen med att slå en *draw* med *drivern* på ett *hål* som är *dog-leg vänster*. Precisa uttryck som utvecklats i den sociala praktiken får mening för den som är delaktig, medan samma uttryck är mer eller mindre obegripliga (och kanske ointressanta) för den som står utanför intresse- eller praktikgemenskapen. Det praktiks specifika språket kan således fungera både inkluderande och exkluderande.

Skolan kan med ett liknande perspektiv betraktas som en, eller snarare flera, sociala praktiker. På en övergripande nivå lär sig eleverna att bli elever och vad det innebär med avseende på hur man kommunicerar i klassrummet, hur man redovisar kunskaper i skriftliga prov och vad man förväntas ha med sig till en lektion. Varje skolämne kan samtidigt betraktas som en egen social praktik med ett ämnesspecifikt språk och en specifik repertoar av materiel och rutiner. Aikenhead (1996; 2006) har liknat lärande i naturvetenskap vid att förstå en obekant kultur där eleverna måste lära sig att acceptera "the norms, values, beliefs, expectations and conventional actions of a group" (Aikenhead, 1996, s. 8). Att bli delaktig i den obekanta kulturen innefattar att lära sig det språk som används. Det innefattar också att förstå vad som är väsentligt och vad man kan bortse från när man vill förklara ett fenomen eller hur man använder laborationsmateriel för att genomföra ett experiment. Med detta sätt att se på lärande blir det inte en skillnad mellan att använda ett ämnesspecifikt språk och att lära sig naturvetenskap. Lärande *är* i stället att behärska och använda ett ämnesspecifikt språk som verktyg för att förstå, resonera om och förklara fenomen, samt att agera på ett för disciplinen specifikt sätt. Man kan jämföra med golfspelarens sätt att uttrycka sig i exemplet ovan. Ett annat sätt än att säga att man ska "slå en draw med drivern på ett hål som är dog-leg vänster" skulle kunna vara: "Det är bra att slå ett slag så att bollen skruvar lätt till vänster med den största klubban på en avlång gräsyta som svänger till vänster och som börjar med en utslagsplats och slutar med en yta med kortklippt gräs där det finns ett hål i marken som bollen ska rulla ned i." Innehållet i uttalandena är i princip detsamma, men fackuttrycken är mer precisa och kan i mer kondenserad form beskriva vad som sker. De avslöjar också i vilken utsträckning den som gör uttalandet är delaktig i just denna sociala praktik (under förutsättning att personen också kan genomföra det agerande som språket beskriver). På motsvarande sätt kan vi identifiera den som är delaktig, eller inte, i en naturvetenskaplig praktik på sättet att använda fackuttryck för att resonera om och förklara fenomen vid till exempel genomförande av ett experiment eller en artbestämning.

Fackuttryck kan vara svåra att förstå, men även det språk som används för att förklara uttrycken kan vålla problem. Man kan notera att det inte är ämnesspecifika, fysikaliska begrepp som är orsak till elevens problem med att följa resonemangen om hur kurvor ska tolkas i exemplet ovan. Problemen orsakas i stället av ord som ska vara stöd för att beskriva och förstå hur man kan tolka ett diagram som återger mätdata. För läraren, med gedigen akademisk bakgrund i fysik och ett rikt ordförråd, fungerar orden just som stöd för att illustrera poängen. För eleven, som är novis i fysik och har ett begränsat ordförråd, blir orden något som ska läras i sig och fysik blir "mycket svensk kunskap". Eleven hade

behövt hjälp med att förstå innebörden i orden stigande, ökande, växande och positivt för att förstå varför de i detta fall var synonymer för att beskriva kurvornas lutning. En undervisning som syftar till att utveckla naturvetenskapliga resonemang med hjälp av ett naturvetenskapligt språk behöver beakta hur termer och begrepp kan introduceras för att bli verktyg för att tänka i naturvetenskapliga termer.

Tematiska mönster och naturvetenskapens språk som alienerande

En undervisning som ger utrymme för att bli mer än kunskap om enskilda ord behöver utformas på så vis att den introducerar ett nytt sätt att beskriva och förklara fenomen. Den ska ge utrymme för eleverna att använda termer och begrepp så att de successivt kan bli alltmer delaktiga i den naturvetenskapliga gemenskapen. Många har ägnat intresse åt naturvetenskapernas språk och hur språk och kommunikation används i naturvetenskaplig undervisning. Redan år 1990 beskrev Lemke naturvetenskapen i termer av ”tematiska mönster”. Dessa mönster beskrivs som:

”a way of picturing the network of relationships among the meanings of key terms in the language of a particular subject.” (Lemke, 1990, s. 98)

Lemke betonar vikten av att undervisningen inte fokuserar enskilda begrepp i isolering utan att elever ges möjlighet att förstå hur termer och begrepp ingår i ett specifikt sätt att resonera. Man kan beskriva tematiska mönster som på vilket sätt termer får specifik mening, i detta fall inom specifika områden i naturvetenskapen. Termer som *konkurrens* och *variation*, *egenskaper* och *anlag* till exempel kan ha olika innebörd i olika sammanhang, men när vi använder dem i evolutionsteori får termerna en mer specifik innebörd och relation till varandra. I en skrivning som ”inomartsvariation och konkurrens mellan och inom arter leder till en selektion av anlag och egenskaper” är det inte vilken variation som helst som menas, utan variation som beror på genetisk kod, och konkurrens har meningen i relation till överlevnadsvärde. Termerna ingår alltså i ett sammanhang och innebörden beror på den teoretiska inramningen och de naturvetenskapliga modeller som används. Lemke menar också att undervisa i naturvetenskap innebär att lära eleverna:

”to ‘talk science’ in class, on tests, in talking their way through to the solution of a problem (aloud or to themselves), and in writing or in speaking about issues to which science is relevant.” (Lemke, 1990, s. 100)

Samma typ av resonemang, och från samma tid, förekommer hos Sutton som skriver:

”Single words ... should not be treated in isolation. They take their meaning from the connections which they have and the kinds of statement into which they may be built.” (Sutton, 1992, s. 45)

En poäng för båda dessa författare som tidigt uppmärksammade språkliga aspekter på naturvetenskaplig undervisning är alltså att lärande av naturvetenskap är mer än att lära sig enskilda begrepp och definitioner, och att utrymme måste ges för att förstå hur man resonerar inom ramen för en disciplin i större ”tematiska mönster”. En annan viktig poäng

är att vägen för att utveckla förståelse är att eleverna ges möjlighet att verkligen använda ett naturvetenskapligt språk i resonemang, diskussioner och försök till lösningar på problem.

Om man betraktar lärande i naturvetenskap som att bli delaktig i en ny kultur, så är det rimligt att förvänta sig att det tar tid att bli bekant med kulturen och att förhålla sig till explicita och implicita regler och sätt att resonera. En undervisning som gör språket synligt i klassrumssamtal, vid laborationer och i skriftliga uppgifter lägger grunden för förhandling om mening. Det finns inga skäl att förvänta sig annat än att kommunikationen och språkanvändningen till en början är trevande och inbegriper olika grader av tveksamhet. Men en undervisning som ger möjligheter till en öppen dialog ger förutsättningar för gemensamt meningsskapande. Läraren får då också en möjlighet att identifiera när språk och förklaringsmodeller inte stämmer överens med den ämnesspecifika konventionen.

Naturvetenskap betraktas av många som svårt och elevers attityder till naturvetenskapliga ämnen är tämligen negativa i både nationella och internationella utvärderingar (Skolverket, 2004; OECD, 2007). Trots att naturvetenskaperna rimligen borde vara i högsta grad relevanta för att förstå aktuella fenomen som klimatförändring, energiförsörjning eller hälsoaspekter relaterade till kost vet vi att en jämförelsevis stor andel av eleverna ser just naturvetenskapliga ämnen som föga relevanta för ett liv utanför skolan. En bidragande orsak till detta måttliga intresse för naturvetenskap ligger i språkliga hinder. Skriftspråket i skolans naturvetenskapliga ämnen liknar och lånar sin form från en annan social praktik, naturvetenskap på akademisk nivå. Ju längre upp man kommer i skolsystemet, desto större likheter med den akademiska nivån. Naturvetenskapliga texter har bland annat hög lexikal densitet (alltså många informationsbärande ord på begränsad textyta). De har också många nominaliseringar där substantiv ersätter adjektiv eller verb ("en reaktion mellan ämnena..." i stället för "ämnena reagerade..."), passiveringar ("vatten hölls i bägaren" i stället för "hon hällde vatten i bägaren") och många ämnesspecifika ord eller symboler. Lemke menar att språket, i såväl skrivna texter som under lektioner, skapar ett:

"... dull, alienating language. They mainly serve to create a strong contrast between the language of human experience and the language of science. This is a contrast that we are taught to associate with the "objectivity" of science vs. the "subjectivity" of experience. It artificially and misleadingly makes students and the public imagine that science stands somehow outside of the world of human experience, rather than being a specialized part of it." (Lemke, 1990, s. 134)

Medan human- och samhällsvetenskapliga ämnen har perspektiv som på ett självklart sätt relaterar till mänsklig verksamhet och mänskligt handlande, tenderar alltså naturvetenskaperna enligt Lemke att distansera sig från personliga intressen och erfarenheter i en ambition att vara vetenskapligt korrekta och stringenta. En konsekvens är att språket blir mer opersonligt, distanserat och abstrakt. Synsättet innebär inte att man ska låta personliga uppfattningar ersätta naturvetenskapliga förklaringsmodeller eller naturvetenskapligt språk. En viktig utgångspunkt är däremot att ge utrymme för elevernas

personliga erfarenheter på ett språk de behärskar och att sedan medvetet leda resonemangen mot att bli mer naturvetenskapliga.

Olika aspekter på att läsa och skriva naturvetenskapliga texter behandlas mer ingående i del 3 och 4 och klassrumsinteraktion behandlas i del 5 och 6 i denna modul.

Naturvetenskapligt språk – ett sätt att se på och förklara omvärlden

Om nu naturvetenskapligt språk är alienerande skulle man kunna hävda att man bör vara försiktig med att använda fackuttryck och i stället i så hög grad som möjligt använda ett språk som eleverna är bekanta med. En undervisning som undviker fackspråk skulle emellertid vara kontraproduktiv om syftet är att eleverna ska bli mer delaktiga i en naturvetenskaplig praktik. Det handlar snarare om att överväga hur termer och begrepp introduceras för att de ska bli användbara för vidare resonemang. Introduktion av ord gäller allt från mer teoretiska begrepp till benämning av materiel.

Det finns en poäng med att introducera och använda vetenskapliga benämningar på materiel som bunsenbrännare, byretter, objektglas och dynamometrar eftersom orden är mer än etiketter. I likhet med rekvisita inom film och teater spelar materielen en roll för att se på, agera i och tala om fenomen på ett visst sätt. Det finns skäl att kalla en byrett för en byrett och inte en ”droppare”, ett objektglas ger en mer exakt beskrivning av något man använder vid mikroskopering och vi använder dynamometrar, inte kraftmätare. Man kan säga att orden blir värdefulla för att avgränsa ett speciellt sätt att betrakta och tala om omvärlden.

Många studier har genomförts på hur ungdomar förstår enskilda naturvetenskapliga begrepp. De missuppfattningar som identifierats har man bland annat förklarat med att en del av dessa begrepp har olika mening i ett vardagligt och ett naturvetenskapligt sammanhang. En annan betydelse av begrepp som kraft, arbete, salt eller energi i ett vardagligt sammanhang har då antagits utgöra ett hinder för att förstå den naturvetenskapliga meningen med begreppen. I naturvetenskapliga praktiker går inte solen upp eller ned, en tyngdlyftare som står med en skivstång på sträckta armar utför i stunden inget arbete och energibolagens beräkning av *förbrukning* av energi får inte godkänt i ett mer formellt naturvetenskapligt sammanhang.

Ett äldre sätt att tänka om undervisning var att den skulle leda till att tidigare, mer vardagliga, uppfattningar ersattes av vetenskapligt korrekta förklaringar och modeller. Idag vet vi att eleverna kan lära sig att uttrycka sig vetenskapligt korrekt men att det oftast inte innebär att andra sätt att uttrycka sig ersätts. Det handlar i stället om att de lär sig att anpassa sitt sätt att tala på ett sätt som motsvarar den aktuella praktikens explicita eller implicita krav. Undervisningen behöver då uppmärksamma naturvetenskaplig mening med begrepp när de introduceras och tydliggöra hur de används i den aktuella praktiken. Det kan också vara angeläget att uppmärksamma hur mening kan skilja mellan olika skolämnen. En *bas* får olika mening i musik-, matematik- respektive kemiundervisning, *vohym* har olika

innebörd inom kemin respektive musiken och *cell* har olika betydelse i biologi respektive elektrokemi. I vissa fall vållar olika mening i olika undervisningspraktiker förmodligen inga större problem men det kan finnas skäl att uppmärksamma hur mening skiftar, och också varför en del begrepp är mångtydiga.

Många av de begrepp som förekommer i naturvetenskapliga discipliner är mångtydiga och metaforiska med ursprung i andra sociala praktiker. Hooke prövade ord som blåsor och lådor för att beskriva vad han såg i sitt mikroskop på 1600-talet men bestämde sig för *celler* på grund av likheten med de redan etablerade orden för vad man kunde hitta i en bikupa eller ett kloster. *Producenter* och *konsumenter* har lånats in från ekonomiska modeller till ekologin men då med den specifika betydelsen att det inte är vilken vara eller tjänst som helst som produceras eller konsumeras, utan näring (som förstås också är mångtydigt). En *pendel* betyder olika saker i fysikundervisningen och om vi sitter på ett tåg på väg till eller från en stadskärna.

I många fall kan man utnyttja mångtydighet och den metaforiska betydelsens ursprung för att förklara naturvetenskapens sätt att avgränsa och beskriva ett fenomen. En förutsättning för att det ska vara framgångsrikt är dock att eleverna har ett tillräckligt stort ordförråd och en tillräckligt hög språklig nivå för att metaforer ska härledas och förstås på rätt sätt. Vet man inte vad en producent eller konsument gör i ett sammanhang utanför naturvetenskapen eller känner till vad ett pendeltåg är, då faller möjligheten att använda de andra sammanhangen för att beskriva den naturvetenskapliga meningen med ord. Elever som har ett annat modersmål än undervisningsspråket möter särskilda problem. Med ett mer begränsat ordförråd och lägre kännedom om synonymer och ordens olika mening i olika sammanhang blir tröskeln till att lära sig naturvetenskapens sätt att resonera högre. Då cirka 25 procent av eleverna i svensk skola har ett annat modersmål än svenska ställs krav på att utveckla strategier för undervisningen som inkluderar alla elever. Lindberg skriver:

"I stället för att neutralisera mångfalden och låtsas som att alla är lika måste skolan finna nya, flexibla och berikande sätt att representera, ta vara på och utveckla den språkliga mångfalden där elevernas olika språk tillåts samverka och interagera."
(Lindberg, 2009, s. 19)

Om man, som Lemke skriver, betraktar lärande i naturvetenskap som att tala naturvetenskap blir det mer eller mindre självklart att elevernas språkliga bakgrund och språkliga förutsättningar tas med i beräkningen vid planering av undervisningen. En undervisning som ger utrymme för eleverna att använda den samlade språkliga repertoaren i samtal tar förstås tid. Men den lägger också grunden för att eleverna ska kunna utveckla gemensam förståelse som påföljande undervisning kan utgå från. Den metaforiska betydelsens ursprung för ord som celler, ström, motstånd eller bindning är användbara verktyg för att tydliggöra ordens naturvetenskapliga mening, men en förutsättning är som ovan nämnts att ordens betydelse utanför det naturvetenskapliga sammanhanget är bekant. Om inte, behöver utrymme ges för att stödja elever i att se analogier och metaforer.

Undervisning som att synliggöra skillnader och utveckla tematiska mönster

Ny kunskap bygger på befintligt vetande, och man kan hävda att undervisningen ska utgå från elevers förståelse av fenomen och utveckla deras förståelse i riktning mot mer vetenskaplig noggrannhet. Samtidigt är naturvetenskap ett annat sätt att beskriva och förklara världen än det vi möter i vardagliga sammanhang. Ett språkutvecklande arbetssätt syftar till att göra eleverna med medvetna om denna växling mellan språk i olika praktiker och att de lär sig att använda ett adekvat språk i skolans naturvetenskapliga undervisning.

Ogborn, Kress, Martins och McGilguddy (1996) beskriver i sin bok *Explaining Science in the Classroom* lärares strategier för att introducera och förklara fenomen i det naturvetenskapliga klassrummet. En utgångspunkt för beskrivningen är hur lärare arbetar för att lägga nya perspektiv på bekanta fenomen som kräver förklaringar på ett nytt sätt.

Som ett exempel beskrivs hur en lärare förklarar matspjälkningssystemet med hjälp av en bild av en dagmask. Bilden är inte en naturalistisk skildring utan en stiliserad modell, se figur 1.



Figur 1. ”En dagmask brutalt reducerad till väsentligheter” (från Ogborn, Kress, Martins och McGilguddy, 1996)

Läraren pratar också om en rulle minttabletter med hål i som analogi för att beskriva bilden och dagmaskens matspjälkningskanal. Bilden och beskrivningen blir inte en bild av en dagmask som utgår från vad eleven redan vet. Man kan i stället säga att läraren synliggör en skillnad, eller spänning, mellan vad eleverna vet och ett annat sätt att se och tänka om ett fenomen. Läraren lyfter den kanske absurda frågan om hålet som löper genom djurets kropp tillhör insidan eller bara är en kanal som löper genom kroppen, och därför egentligen hör till omgivningen. Att synliggöra skillnaden mellan tidigare sätt att betrakta dagmasken och ett naturvetenskapligt sätt skapar alltså ett problem som man behöver resonera om på ett annat vis. Grunden läggs för att introducera ord som bidrar till att bygga upp det

naturvetenskapliga resonemanget¹. Tänder, körtlar, enzymer, tarmludd, osmos, kolhydrater, disackarider, monosackarider och så vidare bidrar alla till att konstruera en naturvetenskaplig förklaringsmodell och får samtidigt sina roller inom ramen för en modell för matspjälkning.

Man kan också notera att läraren i exemplet ovan använder både en bild och talat språk för att introducera och påbörja en förklaring av ett nytt problem. Naturvetenskaplig undervisning är i påfallande hög grad multimodal (Kress, Jewitt, Ogborn & Tsatsarelis, 2001; Kress, 2010). I undervisningen används olika uttrycksformer, eller modaliteter, som bilder, stiliserade figurer, animationer, diagram, två- och tredimensionella modeller och tabeller, där respektive modalitet erbjuder olika möjligheter att beskriva och förklara naturvetenskapliga fenomen eller processer. Ett diagram kan, som i det inledande exemplet med resonemanget om vad man kan utläsa av resultat från en laboration, ge möjligheter att dra slutsatser från en stor mängd mätdata. En tvådimensionell bild kan till exempel illustrera ett organ eller en kemisk reaktion medan en animation kan beskriva en process som vattnets eller kolets kretslopp.

Ett exempel på hur olika modaliteter används i naturvetenskaplig undervisning är hur en lärare valde att introducera oxidation i kemi. I stället för att introducera området med språk, gav hon grupper av elever fyra järnspikar och uppdraget att få spikarna att rosta så mycket som möjligt. De uppmanades att pröva olika sätt att få spikarna att rosta. Efter tre till fyra veckor fick eleverna visa resultatet, varefter man diskuterade orsaker till graden av rostangrepp. I detta fall använde alltså läraren fysiska ting, utan teoretisk inramning med hjälp av språk, som introduktion. Elevernas resultat, bland annat att kyla i sig inte ledde till att spikarna rostade mer vilket flera av grupperna antog när de lade spikar i frysen, lade sedan grunden för att systematisera vilka faktorer som inverkade på rostförekomst. Dessa faktorer lade i sin tur grunden för att använda ett naturvetenskapligt språk för att beskriva och förklara rostangrepp och oxidation på ett mer generellt plan. Det är ett exempel på hur undervisning kan använda olika modaliteter, men också en illustration av hur lärare medvetet synliggör en skillnad mellan vad elever tror eller vet (spikar rostar i kyla) och ett annat sätt att förstå fenomen som lägger grunden för att introducera naturvetenskapliga förklaringsmodeller.

Vi kan som lärare i naturvetenskapliga ämnen alltså utnyttja en mängd olika modaliteter för att representera vetande på olika sätt. Man kan ändå säga att det talade, eller tecknade,

¹ Författarna använder ordet "entities" för att beskriva orden som introduceras och bidrar till att bygga upp det naturvetenskapliga resonemanget. Entities kan här förstås som "byggstenar" för att bygga upp den naturvetenskapliga storyn.

språket intar en särställning eftersom det oftast behövs för att utveckla resonemang om vad en bild, ett diagram, en figur eller en tabell egentligen säger. Det är därför åter av stor vikt att undervisningen läggs upp på ett sätt som ger eleverna möjligheter att aktivt använda språket för att vrida och vända på problem och möjliga förklaringar. I det sammanhanget är det också viktigt att elever med annan språklig bakgrund än svenska ges utrymme att använda sitt modersmål eller andra språk som de behärskar för att förstå naturvetenskapliga resonemang och förklaringar till bilder, grafer och så vidare.

Referenser

- Aikenhead, G.S. (1996). Science education. Border crossing into the subculture of science. *Studies in Science Education*, 27, 1-52.
- Aikenhead, G.S. (2006). *Science Education for Everyday Life*. New York: Teachers' College Press.
- Kress, G. (2010). *Multimodality. A Social Semiotic Approach to Contemporary Communication*. Oxford: Routledge.
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J. & Tsatsarelis, C. (2014). *Multimodal Teaching and Learning*. New York: Bloomsbury Academic.
- Lemke, J.L. (1990). *Talking Science. Language, learning and values*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Lindberg, I. (2009). I det nya mångspråkiga Sverige. *Utbildning och Demokrati*, 18, 9 – 37.
- Ogborn, J., Kress, G., Martins, I. & McGillicuddy, K. (1996). *Explaining Science in the Classroom*. Buckingham: Open University Press.
- OECD (2007). *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World, Vol 1 Paris*. Paris: OECD Publications.
- Skolverket (2004). *Nationella utvärderingen av grundskolan 2003. Sammanfattande huvudrapport*. Stockholm: Statens skolverk.
- Sutton, C. (1992). *Words, Science and Learning*. Buckingham: Open University Press.