

GÖTEBORG STUDIES
IN EDUCATIONAL SCIENCES 168

Jonas Emanuelsson

En fråga om frågor

Hur lärares frågor i klassrummet gör det möjligt att få reda på elevernas sätt att förstå det som undervisningen behandlar i matematik och naturvetenskap



ACTA UNIVERSITATIS GOTHOBURGENSIS

Jonas Emanuelsson
Department of Education
Göteborg University
Box 300
SE-405 30 Göteborg
Sweden

e-mail: Jonas.Emanuelsson@ped.gu.se

En fråga om frågor

GÖTEBORG STUDIES
IN EDUCATIONAL SCIENCES 168

Jonas Emanuelsson

En fråga om frågor

Hur lärares frågor i klassrummet gör det möjligt att få reda på elevernas sätt att förstå det som undervisningen behandlar i matematik och naturvetenskap

ACTA UNIVERSITATIS GOTHOBURGENSIS

© *Jonas Emanuelsson* 2001
ISBN 91-7346-415-5
ISSN 0436-1121

Jonas Emanuelsson
Department of Education
Göteborg University
Box 300
SE-405 30 Göteborg
Sweden

e-mail: Jonas.Emanuelsson@ped.gu.se

Printed in Sweden
Kompendiet
Göteborg 2001

Distribution: ACTA UNIVERSITATIS GOTHOBURGENSIS
BOX 222
SE-405 30 Göteborg, Sweden

ABSTRACT

Title: A question about questions. How teachers' questioning makes it possible to learn about the students' ways of understanding the content taught in mathematics and science.

Language: Swedish, with a summary in English

Keywords: Teaching, learning, teachers' learning, mathematics, science, questioning, phenomenography, theory of variation

ISBN: 91-7346-415-5

This thesis reports results from a study that focuses on how teachers can learn about their students' learning in mathematics and science.

Current perspectives on learning are positioned in terms of the acquisition and participation metaphor. A third metaphor, the constitutive metaphor, is proposed and elaborated as an alternative for the current study. The theoretical framework draws upon and tries to further inform phenomenography and the "theory of variation".

The empirical material was generated from audio-taped classroom interactions and follow-up interviews. With the aid of concrete examples, teachers were probed on their understandings of selected parts of the interaction observed.

The results are described in terms of variant and invariant aspects of possible learning objects for the teacher. I pay particular attention to what the students possibly focus upon, and how they deal with the focused content in three different zones – the topical, the conceptual and the procedural zone.

The outcome of the study is discussed in relation to teachers' knowledge. Pedagogical content knowing is scrutinised and a complementary perspective where teachers' knowledge is viewed as constituted by different contextualisations of the subject matter is used to illustrate the interdependency of content as a discipline, content as taught in school and content as understood by students.

The result shows that teachers have, relatively speaking, small possibilities of making distinctions within the conceptual zone. In mathematics the topical zone dominates the interaction, in science the procedural. In other words, in mathematics the teachers mainly open for possibilities to learn, if their students remember facts and procedures; in science how they perform presentations and experiments. In both areas possibilities to make distinctions on qualities in how the students understand the content handled are rather small.

The most important finding of the study is: In order to make distinctions in relations to other persons' ways of understanding something, this something must be kept invariant and acts of knowing must be allowed to vary in relation to the invariant object of knowing.

FÖRORD

Det är svårt att säga när ett avhandlingsarbete egentligen börjar. Jag ser detta arbete som en pusselbit och ett led i ett intresse som är relaterat till att ta reda på hur andra förstår i och om matematik och naturvetenskap. Med en sådan utgångspunkt kan jag, åtminstone om jag tänjer på gränserna, hänföra arbetets början till min tid som elev i grundskolan, kanske till och med innan detta. Med samma utgångspunkt är det naturligtvis också svårt att veta när arbetet är slut. En annan svårighet att avgöra vad som är början och vad som är slutet kommer av att alla arbeten alltid är en liten del av någon forsknings-tradition. Jag hoppas att det framgår för läsare att denna avhandling är en del av forskningen kring lärande och undervisning med ett kvalitativt innehållsligt fokus. En tradition som på intet sätt vare sig börjar eller slutar med detta arbete.

I en mening är ju arbetet slut i samband med disputationen, men en disputation innebär ju inte endast ett slut, det är också en början på något nytt. Därför är jag glad, och kanske också lättad att arbetet nu kan läggas fram, samtidigt som jag hoppas att det inte markerar en ändpunkt. Jag hoppas kunna ha möjlighet att fortsätta tänka kring nämnda frågor och fortsätta försöka bidra till andras förståelse av samma frågor. En avhandling bör ju på ett eller annat sätt innebära en fortsatt diskussion kring det som studerats och hur sådan studier bör gå till. De resultat jag presenterar är dessutom tillfälligt giltiga och provisoriska och jag hoppas att de kan anses värda att utveckla genom ifrågasättande och kritik.

Ett avhandlingsarbete är inget jag hade klarat av att genomföra på egen hand. Jag har nog behövt ovanligt många runt omkring mig. Handledare, kollegor, vänner och familj. Ibland är det inte meningsfullt att skilja på dem som hjälpt och stött i dessa kategorier. Jag betraktar alla jag nämner som goda vänner.

Ference, jag förstår nu varför du och din handledarkompetens beskrivs i så uppskattande och varma ordalag i de avhandlingsförord jag läst. Tagna tillsammans, eller om man så vill, på kollektiv nivå, uttrycker de väl hur jag förstår dina insatser i mitt arbete. Trots det stora geografiska avståndet mellan Hong Kong och Mölndal tror jag att du varit mer närvarande i min avhandlingsprocess än i många andras. Det har jag behövt. Alldeles särskilt har jag uppskattat de tillfällen då vi på ett seriöst men lekfullt sätt tillsammans undersökt och ifrågasatt innebörder i de provisoriska tankegångar som varit minst sagt dunkelt formulerade i mina ord och texter. Stort tack Ference du har varit en oersättlig tillgång och inspiration i mitt arbete.

Trots Ference insats har jag i hans fysiska frånvaro behövt Mikael Alexandersson som biträdande handledare. Jag vet inte hur många gånger han, efter noggranna läsningar av manus, fått mig att fortsätta tycka att arbetet är intressant genom att antyda nya möjligheter när jag själv inte längre förmått se dem. Bengt Johansson har periodvis också haft handledarfunktion. Framförallt i min pilotstudie, där han var projektledare för ett Skolverksuppdrag. Även i huvudstudien har han fortsatt bidra på många sätt, inte minst genom att generöst dela med sig av sitt gedigna matematik- och no-didaktiska kunnande och sin otroliga förmåga att finna relevant litteratur. Enligt min mening måste man gå långt utanför landet för att finna motsvarande kompetens, om ens det är tillräckligt.

Björn Andersson var diskutant på slutseminariet. Han hjälpte mig att se flera förgivettaganden som förbigått mig före seminariet. Björn var också den som introducerade mig i empirisk forskning i början på nittitalet. På slutseminariet spelade som alltid Allan Svensson en viktig roll. Han har en förmåga att lyfta fram det mest kritiska i ett arbete på ett fantastiskt sätt. Så gjorde han även denna gång.

När man tycker sig ha beskrivit det man tror sig ha funnit och det är dags att få ihop sina högar med texter till ett manuskript som går att trycka, så behöver man hjälp med montering samt fack- och språkgranskning. Ronnie Ryding har gjort formgivningen samt monterat delar av arbetet. Göran Emanuelsson och Karin Wallby har läst mina texter med kritiska ögon och genomfört monteringen av manuskriptet. I denna process har de inte endast bidragit med synpunkter på språkliga formuleringar och formen på arbetet, de har också fått mig att inse att det jag skrivit inte alltid motsvarat det jag haft för avsikt att berätta. Deras kunnande om skola, lärande och undervisning särskilt beträffande matematik har således bidragit i mina tolkningar av data. Jag vill också varmt tacka Dennis Beach och Jeremy Kilpatrick för att de granskat och förbättrat de engelskspråkiga delarna av arbetet samt Doris Gustafsson för granskning och justering av referenslistan. Konstigheter som kvarstår är sannerligen inte språkgranskarnas fel.

Det är många andra som hjälpt till och varit betydelsefulla stöd, men det finns inte plats att nämna alla. Det finns några till som jag nämner vid namn. Jan-Erik Johansson var den som en gång, för alldeles för länge sedan, gav mig möjlighet att sätta ihop en ansökan till forskarutbildningen. Frank Bach och Ulla Runesson har i intressanta diskussioner bidragit mycket till mitt sätt att förstå lärande och undervisning. Silwa Claesson, Airi Rovio-Johansson, Pang Ming Fai, Pong Wing Yan, tack för fenomenografisk och variationsteoretisk stimulering i och utanför arbetsgrupper, ”work shops” och seminarier.

Jag riktar också ett stort tack till fakulteten, forskarutbildningsnämnden, institutionen och min arbetsenhet inte endast för att ni erbjudit mig allt det ni ska, utan också för att ni tagit ansvar som går utöver det man kan förvänta sig som doktorand. Jag tänker t.ex. på de bidrag ni givit till Hong Kong resor under det mest kritiska året av arbetet.

Utän "mina" lärare hade det inte kunnat bli en empirisk avhandling. Jag hoppas och tror att ni känner igen er. Jag vill också passa på att be om ursäkt för att mitt arbete inte kan erkänna hela den mycket komplexa kompetens ni representerar. Det har heller inte varit mitt syfte, jag har gjort avgränsningar. Jag skriver t.ex. inget om hur bra ni är på att ta hand om barn och visa dem respekt, inte heller skriver jag något om er entusiasm inför ert viktiga arbete – kanske det mest betydelsefulla arbete som finns. Säkert har jag betonat dimensioner i er undervisning som ni anser mindre viktiga i det myller av aspekter som finns i och runt ett klassrum. Helt säkert bortser jag i avhandlingen från sådant som är centralt för er. Jag hoppas att ni, och alla andra, läser boken som den partiella beskrivning den med nödvändighet måste vara.

Min bror Henrik har alltid visat stimulerande tilltro till min förmåga. Pappa Göran är redan omnämnd. Mamma Lillemor har inte varit så handgripligt involverad som pappa, men hon har bidragit, på ett sätt ännu mer, genom att vara min viktigaste förebild beträffande det kritiska tänkande och ständiga ifrågasättande som är en så viktig strävan när man försöker genomföra ett vetenskapligt arbete.

Jag har sparat mitt viktigaste stöd till sist och kommer nu till Monika, Tove och Petter. På sätt och vis är det er avhandling lika mycket som det är min egen. Jag älskar er och jag hoppas att ni skall märka det tydligare nu.

Strömmen sista september 2001

Jonas Emanuelsson

INNEHÅLL

1 INLEDNING	1
Att se vad andra ser	1
Vad ser lärare i sin undervisning?	2
Lärares kunnande	3
Möte kring innehåll	3
Att undersöka vad lärare ser av elevers kunnande	5
Varför är detta intressant?	5
Avhandlingens struktur	6
2 FRÅGESTÄLLNING OCH SYFTE	7
Lärares syften	8
Lärares lärande – och elevernas	8
3 PERSPEKTIV PÅ KUNNANDE	9
Variation i erfärande	9
Lärares frågor i klassrummet	14
Interaktionsmönster som följer på lärares frågor	23
Lotsning och funneling	23
Scaffolding, Fading	24
Negotiation of meaning	25
Listening	25
Kunskap och lärande inom olika perspektiv	26
Förvärvandemetaforen	28
Deltagandemetaforen	31
Fenomenografi och variationsteori	32
Första och andra ordningens perspektiv	33
Andra lärande – objekt eller subjekt?	35
Perspektiv i praktiken	36
4 DEN EMPIRISKA STUDIEN	37
Studiens karaktär	37
Studiens uppläggning och design	39
Utskrift av ljudband	40
Elevbeteckningar	41
Urval	41

Studiens olika faser	43
Abduktion	44
Studiens kunskapsanspråk	45
Objektivitet, validitet och reliabilitet	47
Innehållsvaliditet	49
Metodologisk validitet	50
Kommunikativ validitet	50
Forskningsetik	50
Trovärdighets- och giltighetskonklusion	51
5 RESULTAT	53
Om studiens olika resultattyper	53
Studien och dess beskrivning	54
Översikt av studiens teoretiska bidrag	54
Den abduktiva processen	55
Studiens teoretiska bidrag	56
Objektets arkitektur	56
Objekt i olika zoner	58
Olika zoner i klassrumsinteraktionen	59
Skiften mellan zoner och kontexter	60
Distinktioner	61
Angående språkbruk	61
Analytiska fallstudier	63
Agneta	63
Sammanfattning Agneta	80
Boel	83
Sammanfattning Boel	90
Cecilia	92
Sammanfattning Cecilia	112
Doris	115
Sammanfattning Doris	132
Elisabet	133
Sammanfattning Elisabet	145
Filippa	147
Sammanfattning Filippa	165
Gunilla	169
Sammanfattning Gunilla	186
Hanna	189
Sammanfattning Hanna	197

Tillbakablick på det teoretiska resultatet	199
Relationer mellan resultat och utgångspunkter	199
Diskussion av det teoretiska resultatet	200
Innehålllets roll i deltagarmetaforen	202
Sammanfattande resultat	204
Erhållna variationsmönster	204
6 DISKUSSION	211
Generalisering av det teoretiska bidraget	211
Generalisering av de analytiska fallbeskrivningarna	211
Varför ser resultatet ut som det gör?	212
Lärares kunnande	214
Pedagogical content knowledge	214
Pedagogical content knowing	215
Innehållsligt kunnande i ett fenomenografiskt perspektiv	217
Metoddiskussion	221
En fråga om frågor?	222
Åter till avhandlingens syfte	223
SUMMARY	225
REFERENSER	251

I INLEDNING

- What is that reality?
- Reality is a very subjective affair. /.../ If we take a lily, for instance, or any other kind of natural object, a lily is more real to a naturalist than it is to an ordinary person. But it is still more real to a botanist. And yet another stage of reality is reached with that botanist who is a specialist in lilies. You can get nearer and nearer, so to speak, to reality; but you never get near enough because reality is an infinite succession of steps, levels of perception, false bottoms, and hence unquenchable, unattainable. You can know more and more about one thing but you can never know everything about one thing: it's hopeless.

Ur en intervju med Vladimir Nabokov, BBC television,
The Listener (22 november, 1962)

Att se vad andra ser

När jag var barn och omkring tio år gammal, funderade jag över färger och hur andra människor "ser" samma färg. Jag gjorde ett tankeexperiment där jag tänkte mig ett grönt föremål. Hur vet jag att det är grönt?, frågade jag mig samtidigt som jag bortsåg från fysikaliska och biologiska förklaringar. Mitt svar var att jag lärt mig att just denna nyans kallas grön. Andra människor i min omgivning kallar den ju också grön. De gör samma distinktion som jag. Jag fortsatte funderingen och kom fram till att den färg vi alla kallar grön inte nödvändigtvis ser likadan ut för alla. Hur skulle den se ut för mig om jag på något sätt kunde byta blick med någon annan? Kanske är det så att min gröna färg i själva verket är röd för andra men att vi endast benämner den på samma sätt? De konventioner vi har angående färgers namn behöver ju inte säga något om hur samma färg subjektivt ser ut för andra människor. Går det överhuvudtaget att ta reda på om samma färg ger samma "färgupplevelse" för andra? Dessa grubblerier "besvarar" mig fortfarande, men numer på ett annat sätt. Det är kanske som den ryske författaren Vladimir Nabokov påstår i det inledande citatet, att det är hopplöst att komma till fullständig insikt om något. Jag har inom ramen för detta arbete övergett tanken på att komma till absoluta insikter i en av oss människor oberoende värld.

För mig handlar det istället om att göra beskrivningar, eller bygga modeller som är i så god överensstämmelse med den förstådda världen som möjligt. Sådana beskrivningsmodeller måste vila på någon sorts antaganden eller utgångspunkter. Dessa väljs så att de är så rimliga som möjligt samtidigt som de medger konsistenta, rika och användbara beskrivningar. En sådan utgångspunkt för detta arbete är att alla vi människor lever i en och samma värld, men att denna enda värld, eller alla tänkbara aspekter av densamma, som t.ex. färg, kan förstås, uppfattas eller erfaras på olika sätt. Tillämpat på ovanstående anekdotiska beskrivning innebär detta att jag utgår från att färgen är densamma för alla betraktare men att den kan bidra till olika färgupplevelser för olika människor. Vissa kanske ser ett grönt föremål som nästan gult, andra erfar en dragning åt blått, och några kanske finner det brunaktigt grönt, men vi betraktar fortfarande en och samma färg. Dessa olika sätt att uppfatta en och samma färg är relaterade till varje betraktares samlade erfarenhet. Den aktuella färgnyansen framstår för andra mot bakgrund av andra nyanser de tidigare sett. Min ursprungliga fråga om färgupplevelser har så ändrats till en fråga om variation i hur vi människor kan förstå en och samma sak. Denna samlade variation utgör då en beskrivning av färgen. För att komma till klarhet hur andra förstår måste man ha åtminstone en fast punkt. I detta arbete är en sådan fast punkt att vi lever i en och samma ontologiska värld. På så sätt har jag åtminstone på ett plan löst mina gamla grubblerier. Den färg som är beskriven inledningsvis är grön för oss alla, och dess "sanna" natur ges av den komplexa sammanslagningen av alla möjliga sätt att se, eller om man så vill, förstå den.

Vad ser lärare i sin undervisning?

Detta arbete handlar om lärande i skolmiljö. Klassrummet är i denna studie inte endast en plats för elevers lärande, också lärare lär när de undervisar. Vad kan då lärare ha för möjligheter att lära? En förutsättning för att lära om något, att förstå något, är rimligtvis att man har tillfälle att lägga märke till det. Man kan ha sin uppmärksamhet riktad mot en mängd olika aspekter som finns i ett klassrum. Marton (1994) sammanfattar ett antal studier och hävdar med referens till Andersson & Lawenius (1983), Annerstedt (1991), Johansson (1992) och Alexandersson (1994) att lärare mycket sällan är orienterade mot innehåll. Med innehåll avser han inte innehåll i sig eller som de framstår i läromedel eller styrdokument, utan specifika innehåll som de behandlas i undervisningen, eller specifika innehåll som

de förstås av elever och av läraren. Innehåll som det behandlas i undervisningen, som det förstås av lärare och som det förstås av elever är inte det tre helt olika saker? Jag påstår att dessa tre till synes skilda innehåll kan betraktas som relaterade aspekter i en och samma helhet.

Lärares kunnande

I det inledande citatet hävdar Nabokov att en lilja är olika verklig för olika betraktare. I en mening är hans påstående högst problematiskt i relation till detta arbete eftersom jag utgår från att vi alla lever i samma verklighet. En lilja är i denna mening därför lika verklig för oss alla. I en annan, och mindre bokstavlig tolkning framstår hans påstående som högst meningsfullt. Vi ser en lilja på olika sätt beroende på vårt kunnande. En specialist ser andra saker i liljan och förstår dessa rimligtvis på ett djupare plan än en som inte har tillgång till botanisters sätt att förstå. När lärare strävar efter att förstå det som barnen säger och gör i klassrummet är det rimligt att tänka sig att lärare ser olika saker beroende på deras kunnande om elever, pedagogik, metodik, innehåll, elevers kunnande i allmänhet, elevers kunnande om det aktuella innehållet osv. I arbetets avslutning återkommer jag till olika aspekter av lärares kunnande och några olika sätt att betrakta det.

Möte kring innehåll

Hounsell (1986, s. 262) skriver målande om undervisning som ett "själarnas möte". En närliggande idé uttrycks mer precist av Alexandersson (1994) när han beskriver att undervisning innebär att lärare och elevers medvetande kan komma i kontakt med varandra i relation till ett specifikt innehåll. Lärares undervisningsobjekt blir då detsamma som elevernas objekt för lärande. Att objektet är samma innebär här inte att lärare och elever förstår det på samma sätt. Eleverna är internt relaterade till objektet för lärande. Läraren är internt relaterad till objektet för undervisning. Marton för ett liknande resonemang (Se t.ex. Marton, 1993; 1995, s. 175). Lärares och elevers förståelse av innehållet kan inte vara i kontakt om inte undervisningen omfattar elevernas förståelse av specifika innehåll. Eleverna sätt att förstå måste tematiseras, annars kan inte undervisningsobjektet sammanfalla med elevernas objekt för lärande (Marton & Booth, 1997). Fosnot har liknat sådan god undervisning med dans.

Any stage of the [teaching-learning] sequence is not the result of an innately patterned maturation process, but instead is the result of construction by active humans in a social context as they negotiate meaning. /.../ I have termed this process *the dance*.

The interaction of learners and teachers, learners with each other, and learners and objects form a melody with notes playing off each other: sometimes with harmony, sometimes with a beethovenian discordance of creative tension.

(Fosnot, 1993, s. 1195, kursiver i original)

Innehållet i undervisningen kan således betraktas som konstitutivt. Såväl lärare som elever bidrar med sina sätt att förstå i att etablera undervisningsinnehållet.

Lärares sätt att handla i förhållande till innehållet i undervisningen är villkorat av deras förståelse av detsamma (jmf. Marton, 1995). Att t.ex. hantera multiplikation av negativa tal, inte endast som en regel, "minus gånger minus blir plus", utan så att sättet att räkna blir trovärdigt och begripligt för eleverna förutsätter att läraren själv har tillgång till matematiskt legitima förklaringar och kunnande om hur elever kan tänkas förstå dessa.* Elevernas möjliga sätt att förstå multiplikationen är relaterade till hur den behandlas i undervisningen. Förmodligen ligger det nära till hands att de förstår multiplikationen som en tillämpning av en regel om den presenteras som fakta. Rimligen har de möjligheter till en rikare förståelse om undervisningens innehåll omfattar en motivering till varför regeln fungerar. Därmed inte sagt att vissa sätt att handla i klassrummet följer entydigt eller enkelt av särskilda sätt att förstå något innehåll.

Ett innehållsligt forskningsfokus på undervisning är förvånande nog sällsynt. Shulman (1986; 1987) menar att fokus på ämnesinnehåll är svagt inom klassrumsforskningen. Romberg och Carpenter (1986) menar i en översikt att forskningen oftast ignorerar undervisningens innehåll och att de flesta studier av matematikundervisning är för ytliga ("too global"). Marton skriver om "the erosion of content" när han beskriver både lärares och forskares fokus på undervisningen (Marton, 1994).

Detta arbete kombinerar dessa intressen: Intresset att studera lärande, särskilt lärares lärande samt, med ett innehållsligt fokus, intresset att undersöka vad lärare riktar sin uppmärksamhet på i undervisningen.

* Ett sätt att hantera regelns legitimerande kan t.ex. följa av att man utgår från att distributiva lagen för positiva heltal bör gälla även för negativa heltal.

Att undersöka vad lärare ser av elevers kunskande

Johansson och Emanuelsson (1997) intervjuade 28 lärare om deras utvärderingspraktik i matematik och naturorientering. Studien betraktas som en pilotstudie till detta arbete. Den i förhållande till huvudstudien viktigaste slutsatsen var att lärarna ofta hänvisade till den dagliga samvaron med eleverna i klassrummet som sin viktigaste källa till kunskap om elevernas kunskap. Prov, tester, diagnoser och andra insamlade arbeten ansågs inte ge tillräcklig grund för att få detaljerad inblick i elevernas tankar och förståelser. För detta krävdes enligt lärarna också samtal med eleverna i grupp och enskilt. Lärarna menade att möjligheter till sådana samtal fanns inom ramen för den vanliga undervisningen. Pilotstudien indikerade också att det fanns skillnader mellan lärarnas sätt att resonera beträffande utvärdering i matematik och den i naturorientering. Det ansågs överlag vara enklare och mer tillförlitligt att ta reda på vad eleverna kan i matematik än i naturvetenskap. Den innehållsliga karaktären på utvärderingarna tycktes också skilja sig åt. Det fanns ett tydligare fokus på huruvida eleverna kan eller inte kan (till skillnad mot vad de förstår) i matematik än i naturvetenskap. Utvärderingen var i naturorientering mer inriktad på elevernas intresse och vad de skulle vilja arbeta med och hur detta skall gå till. En annan skillnad berörde utvärderingens inriktning mot elevernas kunskande som individer i matematik, medan den i naturorientering i hög utsträckning tycktes fokusera eleverna som kollektiv.

Mot bakgrund av den vikt lärarna lade vid samtal med elever i klassrummet och indikationerna på skillnader mellan skolämnena har huvudstudien designats med klassrumsobservationer av lärare som undervisar i både matematik och naturorientering och uppföljande intervjuer som fokuserar konkreta exempel från observationerna (se ”metodavsnittet”, s. 40 för närmare beskrivning).

Varför är detta intressant?

I personalrummen på våra grundskolor diskuteras ofta händelser som tyder på att lärare gör insikter inte endast av ämnesteoretisk karaktär utan också om sina elevers sätt att resonera. Det är inte särskilt djärvt att förmoda att lärares kunskap om elevers kunskaper är av avgörande betydelse för deras sätt att tänka om, planera och genomföra undervisning. Det är inte heller särskilt djärvt att anta att elever inriktar sitt lärande i enlighet med karaktären på de frågor som läraren ställer i klassrummet. Ausubel har i ett ofta citerat stycke erbjudit råd till de som undervisar:

The most important factor influencing learning is what the learner already knows. Ascertain this and teach him accordingly.

(1968, p. vi)

Hans råd består av två delar. Den första delen innebär att det är av stor betydelse att ta reda på elevernas sätt att förstå, den andra delen påstår att undervisningen bör anpassas därefter. Det är villkoren för den första delen av hans råd som är fokus för detta arbete. Jag vill dock formulera Ausabels råd i termer av att det är skillnaderna mellan hur vi erfar "tidigare" kunnande och det vi förstår att den nya situationen kräver som är mest kritiska i förhållande till lärande snarare än vad den lärande redan vet.

Avhandlingens struktur

Jag hoppas att läsaren kan se samma röda tråd i min beskrivning av studien som jag haft i åtanke när jag genomfört den. Den idé som är tänkt att hålla samman bokens olika avsnitt är att variation är centralt i förhållande till våra möjligheter att begripa världen. Olika slags variation är centrala på olika sätt i olika delar. Arbetets övergripande syfte beskrivs i nästa avsnitt som att studera variation beträffande lärarens möjligheter att se sina elevers kunnande. Syftet specificeras sedan ytterligare som variation beträffande dessa möjligheter både inom och mellan skolämnen (kap 2). I avsnittet därnäst när jag positionerar mig teoretiskt blir variation centralt på flera sätt. Jag utnyttjar t.ex. variation mellan olika teoretiska perspektiv på lärande för att lyfta fram hur jag förhåller mig till dessa. Jag beskriver också med några exempel variation i vad andra funnit i närliggande arbeten (kap 3). När jag beskriver hur jag genomfört min studie visar jag hur variation är centralt som ett analysverktyg i förhållande till mitt empiriska material (kap 4). Resultatbeskrivningen har tre delar. En första där jag redovisar den teorigenerering arbetet inneburit. Därefter följer åtta stycken fallbeskrivningar. Här utnyttjas variation som analysverktyg. I den sista resultatdelen, det sammanfattade resultatet beskriver jag variation mellan fallen, samt inom och mellan matematik och naturvetenskap (kap 5). När jag avslutningsvis diskuterar vilka implikationer mitt arbete kan ha i relation till såväl fortsatt forskning som lärares praktik visar jag på en variation av möjligheter. I denna del tar jag också upp möjliga relationer mellan lärares sätt att ställa frågor och deras kunnande om innehåll (kap 6).

2 FRÅGESTÄLLNING OCH SYFTE

Bland lärares många arbetsuppgifter, ansvar och uppdrag finns som en central aspekt att de bör följa elevernas kunskapsutveckling och stödja dem i deras lärande (SOU 1992:94; SKOLFS 1994:1; SKOLFS 1994:3). Min pilotstudie visar att många lärare i intervjuer hänvisar till sin dagliga samvaro med eleverna som den viktigaste källan till kunskap om sina elevers kunnande (Johansson & Emanuelsson, 1997). Jag har därför undersökt klassrumspraktik med fokus på hur elevers kunnande kommer till uttryck i det dagliga arbetet i vår skola och hur interaktionen i klassrummet gör sådana uttryck möjliga. Klassrummet betraktar jag inte endast som plats för elevers lärande. Även lärare har där möjligheter till lärande, inte minst om sina elevers kunnande. Jag har genomfört en empirisk studie och studerat villkoren för hur lärares möjliga erfarenheter formas under praktiken, delvis av dem själva och inte hur de formar sin praktik, vilket är vanligare inom klassrumsforskning.

Avhandlingen syftar till att beskriva variation i hur lärares frågor i klassrummet öppnar för deras möjligheter att se, förstå, uppfatta, erfara elevernas sätt att förstå inom matematik och naturvetenskap. Ett delsyfte är att beskriva skillnader och likheter beträffande dessa möjligheter mellan nämnda ämnesområden.*

I klassrumsinteraktionen skapas ett rum för lärande, potentiellt öppet för både elevers och lärares erfarenhet. Mitt fokus ligger på de frågor lärare på olika sätt ställer till sina elever och hur dessa bidrar till att konstituera rum av variation som läraren potentiellt kan erfara. Avsikten med att välja två av skolans ämnen är inte att öka möjligheter att generalisera över skolans ämnen. Tanken är den motsatta. Genom att välja två ämnen hoppas jag kunna nå djupare förståelse kring varje ämne för sig, genom möjligheten till kontrasteringar med det andra. Hade jag valt att endast studera matematik, hur skulle jag då haft möjligheter att förstå det som eventuellt är specifikt för detta skolämne?

* se, erfara, uppfatta och förstå används som synonymer

Lärares syften

Lärarnas explicita eller implicita syften med frågor sammanfaller inte nödvändigtvis med mitt intresse att karakterisera hur frågor öppnar för specifika sätt att förstå. En lärares intention eller avsikt kan därför vara en annan än min. Att sätta lärarnas syften i bakgrunden ser jag som en avgränsning av mitt forskningsobjekt.

Lärares lärande – och elevernas

Är det elevernas eller lärarnas lärande som är i fokus? Båda måste fokuseras eftersom de är aspekter av samma sak. En öppen fråga vidgar lärandet både för eleverna och lärarna. En sluten stänger för båda. Lärares och elevers möjligheter till lärande är sammanflätade. En förutsättning för att studera lärarens möjligheter att lära om elevernas lärande är att elevernas är tematiserat i rummet för lärande. Mitt analytiska fokus ligger dock på lärarens möjligheter till lärande.

3 PERSPEKTIV PÅ KUNNANDE

I detta arbete använder jag ofta ordet *variation*. Det är ett vanligt ord som förekommer i många sammanhang. Vi använder ordet i dagligt tal, liksom en mängd andra ord med närliggande innebörd t.ex. skillnad, kontrast, olikhet, ombyte, förändring, avvikelse och mångfald. Det finns många fler exempel på uttryck som kan ha innebörden att något varierar. Det kan kanske ses uddlöst och föga nyskapande att använda variation som analysinstrument för att genom forskning försöka nå djupare insikter beträffande lärande. I detta arbete är det emellertid en särskild sorts variation som är i fokus. Det handlar om variation eller potentiell variation i erfارande. Jag menar att denna har fundamental betydelse för vad vi lär om den värld vi är en del av. Detta något som vi har möjlighet att erfara, förstå eller uppfatta är just det som varierar, eller det som skulle kunna göra det.

Variation i erfارande

Neodarwinistiska idéer om biologisk utveckling bygger på urval och variation inom genetiska pooler. Livets biologiska potential att möta förändringar i en okänd framtid är relaterad till genetiska variationer inom en given population. Naturens "sätt att fungera" och "potential att möta förändringar" i vår miljö är beroende av variationen i det genetiska materialet. Variationer i miljöbetingelser "möts med" variationer i DNA. I ett populationsperspektiv har arten bättre möjligheter till överlevnad i en föränderlig värld om det finns stor genetisk variation än om denna är liten.*

Den genetiska variationen är dock av en annan kategori än erfaren variation som är relaterad till våra sinnen.

Våra sinnen är evolutionärt anpassade, och kan sägas ha funktionen att registrera skillnader i sinnliga intryck, eller om man så vill variationer i erfارande. Det innebär ett överlevnadsvärde att erfara just sådant som skiljer sig från det man är van vid, och därmed också tar för givet. Att upptäcka potentiella faror innebär att man urskiljer det som framstår som okänt och annorlunda. Det finns många djur, inte minst bland insekterna, som genom grälla färger eller uppseende-

* Något oegentligt i ett evolutionärt perspektiv eftersom individen eller ibland t.o.m. genen anses utgöra den funktionella nivån.

väckande mönster anses signalera till potentiella rovdjur just fara i form av giftighet eller aggressivitet. Strategin innebär att potentiellt erfaren variation ökar. Kamouflage, former, färger eller mönster som smälter in i bakgrunden minskar faran för upptäckt. Det är ett sätt att minska potentiellt erfaren variation och därigenom minska risker för upptäckt.

Vi ser hur inte bara livet självt och livets olika "strategier" för överlevnad "utnyttjar" variation. Det tycks även som om våra sinnesorgan primärt har funktionen att uppmärksamma just variation. Det finns många exempel och jag kommer endast att visa på några av dessa.

För spädbarn finns det särskilt utformade leksaker, bland annat mobiler som bygger på kontrasten mellan vitt och svart. Tanken är att variation i synintryck skall fånga det lilla barnets uppmärksamhet. Vi har också lättare att se det som befinner sig i rörelse, såsom en fågel i flykt genom skogen. Genom variationen i läge blir fågeln synlig mot den stillastående bakgrunden. Den fågel som sitter stilla på en gren och har en färg som smälter in i omgivningen ser vi inte på grund av avsaknad av variation i färg och i rörelse. Färger får sin upplevda nyans mot bakgrund av andra närliggande färger. En grön prick på röd botten ger annorlunda intryck än samma gröna nyans mot en blå botten.

Ett monotont bakgrundssurr tenderar att höra till bakgrunden i vårt medvetande när vi exponerats för det under en längre tid. Det är först när det så småningom försvinner och blir tyst, t.ex. när arbetsplatsens fläktsystem stängs av fem minuter i fem som vi förstår att bullret funnits där hela dagen. När det varit avstängt en stund "hör" vi inte heller tystnaden, eller avsaknaden av ljud. Genom att tänka oss att det kunde vara helt tyst kan vi dock förnimma fläktens surr mot bakgrund av den potentiella bristen på surr. Ljud som bryter av, en kvist som knäcks i den för övrigt "tysta" skogen, eller ambulansens sirener urskiljer vi just för att de framstår mot bakgrund av den övriga ljudbilden.

Grodan hoppar enligt talesättet inte ur kastrullen på den nyss påslagna och gradvis varmare plattan. Detta kan förstås som att den inte känner variationen i den alltför långsamt ökande temperaturen. Sätter vi däremot ner den i ett kärl där vattentemperaturen avsevärt skiljer sig hoppar den däremot enligt samma talesätt omedelbart iväg. Det som grodan erfar är inte temperaturen i sig, utan skillnader, variationer i temperatur. Om anekdoten är en riktig beskrivning av hur grodor reagerar vet jag inte men ett annat närliggande exempel är ett experiment där man inledningsvis har ena handen i ett kärl med kallt vatten och den andra i ett med varmt. Efter en stund flyttar

man båda händerna till ett tredje kärl med ljummet vatten. Med handen som ursprungligen var i det kalla vattnet erfars då det ljumna vattnet som varmt. Med den andra handen erfars samma vatten som kallt. Experimentet visar att vattentemperatur erfars som en skillnad mellan olika temperaturer. Brödsulornas knölighet känns mot det släta lakonet i sängen och utgör variationer i underlaget som kan bli så påtagliga att de fångar vår uppmärksamhet till den milda grad att de effektivt hindrar oss från att somna.

Lång exponering för en och samma smak eller lukt, gör att vi till slut inte märker den. Vissa maträtter smakar bättre dagen efter vi lagat den. Ett sätt att förklara detta är att våra sinnen avtrubbas när bostaden fylls av doft. Vi vänjer oss vid den konstanta aromen och förstår till sist inte smaka av såsen, utan måste be någon som inte varit utsatt för ångorna under lång tid att göra det. Vi ledsnar på personalmatsalens tråkiga måltider som alltid smakar på ungefär samma sätt. Det är olika smakers brytningar mot varandra som kittlar vår gom mest behagligt, såsom kontrasten mellan beskt och syrligt, som mellan salladsbladet och dressingen eller spänningen mellan salt och sött i lakritskonfekten. Det är när vi provar viner gjorda av olika druvor som vi lär oss känna igen inte bara skillnader mellan dessa utan samtidigt också karaktäristika för den enskilda druvsorten, något som är nästan omöjligt om vi endast prövar en enda sorts druva.

På liknande sätt som våra sinnen tycks anpassade för att "registrera" variationer av olika typ tycks våra sätt att erbjuda andra att ta del av det vi varit med om ofta utnyttja variation. Variationers betydelse för vårt sinnliga erfalande tycks ha en relation till hur vi berättar för andra om våra erfarenheter. Vill vi berätta vad en fisk *är* för någon som inte säger sig veta, ligger det nära till hands att beskriva olika sorters fiskar och deras levnadsvillkor. Vi erbjuder därmed en variation inom gruppen fiskar. Denna någon kanske replikerar och frågar om delfiner också är fiskar. Det går då att öppna för en variation mellan gruppen fiskar och till utseendet liknande djur som inte är fiskar. För att veta vad en fisk är behöver vi också veta något om vad fiskar *inte är*, också detta en sorts variation som är intressant i detta arbete. På samma sätt är det med matematiken. Vi berättar om addition genom att peka på en variation av tillämpningssituationer med en mängd olika räknehjälpmiddel. Olika centralmått, deras egenskaper och innebörder förstås genom att jämföra och kontrastera dem mot varandra och deras användning i olika sammanhang.

Alfred P Sloan jr, chef på General Motors, lär under ett styrelsemöte ha sagt:

Gentlemen, I take it we are all in complete agreement on the decision here. (Everybody nodded.) Then I propose we postpone further discussion of this matter until our next meeting to give ourselves time to develop disagreement and perhaps gain some understanding of what the decision is all about.

(Sloan, 1964)

Vid första anblicken framstår Sloan juniors beskrivna handling som kontraintuitiv. Om alla tycks vara överens så kan det väl inte finnas någon anledning till tvekan inför beslutet? Man behöver tänka ytterligare ett steg för att inse det geniala i hans förslag att försöka minska styrelsens samsyn. Utan att säkert ha tänkt på variation i sätt att förstå anknyter Sloans resonemang till den centrala idéen om variationens betydelse för att förstå något specifikt. Eftersom han inte uppfattar någon skillnad mellan olika personers sätt att se på det förestående beslutet, menar han att det inte är möjligt att förstå innebörden av detsamma. Han uppmuntrar till, eller *öppnar* för en ökad diversifiering med yttersta syfte att komma till bättre insikt om innebörden i det specifika beslutet. När jag, just i detta nu, föreslog en tolkning av Sloan använde jag också variation genom att inledningsvis betänka huruvida hans uttalande var intuitivt rimligt eller ej. Jag antydde variation mellan olika utgångspunkter för tolkning.

Variation tycks ha avgörande betydelse för vad vi erfar med våra sinnen, uppfattar och förstår, vilka aspekter vi urskiljer och därmed också för vad vi lär. Vi erbjuder ständigt möjligheter att lära i och utanför utbildningssystemet. Har vi tillgång till flera olika sätt att tänka om samma sak, en variation i sätt att se, så har vi rimligtvis bättre möjligheter att möta en helt ny situation än om endast ett sätt att förstå finns vid handen.

Ovanstående iakttagelser och idéer har en sak gemensamt. Samtliga handlar om och förutsätter variation. Det är därför naturligt att ta sin utgångspunkt i erfaren variation, eller möjligheter att erfa variation när vi avser att studera andras lärande och möjligheter till lärande.

Systematiska studier av hur människan fungerar och påverkas kan betraktas som om de fokuserar variation, explicit eller implicit. Statistiska ansatser studerar individuella differenser eller skillnader mellan individers eller grupperns förmågor. I fokus finns då variation också i den snävare betydelsen varians. Det finns kvalitativt inriktade forskningsansatser, exempelvis fenomenografi, som syftar till att beskriva och ibland förklara variation i människors sätt att förstå och handla i förhållande till specifika innehåll. Objekt för studium kan också vara variationer i de strukturer som utgör vår kultur och det

politiska system som vi lever i. Variationer mellan män och kvinnors möjligheter till lärande inom t.ex. skolan kan studeras utifrån genusperspektiv.

En central utgångspunkt i detta arbete är att avvisa möjligheten att objekt talar för sig själv och att de kan betraktas förutsättningslöst och oberoende av den som betraktar. Inte heller bestämmer vårt samhälle eller vår kultur helt och hållet hur vi ser på världen omkring oss.

Den blanka fisk som sprattlar nyfångad framför mig på strandkanten kan jag urskilja just som en fisk mot bakgrund av det omgivande älvgruset och flugspöet i min hand. Vad är det för sorts fisk? En lax, eller kanske en havsöring? Det kan vara mycket svårt att avgöra. Jag ser att det troligen är en lax med en samtidigt tänkt kontrastering med att det skulle kunna vara en öring. Den grund mot vilken fisken framträder, är densamma oavsett vilken art det är i detta fall, den yttre horisonten är invariant. Små skillnader i fiskögonens laterala läge i förhållande till munvinklar, variationer i de svarta fläckarnas placering i förhållande till sidolinjer, olikheter i stjärtpolarnas omfång och de olika stora vinklarna på stjärtenens avslutning får mig att se, uppfatta eller förstå att det med stor sannolikhet är en lax. Platsens geografiska belägenhet, här en del av kontexten, spelar också stor roll i artbestämningen. Jag resonerar på skilda sätt om fisken dragits upp i t.ex. norra Norge, eller om den ligger på stranden av en älv som mynnar i Östersjön. Olikheter eller variationer mellan de båda arternas olika delar, eller variation mellan deras inre horisonter får mig att urskilja min fisks helhet som just lax i den kontext den befinner sig i. En annan sportfiskare med andra erfarenheter hade kunnat göra en annan artbestämning. Kanske hade fisken varit en id, eller t.o.m. ett mål mat, för honom eller henne? Tidigare erfarenheter medverkar i min förståelse av vad fisken är. Det är således inte en egenskap som finns i fisken själv, inte heller finns den enbart knuten till mig eller någon inre egenskap som jag har. Lika lite är det enbart den kultur som jag ingår i som oberoende av mig och fisken bestämmer arttillhörighet. Det existerar visserligen kulturellt, historiskt och socialt betingade överenskommelser om artspecifika kännetecken för olika fiskar. Men det är min förståelse av dessa som avgör vilken bestämningen blir. Det är i relationen mellan mig och fisken i gruset vid mina stövlar som min förståelse av fisken konstitueras (jmf. Marton & Booth, 1997, s. 86-87).

Om jag vill berätta, kanske skryta om min fångst för andra och för dem göra det troligt att jag fångade just en lax kan jag välja att berätta just om skillnader mellan lax och öring och mot bakgrund av dessa försöka vara övertygande i min berättelse.

På motsvarande sätt kan jag resonera i relation till beskrivningen av studiens lärare och deras frågor genom att kontrastera det jag finner mot andra möjligheter som skulle ha kunnat inträffa. Genom att beskriva inte endast de frågor som ställs utan också beskriva hur de skulle ha kunnat fråga istället, menar jag att jag tydliggör vad deras frågor öppnar för. Jag utnyttjar variationen mellan deras praktik och vad deras praktik skulle ha kunnat öppna för med motivet att vara övertygande och för att tydliggöra vad de frågor de ställer faktiskt öppnar för. En annan möjlighet som finns inbyggd i min design är möjligheten att kontrastera samma lärares frågor i matematik med de frågor som ställs i naturvetenskap. På detta sätt hoppas jag inte bara belysa variation mellan dessa skolämnen utan också kunna nå djupare förståelse om frågor inom respektive ämne. Lärares frågepraktik framstår dels mot hur den skulle ha kunnat vara, dels mot hur den är inom det andra skolämnet. Variation, dvs. skillnader, likheter och kontraster är inte endast utgångspunkt för min frågeställning, min design och mina teoretiska utgångspunkter. Det är också ett av de analysverktyg jag använder i mina fallstudier och i det sammanfattande resultatet.

Lärares frågor i klassrummet

Vad är en fråga? Ordet används i många olika betydelser. Det kan användas för att ange att något är föremål för dispyt alternativt ej är väl definierat. Ordet kan också beteckna ett olöst dilemma, eller att något är öppet för diskussion. Inom ramen för denna studie används ordet för att beteckna en handling, verbal, skriftlig eller fysisk som bjuder in, eller uppmanar till svar i form av interaktion av någon typ. Engelskans *question* stammar från latinets *quaerere* som betyder *att söka* (Merriam-Webster, 2001).

Vill man veta hur någon annan förstår något, kan man ställa frågor. Den kanske vanligaste typen av kommunikation i klassrum är att lärare ställer frågor till eleverna. Dessa kan också ha en mängd andra funktioner. Att ge variation i vem som talar, att få eleverna att koncentrera sig, att försöka ta reda på om eleverna kan eller inte kan något specifikt är endast några bland många funktioner som frågor kan ha. När frågor har som funktion att ta reda på, eller *söka* efter hur elever förstår, kan lärares motiv för dessa vara att bedöma eller värdera elevers kunskande, ibland för att kunna ta rimliga beslut om hur undervisningen skall gå vidare. Det är den senare funktionen som behandlas i detta arbete.

Frågorna kan ha en mängd olika former. Ibland kan en fråga vara ett påstående eller en uppmaning till elever i samband med en aktivitet, t.ex. en presentation eller ett experiment som eleverna håller på med. Frågor ger upphov till interaktion mellan eleverna samt mellan lärare och elever individuellt eller i grupp. Interaktionens längd kan tänkas variera i tid från någon tiondels sekund upp till flera veckor.

Ett annat sätt att karaktärisera en fråga är dess öppenhet. Man beskriver ofta frågor i termer av öppna respektive slutna frågor. Det är då ofta frågan eller aktiviteten i sig som är i fokus, mer sällan den interaktion som följer på en fråga. En fråga kan anses öppen om den inte har ett på förhand givet svar. På motsvarande sätt kan frågan anses sluten om det finns ett och endast ett svar som dessutom är det svar som den frågande tänkt sig. Ett annat sätt att betrakta öppenhet är antalet rimliga svar. En öppen fråga har flera legitima svar medan en sluten har ett och endast ett. Det förekommer att frågor som kräver produktiva svar i termer av t.ex. en text som eleven själv förfärdigar kallas öppna. Dess slutna motsvarighet är då frågor där eleverna svarar med ett ord, eller väljer bland ett antal givna alternativ.

Det finns även andra mer precist definierade och mer fingraderade sätt att karaktärisera frågors öppenhet. Schwab (1964) myntade begreppet frihetsgrad för att ange graden av öppenhet beträffande uppgifter, frågor och aktiviteter. En uppgift där problem och genomförande är givna, men svaret är öppet för eleverna att bestämma har en frihetsgrad. En uppgift där såväl problemet, metoden att lösa det som svaret är öppet tilldelas frihetsgrad 3, vilket också är det maximalt möjliga. Herron (1971) har utvecklat frihetsgradsbegreppet att omfatta även uppgifter där såväl problem, metod som svar är givna. För dessa typer av uppgifter anges frihetsgraden till noll. Shulman och Tamir (1973) beskriver Herrons modell i tabellform:

Tabell 3.1. Frihetsgrader

<i>Frihetsgrad</i>	<i>Problem</i>	<i>Genomförande</i>	<i>Svar</i>
0	givet	givet	givet
1	givet	givet	öppet
2	givet	öppet	öppet
3	öppet	öppet	öppet

Andersson (1989) använder begreppet frihetsgrad som mått på hur styrd undervisningen är. Han menar att det yttersta syftet med elevuppgifter som har frihetsgrad två och tre är att förbereda eleverna för ett aktivt medborgarskap i ett demokratiskt samhälle och mer närliggande att ge bättre möjligheter för elever att bilda djupare förståelser om naturvetenskapliga fenomen. Enligt Lövdahl (1987), också citerad i Andersson (1989), är övervägande del av de experimentella elevuppgifterna i svensk skola av frihetsgrad ett. Detta innebär att de flesta laborativa uppgifterna i skolan är sådana att de utgår från en given fråga, och att eleverna förväntas att med en given metod komma fram till ett svar.

Det finns mycket forskning om lärares frågande i klassrummet som sträcker sig utanför en klassifikation av frågor i sig (för översikter se Black & Wiliam, 1998a, 1998b; Black, 1993; Crooks, 1988 och vidare referenser). Det mesta av denna forskning är dock av allmän och ej innehållsrelaterad karaktär. Man studerar faktorer som den tid som eleverna får på sig att svara, om frågor ställer höga eller låga kognitiva krav på den som svarar, om de skall ställas före eller efter undervisning o.s.v. Denna frågekaraktäristik relateras ofta till elevers allmänna generella förmågor och attityder mätt med test av någon typ. Mer sällan relateras frågor till lärare, deras praktik och tänkande. Sällan tematiseras relationer mellan dessa frågor och lärares/elevers förståelse av vad frågorna handlar om för dem. Forskningen är alltför långt från innehållet för att kunna användas för att dra slutsatser om vilka sätt att fråga som är mest effektiva vare sig i förhållande till elevers eller lärares lärande (jmf. Black & Wiliam, 1998a; Kawanaka & Stigler, 1999).

Black och Wiliam (1998a) menar att studier om frågor i klassrummet samt studier av utvärdering genomgått ett skifte i fokus från egenskaper på tester och prov, till fokus på interaktioner mellan utvärdering och lärande i klassrummet. Skiftet är kopplat till en förhoppning att en förbättring av utvärdering kan leda till bättre lärande hos eleverna. I sin översikt (ibid) redovisar de en undersökning huruvida det finns fog för en sådan förhoppning. I arbetet försöker de avgränsa sig till studier som har ekologisk validitet, dvs. är relevanta i förhållande till klassrumspraktik. I första hand är studier som bedrivits i klassrummet föremål för deras metaanalys. De avgränsar sig också till utvärdering med formativ funktion. Dessa båda avgränsningar gör att de hamnar relativt nära föreliggande arbete som just behandlar lärares frågor i klassrummet. I ett inledande avsnitt baserat på åtta studier visar de att systematisk formativ utvärdering kan leda till avsevärda förbättringar av elevernas lärande. Följande delar av deras sammanfattande analys är mest intressanta i förhållande till mitt arbete.

- Det är kvaliteter i interaktionen mellan lärare och elever som är avgörande för relationer mellan utvärdering och elevernas lärande. De menar dock att det är svårt att få grepp om dessa kvaliteter i publicerade rapporter. Läsare får inte tillgång till detaljer i interaktionen.
- Under olika utvärderingsansatser vilar en implicit eller explicit idé om lärande.
- En betydelsefull aspekt av utvärderingen är den feedback eller återkoppling eleverna får. Det är inte endast utvärderingen i sig utan hur resultatet återförs och vad återföringen innehåller som har inflytande på elevernas lärande.

Black och Wiliam (1998a) beskriver också lärares rådande utvärderingspraktik och refererar då till Crooks (1988) och Black (1993) och hävdar att det generella mönstret innebär en svag praktik:

- Utvärdering i klassrum uppmuntrar till ytinläring och tycks övervägande vara fokuserad på om eleverna minns och kan återge isolerade detaljer.
- Bland lärare förekommer sällan analys av och reflektion över de utvärderingsfrågor som används.
- Värdering och rangordning överbetonas i förhållande till lärande.
- Normativa ansatser används mer än kriterierelaterade.

Black och Wiliam menar att även senare forskning (fram till 1998) konfirmerar denna bild. En del av de studier jag behandlar är också beskrivna i denna översikt. De arbeten jag här redogör för är de som ger inblick i lärares praktik och tänkande beträffande innehållet. Inget av dem har dock sitt fokus på lärares möjligheter till lärande.

Carlsen (1991) identifierar två traditioner, eller paradig som han benämner dem, vad gäller studier av frågor i klassrummet: Process – produkt och sociolingvistisk forskning. Inom den första traditionen menar han att man främst behandlat frågor som lärarkaraktäristiska som relaterats till elevers resultat. Från ett sociolingvistiskt perspektiv kan frågor enligt Carlsen ses som om de är ömsesidigt genererade av både lärare och elever och perspektivet lyfter fram betydelsen av den sociala kontexten när man tolkar talat språk.

... research on questioning has generally failed to recognize that classroom questions represent mutual constructions of teachers and students, rather than solely teacher behavior (s. 1).

För att förstå forskning om frågor i klassrummet föreslår han att man åtminstone fokuserar innehåll, kontext och de responser samt reaktioner elever och lärare har inför frågor.

Garnett och Tobin (1989) beskriver två kemilärare ("high school") utvalda för att vara särskilt duktiga och för att de tillämpar sinsemellan olika undervisningsmetoder. Den ena använder övervägande helklassundervisning och demonstrationer, den andra tillämpar undervisning i helklass mer sällan, använder istället grupparbeten och låter eleverna arbeta individuellt i högre utsträckning. Till formen ter sig alltså de båda lärarnas undervisningspraktik tämligen olika. Det som enligt Garnett och Tobin gjorde dessa lärare framgångsrika var inte primärt formen på undervisningen utan deras fokus på elevernas förståelse. Båda ställer frågor och uppmuntrar eleverna ställa frågor till varandra med syfte att utveckla lektionens innehåll och avgöra elevernas förståelse av innehållet. Författarna menar att en viktig orsak till att det var möjligt att hålla detta innehållsliga fokus var att båda lärarna har mycket goda kunskaper såväl om och i sina ämnen som om eleverna. Denna "pedagogical content knowledge" gjorde det möjligt för studiens lärare att fokusera elevernas förståelser.

Det finns studier där man försökt styra lärande genom att formulera frågor på olika sätt. Ett exempel är Säljö (1975, citerad i Marton m.fl., 1977, s. 108ff). Två grupper av studenter ombads i en experimentell studie läsa en tredelad text, där de fick frågor efter varje del. Efter första kapitlet fick ena gruppen frågor som öppnade för att försökspersonerna skulle återge delar av texten. Den andra fick frågor som öppnade för att de skulle redogöra för antaganden, principer och resonemang samt två allmänna frågor: Vad är textens budskap? Vad vill författaren ha sagt? Efter andra kapitlet gavs motsvarande frågor ännu en gång. Efter tredje läsningen fick båda grupperna båda typerna av frågor. Försöket visar att frågornas karaktär styr elevernas lärande mot de dimensioner som de första frågorna öppnar för. Gruppen som styrdes mot detaljer i texten gav i hög utsträckning redogörelser för vad som stod i texten när de ombads berätta om vad författaren ville ha sagt. Marton m.fl. (1977) benämner detta ytinriktning. Den andra gruppen, försöksgruppen delades i två undergrupper. Den första gruppen uppvisade övervägande djupinriktning. Den andra "teknifierade" inlärningsuppgiften (Säljö, 1975, s. 11) och

var därmed ytinriktade med avseende på innehållet i frågorna. Studien visar att försökspersonernas fokus i texten varierar systematiskt med karaktären på den inledande frågan i experimentet.

Enligt Black och Wiliam (1998a) måste utvärdering omfatta återkoppling till eleverna för att ha formativ funktion. Med återkoppling avser de Ramaprasads definition:

Feedback is information about the gap between the actual level and the reference level of a system parameter which is used to alter the gap in some way

(Ramaprasad (1983) citerad i Black och Wiliam (1998a, s. 48))

Detta betyder att om kunnsande om elevernas kunnsande skall kunna användas för att förändra avståndet mellan elevernas sätt att förstå och de sätt som undervisningen strävar efter att utveckla bör den enligt Black och Wiliam (ibid) ha kvalitativ karaktär, eller åtminstone vara kriterierelaterad. De menar att normrelaterad och därmed kvantitativ information inte nödvändigtvis har en klar koppling till det aktuella innehållet och ger därmed inte relevant vägledning om hur gapet skall minskas. Avstånd i Black och Wiliams användning anger inte skillnaden mellan två lägen på en endimensionell skala. Avstånd skall istället förstås som ett komplext och av flera dimensioner sammansatt avstånd. Det blir synligt i variationen mellan elevernas kunnsande som det visar sig i interaktionen och det kunnsande lära- ren strävar efter att eleverna skall omfatta.

Även Halldén (1988) behandlar frågor i klassrummet. I ett teoretiskt arbete hävdar han att orsaker till elevers svar på frågor finns att finna i deras uppfattning av vad det frågas efter. Man kan inte veta, hävdar han, om elevers "missuppfattningar" har sin orsak i att de förstår innehållet i frågan på ett alternativt sätt, eller om de förstår frågan på ett annat sätt än vad som är avsett. Han argumenterar för att man skall betrakta vad elever gör med en fråga, hur de hanterar den, som uttryck för deras sätt att tolka frågan. Elevens tolkning av frågan manifesterar sig i det mål som kan konstrueras utifrån elevens aktivitet (s. 125). Han menar att denna definition av elevens tolkning kringgår metodologiska och teoretiska problem. Det metodologiska problem han avser att hantera gäller, som jag förstår det, när en elev i t.ex. en intervju beskriver sin tolkning av en fråga och huruvida denna beskrivning då relaterar till lärarens beskrivning av frågan eller elevens egen förståelse av den. Elevens beskrivning av den egna tolkningen hamnar inte nödvändigtvis på samma komplexitetsnivå som den där forskaren förlägger beskrivningen av elevens aktivitet.

Thus, the obligation a pupil intends to fulfil should not be seen as an intention "behind" his action, but rather as a description of what is doing intentionally (cf. von Wright 1971). Thus, it is in the action, under an intentional description, that the pupil's interpretation of a task reveals itself. (s. 126)*

Halldén menar att en övergripande distinktion som kan göras beträffande elevers tolkningar av frågor gäller om de förstår frågan som proceduriell eller innehållsrelaterad. Skillnaderna mellan dessa beskriver han genom att exemplifiera med elever som gör en experimentell uppgift. Fokuserar de hur experimentet skall dokumenteras är deras tolkning proceduriell. Om deras fokus ligger på de begrepp som experimentet skall belysa är deras tolkning innehållsrelaterad. Exemplet tas som intäkt för att det är mer meningsfullt att betrakta karaktären på aktiviteten som frågan ger upphov till än att kategorisera en fråga i termer av att vara innehålls- respektive procedurinriktad. Halldén menar att en frågas typ bör vara relationell snarare än ha en fix kategoritillhörighet.

Halldén beskriver således inte frågor i sig utan strävar efter att beskriva dessa i ett elevperspektiv med fokus på den aktivitet som följer på själva frågan. Är man intresserad av elevernas lärande, menar han, måste man beskriva hur de förstår frågan. Det är deras sätt att förstå frågeställningen som är kritisk i förhållande till deras lärande, inte i första hand forskarens eller lärarens beskrivning. (Halldén, 1988)

Watson (2000) menar att det finns en intressant parallell mellan forskares och lärares praktik när det gäller att ta reda på vad eleverna kan och lärt. Lärare drar slutsatser om elevernas kunskaper i ett samspel mellan teori, observation och slutsatser i varierande situationer (s. 73). På liknande sätt gör också forskare med några undantag. Watson menar att en avgörande skillnad gäller den övergripande målsättningen. Lärare försöker dra slutsatser om individernas faktiska kunskaper [actual state of knowledge] medan forskare drar slutsatser om en grupps sätt att se möjliga praktiker [view of the possible practises] (s. 74). En annan skillnad är att forskare behöver validera sina fynd explicit och utsätta dem för offentlig kritik, vilket lärare inte behöver göra. På s. 56-58 beskriver jag hur elevers, lärares och forskares respektive akter och tillhörande objekt för kunskaper är relaterade till varandra. Denna beskrivning tycks nära relaterad till Watsons påstående om likheter och skillnader mellan lärares och forskares praktik. Till

* "Intends", "intentionally" och "intentional" i citatet ovan skall förstås som vad eleven strävar efter och inte intentionalitet i betydelsen vad eleven riktar sitt medvetande mot (Marton & Booth, 1997).

Watsons beskrivning vill jag lägga att forskare måste hantera både lärarnivån och elevnivån simultant. För lärare är det tillräckligt att hantera elevnivån.

Mason (2000) har fokus på frågors formativa funktion i undervisningen och argumenterar för större mängd klassrumsfrågor som i högre utsträckning än idag påminner om de frågor som matematiker ställer sig. Studien utgör delvis en introspektion av Masons eget sätt att ställa frågor till elever. Han menar att de frågor som lärare ställer i klassrummet påverkar elevers förståelse av vad matematik är och hur den används. Orsaker till frågors formulering finner han i att lärare ser en skillnad mellan vad elever säger och hur de själva tänker, eller i skillnader mellan vad de tänkte förut och hur de tänker just nu. Denna snabba oreflekterade interaktion har alltför ofta karaktären "gissa vad jag tänker".

But curiously, the questions posed rarely reflect the process of mathematical exploration. Their pedagogic purpose obscures their relation to how mathematicians think. (s. 98)

Mason hävdar att frågor istället bör ha en form som stimulerar elever att gradvis ta över ansvaret att ställa relevanta frågor till sig själva. Ett sätt att göra detta är att använda "scaffolding" och "fading". Scaffolding kan sägas ha ägt rum när eleven själv kan göra vad han eller hon tidigare endast kunnat göra med lärarens assistans. Med "fading" avser Mason den gradvisa övergången av ansvar för frågande från läraren till eleverna.

Ibland talar man om genuina och icke genuina frågor. En fråga är genuin enligt Mason då frågeställaren inte har något förutbestämt legitimt svar och inte heller på förhand vet vad den som svarar kommer att säga. I skolan förekommer ej genuina frågor i betydligt högre omfattning än utanför skolan. Mason identifierar tre olika motiv att ställa frågor:

- För att fokusera elevernas uppmärksamhet
- För att testa elevernas kunnskap
- För att få svar på en genuint undersökande fråga där läraren ej vet svaret

Av dessa framhåller han betydelsen av den genuint undersökande frågan, där läraren ej har något färdigt svar. Motivet till detta är att frågor av denna typ har bäst förutsättningar att kommunicera vilka frågeställningar matematiker arbetar med. Denna typ av fråga kan dock vara svår för lärare att finna eftersom matematikuppgifter och

problem i skolan nästan uteslutande är väl kända och har använts under många år. Därför menar Mason att lärare bör vara genuint intresserade av hur elever tänker och vad de fokuserar och följaktligen vad de tar för givet. Genuina frågor, frågor som läraren inte har alla svar på, öppnar enligt Mason för att förstå matematik som något annat än ett statiskt fält där det enbart finns ett rätt och på förhand givet svar på alla tänkbara ställda frågor. Frågor som öppnar för elevernas sätt att förstå kan, menar jag, dessutom ha som funktion att göra deras tankar till innehåll i undervisningen.

By thinking about questions I ask students, by being aware of the themes, powers, heuristics and processes, and drawing upon these as appropriate, I can create an atmosphere supportive of mathematical thinking. In particular, by asking students questions in the way that a mathematician asks questions, I can support students experiencing mathematics, and perhaps even becoming mathematicians.

(Mason, 2000, s. 109)

För att dessa medvetna frågor skall vara möjliga att ställa måste dock den som frågar inte endast ha kunnskap om matematik och de frågor matematiker ställer. Han eller hon måste också ha kunskap om elevers sätt att förstå inom det aktuella innehållsliga området. Frågeställarens fokus på elevernas svar bör inte vara rätt eller fel svar utan på kvaliteter i kunnskap (Mason, 2000).

Forskning om lärares frågor i klassrummet där man studerat relationer mellan frågornas "kognitiva nivå" (higher vs. lower order questions) och elevers lärande visar motsägande resultat. Det förekommer resultat som visar att mängden "higher order questions" inte på ett entydigt sätt är relaterad till positiva effekter beträffande elevernas lärande (Kawanaka & Stigler, 1999). De drar slutsatsen att dessa resultat beror på att man tidigare endast räknat antalet frågor av olika typ utan att mer i detalj studerat frågeformuleringar. Inom ramen för TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) görs en kvalitativ komparativ analys av lärares frågor i klassrummet i tre länder (Stigler & Hiebert, 1997). Analysen utförs med på förhand konstruerade kategorier. Kategorierna är neutrala i förhållande till innehållet i lektionerna. De kan användas för att karaktärisera vilka matematiska aktiviteter som helst och det är också avsikten. Analyserna ligger därför relativt långt ifrån detaljer i hur det matematiska innehållet behandlas av lärare och elever. De analyser som rapporteras med utgångspunkt i dessa kategorisystem har sitt fokus på elevernas möjligheter att tänka och kommunicera matematik. Studien antyder att de frågor som lärare ställer i klassrummet inte på ett enty-

diget sätt kan karaktäriseras i termer av hög eller låg kognitiv nivå utan att tränga in i karaktären på den interaktion som uppstår i anslutningen till frågorna. Frågornas formulering i sig är därför inte på ett enkelt sätt relaterat till om eleverna visar prov på hög eller låg kognitiv nivå i den efterföljande interaktionen.

Interaktionsmönster som följer på lärares frågor

Klassrumsinteraktion kan beskrivas på många olika sätt och med många olika fokus. Ahlström beskriver likheter och skillnader mellan den fenomenografiska ansatsen och det social-konstruktionistiska perspektivet beskrivet av Evaldsson m.fl. (2001). Den likhet han nämner gäller individens roll i de resultatbeskrivningar som respektive tradition utmynnar i. Inom båda ansatserna visar man på kollektiva mönster i termer av hur människor förstår och betar sig snarare än att man intresserar sig för enskilda individers tänkande och görande. Den skillnad han nämner avser att respektive analytiska fokus ligger på olika aspekter av interaktionen. Fenomenografen intresserar sig för möjliga innebörder i interaktionen, dvs. innehåll i interaktionen medan Evaldsson m.fl. fokuserar interaktionens form i termer av organiserande och turtagning (Ahlström, 2001).

En skillnad jag vill nämna utöver de Ahlström tar upp gäller forskningsobjektets karaktär. Inom fenomenografen mynnar analysen av interaktion ut i beskrivningar av möjliga innebörder. Det nämnda interaktionistiska perspektivet fokuserar inte innebörder utan beskriver interaktionen i termer av hur den återskapar samhällliga strukturer och processer (Evaldsson m. fl. 2001, s 10).

I det följande kommer jag att beskriva några begrepp användbara för att beskriva innehåll i klassrumsinteraktion. Jag menar att dessa kan användas för att beteckna olika typer av interaktionsmönster som följer på lärares frågor och vad som kännetecknar dessa.

Lotsning och funneling

Johansson (2001) beskriver historiken bakom begreppet lotsning. Det var Urban Dahlöf som använde begreppet då Bengt Johansson på våren 1975 visade empiriska exempel från matematikklassrum där läraren stegvis avgränsar en given uppgiftsformulering, och med successivt allt mer avgränsade frågor hjälper en elev genom en uppgift. Eleven avger så småningom ett rimligt svar men till synes utan att tillämpa sätt att förstå som är relevanta med avseende på problemets ursprungliga formulering. Johansson beskriver innebörden i lotsning som:

Begreppet lotsning kom att bli en metafor för det fråga-svars-mönster som uppstår när läraren på kort tid försöker undervisa en elev genom att föra eleven fram till ett korrekt svar på en uppgift som vållat eleven problem. Dialogens innehåll formas av ett komplext samspel mellan lärarens kunskap om och förväntningar på elevens kunskaper och möjligheter att lära, elevens reella förkunskaper och förväntningar på läraren och den tid som läraren anser sig kunna lägga ned på att undervisa enskilda elever och följa upp en enskild elevs självständiga arbete. (s. 53)

Denna beskrivning kan tolkas som om lotsning bör betraktas som en relationell entitet där läraren och eleven gemensamt bidrar till att skapa en interaktion i relation till ett innehåll som innebär att ett från början mångdimensionellt problem formulerat i en öppen fråga stegvis bryts ned i mer slutna delproblem. Detta kan ibland ske på ett sådant sätt att det till slut endast återstår ett möjligt svar från eleven. I praktiken är det därför läraren som besvarat sin egen fråga och egentligen utan att ha fått reda på något om elevens kunskaper. Bauersfeld (1988) har beskrivit ett till lotsning närliggande fenomen och benämnt detta med "the funnel pattern of interaction". Detta interaktionsmönster innebär en stegvis avgränsning av en från början relativt sett öppen fråga, där elevens möjliga svarsalternativ reduceras så att till slut endast ett möjligt svar, ibland i form av ett ord återstår. När eleven givit det efterfrågade svaret presenteras hela lösningsmetoden av läraren. Mönstret betraktas som konstituerat av eleven och läraren tillsammans. Enligt Bauersfeld har ingen av parterna ensam ansvaret för händelseutvecklingen (s. 36-37).

Scaffolding, Fading

I direkt översättning betyder scaffolding ungefär byggnadsställning. Som svensk beteckning använder jag stöttning. I relation till interaktionsmönster i klassrummet innebär detta t.ex. att läraren tillfälligt "stöttar upp" elevernas kunskaper till dess att det växt så starkt att de klarar sig utan detta stöd (Mason, 2000). Begreppet härrör från "zone of proximal development" som definieras som det komplexa avståndet mellan det som eleven kan klara av på egen hand, och det som är möjligt i interaktion med andra eller i interaktion med artefakter (Vygotsky, 1978). Schoultz (1999) använder både begreppet lotsning och begreppet stöttning och då på normativt sätt. Lotsning är enligt Schoultz av ondo och ett interaktionsmönster som innebär att eleven tillåts undvika den centrala problematiken och därför har små möjligheter till lärande. Stöttning anses vara ett eftersträvtans-

värt sätt att interagera, där eleven ges bättre möjligheter att utveckla förståelse i interaktion med någon annan eller en artefakt än om eleven varit ensam och utan hjälpmedel. I praktiken menar Schoultz att det kan vara obetydliga skillnader mellan dessa begrepp.* Engelskans fadning som i direkt översättning betyder *mattning* eller *borttoning*, används för att beskriva den process då stöttor tas bort, dvs. då lärarens eller artefaktens betydelse för eleven reduceras så att eleven så småningom kan stå på egna ben.

Negotiation of meaning

Inom ramen för detta begrepp är förståelsen av de innehåll som hanteras i interaktionen inte tagna för givna som i ovanstående exempel. Negotiation of meaning betecknar en produktiv, skapande process där innebörden varken finns från början som förutbestämda, eller "hittas på" helt fritt. Det är olika innebörder i begreppet som förhandlas i interaktionen så att en "ny" och gemensam bestämning kan konstitueras. Cobb och Bauersfeld definierar "negotiation of meaning" som "The interactive accomplishment of intersubjectivity", dvs. elever och lärare måste förhandla för att deras respektive förståelser av samma objekt skall bli "taken-to-be-shared-meaning" (Cobb & Bauersfeld, 1995, s. 295-296). Med "taken-to-be-shared-meaning" avses inte nödvändigtvis att alla inblandade har samma förståelse, utan att de interagerar som om de tillskriver något objekt samma innebörd (s. 297).

Listening

Davies (1997) redovisar resultat från en longitudinell fallstudie med fokus på en lärares sätt att lyssna på elever i matematikundervisningen. Jag kommer att beskriva denna studie något mera i detalj eftersom det är en av de få jag funnit där frågor och den efterföljande interaktionen analyseras med fokus på lärarens agerande i klassrummet. Studiens teoriram är också relativt nära mitt arbetes. Den relateras till ett *enaktivistiskt* perspektiv med hänvisning till (Bateson, 1979; Varela, Thomson & Rosch, 1991; Reid, odaterad). Sammanfattningsvis menar Davis att han överskrider klyftan mellan individuella och sociala perspektiv på lärande genom sitt fokus på lärares möjligheter att *lyssna* på eleverna (engelska: listening). I artikeln beskriver han exempel på tre kvalitativt olika sätt att lyssna. Beskrivningen görs med empiriska exempel och betecknas med *evaluative*, *interpretative* och *hermenutic listening* (Davies, 1997).

* personlig kommunikation

När interaktionen har sådan karaktär att den tolkas som om läraren är ute efter ett specifikt svar på sina frågor, istället för att lyssna på vad eleven menar kallar han interaktionen evaluative listening. I de fall eleven inte avger det svar som läraren söker så fyller denne själv i med det korrekta svaret (jmf. lotsning och funneling ovan). Elevernas bidrag har inget inflytande på den till synes förutbestämda utvecklingen av lektionen. Evaluative listening öppnar således för om eleverna förstår avge det korrekta och förutbestämnda svaret på frågan. I interpretative listening har frågor sådan karaktär att läraren inte på ett enkelt sätt kan förutse elevernas svar. De ges möjlighet att motivera, utveckla och förklara sina svar på frågorna. Fokus ligger på att begripliggöra elevernas meningsskapande. Läraren tycks i första hand lyssna på vad eleverna säger och i andra hand lyssna efter ett specifikt och förutbestämt svar. Som vid den förra typen påverkar elevernas sätt att besvara frågorna inte lektionens fortsatta utveckling. Hermeneutic listening påminner om interpretative listening när det gäller fokus på elevernas sätt att förstå. I det empiriska exempel som det hänvisas till får eleverna utrymme att presentera flera olika möjliga lösningar på varje problem. Elevernas förståelse blir därför ett innehåll i undervisningen på ett tydligare sätt än i den förra typen. Den kritiska skillnaden som Davies nämner är att i hermeneutic listening påverkar eleverna och deras sätt att besvara frågorna lektionens vidare utveckling. Även om Davies själv inte explicit tematiserar innehållet i lärares lyssnande är detta ett tydligt fokus i hans analyser av empirin. Med mitt språkbruk beskriver han lärarens möjliga innehållsliga fokus i klassrumsinteraktionen. De tre olika sätt att lyssna han beskriver kan betraktas som tre olika sätt att öppna för elevernas kunskande.

Kunskap och lärande inom olika perspektiv

Jag gör inte anspråk på att göra en fullständig genomgång av alla idéer, modeller eller teorier om kunskap och lärande som är aktuella inom forskning kring lärande och undervisning. Mitt syfte är att tydliggöra studiens perspektiv genom att kontrastera den mot de idag två dominerande perspektiven på lärande som Sfard (1998) benämner "aquisition" respektive "participation metaphors of learning". Hennes kategorisering skär genom kontemporära idéer om lärande med ett annat snitt än det som skiljer mellan individuella och sociala perspektiv. Den kritiska aspekt som särskiljer hennes båda metaforer, är ifall lärande betraktas som förvärvande, inhämtande av objektifierat kunskande eller ifall lärande beskrivs som deltagande i sociala praktiker. I det första fallet är fokus oftast på den lärande individen, i

det andra fokuseras kommunikativa och sociohistoriska aspekter av lärande. Sfards metaforer har inspirerat mig till en indelning mellan nu dominerande perspektiv som jag med paraplybeteckningar benämner konstruktivistiska och sociokulturella perspektiv. Jag anser att det av mig använda perspektivet kan ses som en tredje metafor, "konstituerande metaforen". Här är kunnande varken objektifierat eller beskrivningsbart i termer av deltagande. Istället konstitueras kunnande i en dynamiskt pågående process.

Lave (1996) hävdar att alla teorier om lärande bör omfatta minst tre aspekter: subjekt– värld relation, telos (vad lärandet strävar mot) och en beskrivning av mekanismer för lärande (s.156). Till dessa aspekter vill jag också lägga agent för lärande. Vem eller vad är det som utgör lärandets "motor"? Vem eller vad är det som driver lärandeprocessen i den riktning som Laves "telos" anger? En kombination av Sfards övergripande indelning med Laves angivna aspekter och mitt tillägg av agent för lärande ger följande tabell:

Tabell 3.2. Tre metaforer för lärande.

	Förvärvande (konstruktivism)	Konstituerande (variationsteori/ fenomenografi)	Deltagande (sociokulturella perspektiv)
Subjekt– värld relation	skiftande, oklart	ickedualistisk, explicit	skiftande, oklart
Telos	internkonsistens, upplösning av motsättningar, viabilitet	ökad differentiering av helheter, inklusivitet	från perifer till central deltagare, "artefaktisering"
Mekanismer	kognitiv konflikt, adaption, assimilation, ackommodation, reflektiv abstraktion	variation, urskiljning, samtidighet	deltagande, förtolkning, mediering
Agent vem eller vad, driver lärandet	individen, det inre strävar mot jämvikt, det yttre begränsar	människans relationer till andra och världen, samspelet mellan det "inre" och det "yttre"	kollektivet, diskursen, kulturen, det yttre föregår

Deltagandemetaforen kan relateras till traditionen om lärande i socialt och kulturellt perspektiv, (se t.ex. Vygotsky, 1978; Bruner, 1990; Wertsch, 1998; Säljö, 2000). Tillägnandemetaforen kan relateras till traditionen om människans aktiva roll i meningskapandet (se t.ex. Ausubel, 1968; Furth, 1969; Piaget, 1982; von Glasersfeld, 1995). Fenomenografin är besläktad med båda dessa traditioner samt gestaltpsykologin (se t.ex. Wertheimer, 1945; Gurwitsch, 1964) och innebär ett mer avgränsat fokus på hur den lärande erfar, uppfattar eller förstår det som lärs (Marton & Booth, 1997; Bowden & Marton, 1998).

Förvärvandemetaforen

Det finns stor variation inom förvärvandemetaforen. Philips (1995) samlar alla från Locke och von Glasersfeld till Vygotsky inom beteckningen konstruktivism. Här ryms också, vad han benämner, sociala konstruktivister som särskilt betonar det sociala sammanhangets betydelse för lärande. Han ger en kategoriserad framställning som omfattar tre dimensioner: individens roll, graden av konstruktion och verklighetens beskaffenhet.

Centralt inom konstruktivismen är att individen, det lärande subjektet själv konstruerar sin verklighet och alla aspekter av densamma. Dessa konstruktioner betraktas i min tolkning inte primärt som avbildningar av en oberoende existerande värld. Dessa förståelser betraktas istället som *sätt att fungera* inom ramen för de restriktioner världen utövar på de lärande. Det är de förståelser som har störst "viabilitet" som fortlever på den individuella och den kollektiva nivån. Inom konstruktivismen är den verkliga världen endast åtkomlig för oss genom vårt erfärande av den. Metaforiskt kan man beskriva lärande som en evolutionär process. Biologisk anpassning sker i enlighet med de restriktioner som miljön utövar, men anpassningar säger inget om miljöns utseende i sig. Det finns ingen avbildning eller överensstämmelse mellan biologisk anpassning och miljö. En varg utgör t.ex. ingen spegelbild av den biotop den lever i. Det går inte att rekonstruera en livsmiljö genom att betrakta ett djur som lever där. En genetisk kodning sätter ramar för individens möjligheter till anpassning. Anpassning blir en "strävan" inom ramen för de genetiska förutsättningarna att utveckla funktioner som innebär maximala möjligheter till överlevnad så långt som miljön tillåter. En konstruktion av något är inte heller en mer eller mindre suddig bild av någon aspekt av en utomstående verklighet. En människas förståelse har således en metaforisk parallell i organismers evolutionära anpassningar. Det är därför inte meningsfullt att tala om överensstämmelse i betydelsen

avbildning mellan den förstådda världen och den "verkliga" världen "därute". Inom konstruktivismen blir förståelse endast uttryck för sätt att fungera i relation till världen, inte förståelse i betydelsen avbildning av en oberoende verklighet. Det är individen som är bärare av kunskap. Han eller hon bär med sig sin dynamiska och ständigt föränderliga funktionalitet som är personligt relaterade sätt att förstå inom olika sammanhang och kontexter. Det är individen som aktivt strävar efter jämvikt mellan mottagna sinnesintryck och den omgivande världen.

Individuell konstruktivism är utsatt för stark kritik med avseende på den stora betoningen på individens roll i lärandet. Lerman (1996) menar att sådana perspektiv inte i tillräcklig utsträckning tar hänsyn till lärandets sociala och kulturella aspekter. När vi lär ingår vi i större sammanhang där andra personer bidrar till att vi skolas in i särskilda sätt att tänka anser han. Genom att betrakta individuell och social konstruktivism som komplementära hävdar t.ex. Ernest och Bauersfeld m.fl. att vi får en bättre och potentiellt mer heltäckande beskrivning av lärande i matematik (se t.ex. arbeten under redaktion av Engström, 1998). Lerman (1996) kritiserar dessa försök och menar att radikal konstruktivism innebär en visserligen koherent men starkt begränsad teori fångad i den cartesianska dualismen mellan världen och det lärande subjektet.

Intersubjectivity is a problem for radical constructivism, which is internally consistent and coherent without it, albeit trapped in the Cartesian separation of subject and object. Attempts to incorporate intersubjectivity into radical constructivism make it an incoherent theory: on the one hand seeing the subject as separate from object and on the other drawing upon the notion of the object as extension of the subject.

(Lerman, 1996)

Beträffande subjekt – värld relationer kan man tolka t.ex. von Glasersfelds radikala formulering av konstruktivismen både som dualistisk (Marton & Booth, 1997; Marton & Neuman, 1989) eller som icke-dualistisk, enligt Runesson, (1999) om Engström, (1997). Piagets konstruktivism är i Furths tolkning ickedualistisk med avseende på subjekt – värld relationen eftersom han placerar kunnandet på en så "låg biologisk nivå" att det inte är meningsfullt att upprätthålla en materiell skillnad mellan människa och värld (se Furth, 1969, s. 17 eller 67). Furths resonemang påminner om Bohrs parallell mellan vad han kallar psykologiska fenomen och kvantmekanik.

Vi kan faktiskt inte ens avgöra vilka atomer som strängt taget hör till en levande organism, då ju varje livsfunktion åtföljs av ett ämnesutbyte, vid vilket atomer hela tiden tas upp och skiljs ut ur den organisation, som organismen utgör.

(Bohr, 1959, s. 19)

Ontologisk icke-dualism är därmed inte unik för fenomenografien. Piagets och von Glasersfelds formuleringar av konstruktivism kan också förstås som ickedualistiska. Även Gibson (1986) berör människans relation till yttervärlden på liknande sätt:

This capacity to attach something (a tool) to the body suggest that the boundary between the animal and the environment is not fixed at the surface of the skin, but can shift. More generally it suggests that the absolute duality of "objective" and "subjective" is false. (s. 41)

Lakoff & Johnson (1999) som representerar en variant av kognitivismen berör också relationen mellan människa och värld:

Embodied realism /.../ rejects a strict subject-object dichotomy. Disembodied realism creates an unbridgeable ontological chasm between "objects" which are "out there," and subjectivity which is "in here." Once the separation is made, there are then only two possible, and equally erroneous, conceptions of objectivity: Objectivity is either given by the "things in themselves" (the objects) or by the intersubjective structures of consciousness shared by all people (the subjects). (sid 93)

Även Eisner (1991) omfattar närliggande ontologiska utgångspunkter:

Since what we know about the world is a product of the transaction of our subjective life and the postulated objective world, these worlds cannot be separated. To separate them would require the exercise of mind, and since mind would need to be employed to make the separation, anything "separated" as a result of its use would reflect mind as well as what was "separated" from it. Hence what we have is experience – a transaction, rather than independent subjective and objective entities. (s. 52-53)

Tolkningar av Vygotsky som är en vanlig referens inom deltagandemetaforen kan ha liknande karaktär. Minick (1987) refererar till Vygotsky(1984) som uttrycker sig om erfarenhet på liknande sätt som Marton.

Experience must be understood as the internal relationship of the child as an individual to a given aspect of reality. (s. 32)

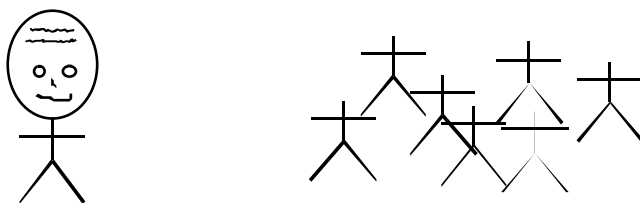
Man kan förmodligen finna citat från arbeten inom tabellens tre "strömningar" som indikerar alla tänkbara ontologiska grundantaganden. Det är därför problematiskt att entydigt tillskriva vare sig tillägnande-, eller deltagandemetaforen generellt giltiga ontologiska grundantaganden.

Deltagandemetaforen

Man kan säga att "aquisition"-perspektiven är direkt motsatta "participation"-perspektiven när det gäller relationen mellan den lärande individen och den omgivande världen. Med ett figur – grund resonemang kan man säga att inom konstruktivismerna är individen och hennes tänkande i fokus, medan världen och andra innebär begränsningar för hur individen utvecklar sitt kunnande. Lärande kan beskrivas som en rörelse från individen och ut i världen. Individens medvetande söker sig utåt för att göra världen begriplig. Den lärande tolkar omgivningen genom förståelse och justerar sin tolkning så att den blir motsägelsefri samtidigt som den är konsistent med mottagna sinnesintryck. Inom de sociokulturella perspektiven är rörelsen från världen och in mot individen, huvudsakligt fokus ligger på omgivningen med tillhörande kultur, diskurser och artefakter som föregår och medierar den lärandes möjligheter att handla. Världen förtolkas av det sociohistoriska sammanhanget och av kunnande sammansatta redskap medverkar i kommunikativa processer. Rörelsen blir därför huvudsakligen från världen in i individen. Världen med tillhörande sociohistorik präglar mänskligt medvetande. Inom både tillägnande- och deltagandemetaforen lämnas dock utrymme för ett samspel mellan individ och värld. De rörelseriktningar som jag benämner huvudsakliga skall därför inte förstås som de enda möjliga inom respektive perspektiv, utan de som i störst utsträckning tematiseras inom respektive tradition.

I extrema tolkningar av radikal konstruktivism finns tendenser till att man ibland bortser från en ontologisk verklighet. Det enda som då med säkerhet kan sägas existera är det egna tänkandet, perspektivet blir alltså till en solipsism (Uljen, 1996, s. 116; Kilpatrick, 1998, s. 46-47). I lika extrema men motsatta tolkningar av de sociokulturella perspektiven bortser man helt från tänkande. Man problematiserar kommunikationen i sig och inte de individer som deltar i kommunikativa mönster. Dessa mönster bestäms i enlighet med betraktarens perspektiv, på ett sätt som påminner om behaviorism och utan hänsyn till de inblandades sätt att förstå (diSessa, 1993).

Stella Vosniadou* illustrerade dessa båda poler med en streckfigur liknande följande:



Hon beskrev de ovan diskuterade extrema tolkningarna av de båda positionerna i termer av å en sidan "one extremely brainy and lonely person" v.s. "a group of headless people talking". Hennes huvudargument som jag förstod det var att dessa båda karikatyrer var för sig innebär alltför stora reduktioner för att vara meningsfulla om man vill beskriva lärande och att alla perspektiv enligt henne i själva verket befinner sig någonstans mellan dessa båda ytterligheter.

Fenomenografi och variationsteori

Ordet fenomenografi används som beteckning på forskningsansatsen första gången av Marton (1981). För en beskrivning av fenomenografins historiska utveckling se t.ex. Helmstad (1999, s. 85-99). Marton och Booth (1997) summerar 25 års forskning inom den fenomenografiska traditionen och sammanfattar denna i vad Bowden och Marton (1998) benämner "konturerna av en teori". Marton och Pang (1999) beskriver fenomenografins forskningsobjekt som *variation i sätt att förstå ett fenomen* och hävdar att detta kan och skall förstås på två olika sätt. Det första sättet, som innebär det "klassiska" fenomenografiska intresset handlar om att beskriva variation mellan olika sätt att förstå samma sak. Exempel på sådana arbeten inom matematik och naturvetenskap är Johansson m.fl. (1985); Renström (1988); Strömdahl (1996) och Tullberg (1997).

Den fråga som undersöks inom dessa studier kan sammanfattas: Vilka olika sätt finns att förstå fenomenet "X". Det andra sättet, representerar ett mer teoretiskt intresse som utgår från begreppen variation, urskiljning och simultanitet och man använder dessa som verktyg för att beskriva inte endast undervisning (Runesson, 1999; Rovio-Johansson, 1999) utan också elevers lärande (Rovio-Johansson, 1999). Runesson kallar denna teori för "variationsteori för läran-

* Personlig kommunikation, EARLI 1999.

de” men använder även den kortare beteckningen ”variationsteori”. Rovio-Johansson använder den engelska benämningen ”theory of variation”. Benämningen variationsteori kan ses som en precisering av intresset att tillämpa vunna erfarenheter från den fenomenografiska traditionen vid studier av undervisning och lärande i naturalistiska miljöer (Hasselgren & Beach, 1997). I detta arbete används variation främst som beskrivningsverktyg. Till skillnad från hos Runesson (1999) och Rovio-Johansson (1999) ligger fokus inte på hur lärare formar sin undervisningspraktik utan på hur de potentiellt formas av densamma.

Första och andra ordningens perspektiv

Inom ramen för en icke-dualistisk ontologi där människa och värld är internt relaterade betraktas världen, eller någon aspekt av världen som om den konstitueras i själva erfandet, eller om man så vill i förståelseakten. Den enda värld som finns är just denna, den av människor förstådda världen.

Inom såväl det ”klassiska” som det senare fenomenografiska intresset kan beskrivningar göras ur andra ordningens perspektiv. Detta innebär att forskaren orienterar sig mot av andra förstådda aspekter av världen, till skillnad mot att orientera sig mot världen direkt (Marton, 1981). Rovio-Johansson (1999) säger sig utgå från första ordningens perspektiv när hon analyserar undervisning och andra ordningens när hon studerar studenternas lärande som det framstår i efterföljande intervjuer. Runesson (1999) diskuterar inte vilket av dessa två perspektiv hon tillämpar. Hon studerar vare sig elevers eller lärares erfärande eller förståelse av undervisningens innehåll. Det är innebörden av tal i bråk- och procentform så som de uttrycks av lärare då de kommunicerar begreppet till eleverna som är studiens objekt (s. 112). Detta skulle kunna vara konsistent med både första och andra ordningens perspektiv.

Inför en klassrumssituation har man flera möjliga utgångspunkter för beskrivning av det som sker. Någon kan beskriva interaktionen som om den existerade i sig själv helt oberoende av en observatör, eller de som medverkar i interaktionen. I ett sådant första ordningens perspektiv beskrivs interaktionen i termer av vad som faktiskt händer i en absolut mening. Utifrån icke-dualistiska utgångspunkter är detta problematiskt. Situationen måste förstås av någon, t.ex. observatören själv, läraren eller eleverna. Om nu första ordningen i strikt mening kan ha oklar innebörd inom en ickedualistisk ontologi varför blir denna distinktion mellan de två ordningarna intressant? Det blir

den eftersom den ordning man antar har betydelse för hur man betraktar och behandlar sin empiri. Detta perspektivval har avgörande betydelse för tolkningar av interaktionen, eller om man så vill av rummet för lärande.

Om jag i ett första ordningens perspektiv önskar beskriva det som händer i klassrummet kan jag sträva efter att sätta parentes runt min förståelse, eller mina erfarenheter relaterat till hur lärare och elever förstår, uppfattar eller erfar ramar kring undervisningen eller undervisningen själv. Jag beskriver ju i detta fall interaktionen i sig, inte hur den förstås av andra. Strävar jag istället efter att beskriva den ur andra ordningens perspektiv med avseende på lärarna måste jag "bära med mig" mitt kunnande om lärares kunnande om undervisning med tillhörande ramar, om stoff samt om elever och deras kunnande. På motsvarande sätt kan jag naturligtvis beskriva samma interaktion i andra ordningen med avseende på eleverna. I båda dessa fall betraktar jag lärare, elever och mig själv som internt relaterade till samma objekt. Vi erfar, förstår eller uppfattar samma situation, men vi *kan göra* detta på olika sätt. *Kan göra* har dubbel innebörd, dels att det finns empirisk evidens för att så ofta är fallet, dels att de teoretiska utgångspunkterna tillåter en sådan variation. Detta är en poäng. Samtliga inblandade aktörer agerar i förhållande till samma aspekt av världen och ses därmed som internt relaterade till denna. Vi "tillåts" dock agera på olika sätt i förhållande till samma sak. Att världen är densamma för alla inblandade betraktas av Marton & Booth (1997) som en nyckel i lösningen av Menos paradox.*

När jag beskriver andras sätt att förstå avser jag mer strikt andras *möjliga* sätt att förstå. Med absolut säkerhet kan man naturligtvis inte veta exakt på vilket eller vilka sätt andra förstår något specifikt. Man kan dock tolka deras akter i förhållande till någon aspekt av världen i termer av att de är i resonans med eller att det ter sig som om subjektet förstår på ett eller fler utpekade sätt. För att skapa variation i min text och göra den mer tillgänglig för en läsare tillskriver jag ibland mina lärare *sätt att förstå*. Detta skall läsas som *möjliga sätt att förstå*.

För att precisera mina beskrivningar av lärarnas möjligheter till erfarande beskriver jag också vad som hade varit möjligt att erfa om interaktionen varit annorlunda. Min analysattityd är även i dessa fall

* En formulering av Menos paradox i relation till föreliggande arbete är: Hur skall lärare kunna lära något om elevernas lärande? Om de redan vet hur eleverna förstår så behöver de inte lära. Om de inte vet vad eleverna kan, hur skall de då känna igen det de letar efter när de eventuellt finner det? Paradoxen uppstår av att lärare vet en hel del om elevernas förståelse trots att det egentligen är omöjligt.

andra ordningens perspektiv. Jag försöker stå kvar bredvid läraren även när jag på detta sätt förändrar situationen. Min ambition är fortfarande att beskriva lärares möjliga sätt att förstå men nu i en hypotetisk situation som inte inträffade under observationen.

Första eller andra ordningens perspektiv blir i denna studie till en fråga om analysattityd, och inte ett anspråk på vad som är möjligt i någon generell mening. Perspektivalet är inte heller relaterat till om empirin består av observationer eller intervjuer. Båda dessa situationer betraktar jag som sammanhang där lärare agerar. Dessa akter, vare sig de är intervjuutsagor, fysiska handlingar i klassrummet eller andra handlingar, försöker jag alltid tolka i termer av hur subjektet möjligen erfar eller förstår den aktuella situationen. Jag försöker ställa mig "bredvid" mina lärare. I min samlade erfarenhet försöker jag försätta mig i deras position och beskriver det lärande rummet i termer av deras möjliga sätt att förstå eller deras potential att erfa elevernas kunnande. Denna analysattityd är densamma som traditionellt tillämpats inom fenomenografin. Som man tolkar verbala handlingar i form av språk i en intervju som uttryck för möjliga sätt att förstå menar jag att man kan tolka andra handlingar i observationer med samma attityd.

Andra lärande – objekt eller subjekt?

Inom individuella konstruktivismers särskilt av radikal typ betraktas andra människor som objekt för det lärande. Andra konstrueras av det lärande subjektet. Andra lärande blir därmed till objekt av samma dignitet som materiella delar av världen. Deras ontologiska status kan därför inte tas för given (Glaserfeld, 1998, s. 40). Med ett sådant perspektiv blir eleverna och deras kunnande till objekt för läraren. Lärares och elevers medvetanden kan då inte komma i kontakt med varandra eftersom de är ontologiskt skilda. Inom de socio-kulturella perspektiven blir andra medlärande subjekt. Alla betraktas som deltagare i läroprocesser. Några är perifera medan andra är centrala deltagare. De centrala "äger" det legitima kunnandet och de perifera förväntas socialiseras in i legitima sätt att handla och tala. Olika sätt att se, förstå, uppfatta tematiseras inte, det anses alltför problematiskt att relatera vad människor gör och säger till eventuella sätt att tänka (Säljö, 2000). Ett sociokulturellt perspektiv i denna studie hade medfört att elever fått rollen av perifera deltagare och lärarens roll som central deltagare hade inneburit att eleverna, och deras sätt att förstå, blivit ointressanta annat än som bidrag till den aktuella diskursen.

Med ett variationsteoretiskt perspektiv ses andra lärande som om de deltar i konstitutionen av ett rum för lärande, ett rum av variation som är möjligt att förstå, erfara eller uppfatta på olika sätt av de som deltar. Andra lärande får då både objekts- och subjektsskarakter. De som deltar i interaktionen kring ett innehåll kan öppna och stänga för olika aspekter av innehållet. Dimensioner av variation introduceras och tas bort så att mönster av variation konstitueras.*

Perspektiv i praktiken

I klassrummet agerar elever och lärare i relation till varandra, i relation till det aktuella stoffet och i relation till ramfaktorer (Lundgren, 1972). Lärare eller elever kan i interaktionen öppna eller stänga för olika sätt att behandla innehåll. De aspekter som på detta sätt tematiseras har betydelse för både lärarens och elevernas möjligheter till lärande. *Öppna* är här ett kritiskt ord som skiljer den fenomenografiska förståelsen av lärande från de konstruktivistiska. Inom konstruktivismerna ses världen som enbart *begränsande* för lärande på liknande sätt som man med ett evolutionärt perspektiv ser naturen, som *begränsande* för livets utveckling. Naturen öppnar inte för utveckling i någon särskild riktning, evolutionen har ingen "avsikt" annan än överlevnad. På liknande sätt är målet eller "telos" med "radikalt konstruktivistiskt lärande" viabilitet, inte primärt särskilda sätt att förstå något specifikt. Fosnot beskriver med hänvisning till Piagets *Biology and Knowledge* konstruktivismen som neodarwinistisk snarare än lamarckistisk (Fosnot, 1993). Inom sociokulturell teori sätter man parentes kring deltagares sätt att förstå interaktionen. Det är deras sätt att kommunicera och handla inom en social praktik som blir fokus snarare än de innebörder som hanteras inom praktiken. Kännetecknande för ett konstitutivt perspektiv är att människor i lärande sammanhang relaterar till varandra via objektet för lärande. Det är genom att vi riktar oss mot samma objekt som vi kan komma i kontakt med varandra.

* Jmf. med att kunskap är objektiv och subjektiv på samma gång, det är två aspekter av samma helhet enligt ovan, samt med Marton & Booth (1997).

4 DEN EMPIRISKA STUDIEN

Studiens karaktär

Detta är en *naturalistisk och teorigenererande instrumentell fallstudie* (Stake, 1994), där jag analyserar möjliga innebörder av elevernas kunnande i klassrumsinteraktionen. Beskrivningar görs med utgångspunkt i vad lärare potentiellt kan förstå, utifrån andra ordningens perspektiv (se också s. 33). Jag beskriver mönster av variation såväl inom de olika fallen som mellan mina fallstudier.

Med *naturalistisk studie* menar jag att studiens data är samlade i ekologiskt valida situationer (Black & Wiliam, 1998a; se även Hasselgren & Beach, 1997). Eftersom jag undersöker lärares lärande i klassrummet så innebär detta att data samlats i just klassrummet. Det är möjligt att designa och genomföra en studie med liknande syften men baserad på t.ex. enkät- eller intervjudata men då är studien inte naturalistisk. De ekologiskt valida situationerna i detta arbete är de klassrumsobservationer som genomförts och dokumenterats. Exempel på andra närliggande fenomenografiska naturalistiska studier är (Lybeck, 1981; Runesson, 1999; Rovio-Johansson, 1999).

Med *teorigenererande studie* avser jag ambitionen att redovisa och sammanfatta resultat i termer av en empiriskt baserad teoretisk utveckling av fenomenografi och variationsteori. Den tentativa teori som genereras utgörs av en beskrivningsmodell för att analysera klassrumsinteraktion med ett innehållsligt fokus. Strävan är att utveckla och tillämpa en beskrivningsmodell för lärares möjligheter att erfara elevernas kunnande i klassrumsinteraktionen. Detta sker i en abduktiv process. Jag berör abduktion i allmänhet nedan och i relation till denna studie i nästa kapitel.

Shulman ställer frågan "What is this a case of?" och menar att centralt i en fallstudie är att avgränsa det som man menar konstituerar själva fallet (Shulman, 1981, s 91; se även Wilson & Gudmundsdottir, 1987). För att påstå att något är ett fall måste man göra troligt att fallet tillhör en större entitet som det är ett exempel på. Föreliggande arbete består av klassrumsobservationer och intervjuer med åtta lärare. De olika interaktioner som elever och lärare tillsammans konstituerar i dessa klassrum tar jag som exempel på tillfällena där lärare har möjlighet att lära om elevernas kunnande. Lärarna, klassrummen och eleverna är därmed sekundära i förhållande till mitt övergripande intresse. Jag är inte primärt intresserad av att göra hel-

täckande och individuella beskrivningar av de åtta lärarna i studien. Arbetets figur utgörs istället av "lärares möjligheter att lära" och de individuella beskrivningar jag gör skall därför ge inblick i detta fenomen och utgöra en grund för att vidareutveckla en teori. Denna typ av studie benämner Stake *instrumentell fallstudie* (1994, s. 237). Mitt intresse är således mer generellt än att beskriva endast den klassrumsinteraktion som förekommer i åtta lärares klassrum. Detta innebär inte att de åtta lärarna med elever reduceras till anonyma "bärare" av ledtrådar för studiens övergripande frågeställning. I min andra resultatdel ger jag ganska omfattande beskrivningar av varje lärares undervisning i vad jag kallar "analytiska fallbeskrivningar". Dessa bidrar gemensamt till en överindividuell beskrivning som redovisas i den avslutande resultatdelen. För att göra dessa båda resultatbeskrivningar mer lättillgängliga har jag valt att först i resultatdelen beskriva den teoriutveckling som studien innebär.

Min analys är orienterad mot innebörder som lärare kan tilldela vissa dimensioner av den interaktion som äger rum i klassrummet. Jag är inte primärt intresserad av hur ofta frågor av viss typ ställs, eller hur lång den efterföljande interaktionen är. Mitt intresse omfattar den mening som elever ger uttryck för och som är möjlig för lärare att erfara, förstå eller uppfatta. När jag försöker ordna mitt empiriska material försöker jag beskriva de olika typer av frågor lärare ställer till elever och vad de potentiellt innebär för lärares lärande snarare än att jag bestämmer hur frekventa de är. När jag söker dessa innebörder är det processer snarare än produkter som studeras. De innebörder en fråga öppnar för gäller inte främst hur den är formulerad. Viktigare är hur den besvaras av eleverna och hur läraren "tar hand om" innehållet i deras svar. Hur eleverna förstår frågan och hur denna förståelse är relaterad till hur de svarar är inte mitt fokus. Fokus ligger på vad läraren har möjlighet att erfara i interaktionen. Det är således interaktionen som följer på en fråga som är analysenhet. Data analyseras med utgångspunkt i vad jag benämner frågeepisoder. I en sådan ingår den inledande frågan och den interaktion den ger upphov till. Episoden avgränsas av den inledande frågan och den efterföljande interaktionen som är relaterad till ursprungsfrågan. Inom en frågeepisod är det stoff som hanteras konstant. Denna definition är inte entydig men i praktiken har den fungerat väl för att skapa hanterbara analysavsnitt i datamängden.

Studiens uppläggning och design

Empirin är hämtad från observationer i åtta klassrum och intervjuer med åtta lärare som undervisar i både matematik och naturorientering skolår 1-6 i den obligatoriska skolan. Vid ett observationstillfälle fanns även sexåringar bland eleverna. Varje klassrum har observerats mellan två och fyra lektioner i både matematik och naturorientering. En av lärarna visade sig undervisa i endast naturorientering den aktuella terminen. Därför har jag där gjort endast en observation som i tid sträckte sig över en förmiddag. Observation och intervju finns med i resultatredovisningen eftersom läraren bidrar till den totala variationen inom ämnet. Typvärdet för antalet observerade lektioner är tre i varje ämne. Jag har under studiens gång haft möjlighet att kontakta fler lärare och på så sätt utöka det empiriska materialet beträffande antal observerade klassrum. Jag har också haft möjlighet att besöka varje lärare vid fler tillfällen och lektioner, men jag har valt att inte utnyttja någon av dessa möjligheter. De inledande analyserna visade att materialet hade tillräcklig variation för att en fortsatt analys skulle vara meningsfull. Observationerna av de åtta klassrummen visade den variation som pilotstudien antydde för 16 låg- och mellanstadie-lärare.

Lektionerna är dokumenterade med ljudbandspelare. En lös mikrofon har varit fastsatt i blusen eller tröjan. Den har varit ansluten till en bärbar bandspelare som följt läraren genom lektionen. I vissa fall har bandspelarens inbyggda mikrofon använts när den använda undervisningsformen så tillätit. Exempel på sådana tillfällen är gemensamma genomgångar med eleverna.

Kvaliteten på dessa inspelningar är varierande. Den är mycket god då lärare och elever är nära varandra. Ibland har det dock varit svårt att dokumentera avlägsna elevers bidrag till interaktionen, särskilt om den allmänna ljudnivån i klassrummet är hög. Då hörbarheten varit dålig redovisar jag detta i anslutning till de empiriska beskrivningarna. Valet att endast dokumentera muntlig interaktion innebär begränsningar. Lärare och elevers gester och minspel analyseras inte. Att låta mikrofonen följa lärare innebär att endast delar av interaktionen i klassrummet dokumenteras. Den interaktion som förekommer mellan elever, när läraren inte är närvarande dokumenteras inte med denna teknik. En studie som fokuserar elevers lärande kräver därför en annan design.

Samtliga lärare är intervjuade efter det att observationerna är genomförda. Fokus har då legat på händelser och samtal som inträffade när jag fanns på plats i klassrummet. Inför varje intervju har jag gjort ett intervjuunderlag för varje lärare som innehållit ett urval sekvenser och exempel på elevarbeten från observationerna i deras klassrum. Det lärarspecifika intervjuunderlaget har gjorts med hjälp av insamlat material: exempel på elevarbeten (digitalt foto eller fotostatkopior), fältanteckningar och genomlysning av ljudbanden från observationen med tillhörande utskrift av vissa partier. Intervjuerna har inletts med frågan: "Hur gör du för att ta reda på vad dina elever kan och lärt?" Frågan har ställts för matematik och naturorientering var för sig. Vid lämpligt tillfälle har jag bett lärarna exemplifiera vad de menar genom att referera till konkreta händelser som inträffade under observationen. Intervjun betraktas som en gemensam konstitution av mig och aktuell lärare. Jag menar därför att vi båda i en dialog bidragit till att generera datamaterialet.

Denna design med tillhörande ordagranna transkriptioner av såväl observationer som intervjuer har gett ett datamaterial i form av texter som gjorts till föremål för analyser.

Utskrift av ljudband

Att skriva ut, eller transkribera tal från ljudband innebär att man transformerar det talade språket till text. Den skrivna texten är därför partiell med avseende på de samtal som förs i intervjuer eller observationer. Min strävan i transkriptionsprocessen har varit att bevara de innebörder som kommuniceras. Jag dokumenterar inte i detalj de turtagningar som sker, eller prosodin i interaktionerna. Dessa val kan innebära att innebörder i det sagda inte fullständigt bevaras i övergången mellan tal och text. För att minska risker för fel och "bias" i termer av meningsförskjutningar i transkriptionen av observationer har dessa gjorts med tanke på studiens teoretiska utgångspunkter och i relation till studiens syfte. Ljudbanden från observationerna har jag själv transkriberat men intervjuerna har inte skrivits ut av mig personligen. För att använda Linells (1994) transkriptionsnivåer så gäller nivå tre för både intervjuer och observationer. Nivå tre kännetecknas av att syntax och grammatiska strukturer är anpassad till skriftspråk och att transkriptionen är approximativt ordagrann och inriktad mot att återge huvudsakligt innehåll i det sagda. Inte heller överlappande tal är dokumenterat (Linell, 1994, s. 12). Linells typologi är framtagen för att beskriva transkriptioner för samtalsanalys och inte för innehållsanalys. Typologin fokuserar därför språkets

form framför innehåll i det sagda. Då studiens fokus ligger på interaktioners potentiella innehåll och inte på dess form så finner jag nivå tre tillfyllest i förhållande till studiens syfte.*

Elevbeteckningar

I interaktionen förekommer det att lärare namnger elever. För att säkerställa elevernas anonymitet betecknar jag deras namn med en bokstav som är en annan än deras riktiga namns begynnelsebokstav. I den fortsatta interaktionen används i dessa fall samma bokstav som beteckning på de elevuttalande som följer. När elever inte namnges av läraren använder jag istället bokstaven E. "E:" kan därför stå framför olika elevers bidrag till interaktionen. Av transkriptionerna kan man alltså i dessa fall inte utläsa om det är en eller olika elever som bidrar genom att endast betrakta beteckningen. I några fall där flera olika elever bidrar, och detta framgår av sammanhanget eller av fältanteckningarna, anges detta genom att jag använder beteckningarna E1, E2 osv.

I mina analyser tar jag inte hänsyn till om det är en eller flera elever som bidrar i interaktionen. Fokus ligger på innehållet i det sagda, inte på vem av eleverna som pratar. Jag har ändå valt att i så stor utsträckning som möjligt behålla information om eleverna för att den intresserade läsaren skall kunna hålla isär dem.

Urval

Att genomföra urval innebär att på ett kontrollerat sätt föra in en variation i datagenereringen. I statistiskt inriktade studier kontrolleras den variation som förs in genom slumpmässigt val av de skolor, klassrum, lärare eller elever som erbjuds delta i undersökningen. Slumpmässigheten är här ett sätt att säkerställa rimliga skattningar av det man strävar efter att undersöka och urvalet kräver ett stort antal valda undersökningsenheter för att gjorda skattningar skall vara säkra. I kvalitativt inriktade studier är det sällsynt med slumpmässiga urval. Antalet undersökta enheter är oftast betydligt färre än i kvantitativa studier och för att säkerställa att man får ett urval som är konsistent med studiens syfte måste man använda andra urvalsmetoder än sådana som är baserade på slump.

* Själva inspelningen är också en selektiv transformation. Det som dokumenteras på bandet är partiellt i förhållande till det talade språk som förekommer i samtal eller klassrumsinteraktioner.

Jag har i mitt arbete tillämpat en urvalsstrategi där jag ”skräddarsytt” urvalet i förhållande till studiens syften. Jag har valt att maximera variation med avseende på parametrar som rimligen går att relatera till variation med tanke på studiens frågeställningar och samtidigt minimera variation genom att välja endast två skolämnen, matematik och naturorientering i den obligatoriska skolans tidigare år. Jag har försökt maximera variationen inom ramen för den avgränsning som mina val av skolämnen innebär. Förfarandet ryms inom det som Patton kallar ”purposeful sampling”. Han beskriver att syftet med denna typ av urval är att välja informationsrika individer som kan belysa den aktuella frågeställningen (Patton, 1990). Detta sätt att göra urval är det gängse inom fenomenografiska studier. Till mitt syfte hör att beskriva variation i möjligheter som lärare öppnar för sig själva att lära om elevernas lärande. Hur görs då urval om man har för avsikt att få stor variation inom de ramar som utgörs av valda skolämnen och åldrar på elever? Jag känner ju inte i förväg den variation studien strävar efter att beskriva, inte heller tänkbara orsaker till denna. Jag är därför tvingad att göra urvalet utifrån andra kända utgångspunkter. I min studie har jag spridit urvalet geografiskt på olika typer av skolor och dessutom utnyttjat det jag vetat om samma lärare från pilotstudien för att sätta samman mitt urval. Det jag visste om lärarna innan huvudstudien är redovisat i tidigare rapporter och konferensbidrag (se Johansson & Emanuelsson (1997) för en sammanfattning). Det har inte gjorts någon systematisk analys med avseende på huvudstudiens perspektiv och frågeställningar. Denna kunskap har således varit av intuitiv karaktär, men jag menar att jag hade haft betydligt sämre möjligheter att få stor variation i mitt utfall utan tillgång till resultatet från pilotstudien.

Lärarna kommer från fem olika skolor. Två skolor ligger i utkanten av en storstad. Lärarna på dessa skolor arbetar i tre olika skolhus inom samma kommun. Övriga tre skolor ligger i anslutning till en medelstor stad i mellersta Sverige. Av de tre skolorna i Mellansverige ligger en, som är urvalets till elevantal största skola, i själva centralorten och två är snarast att betrakta som glesbygdsskolor med relativt låga elevantal. Hälften av lärarna har kunnat besökas under utsträckt tid. Den andra hälften besöktes på en annan ort och data samlades därför koncentrerat under en fjortondagarsperiod.

Jag har inte endast valt ut de lärare som ingår i studien utan också gjort andra typer av urval. Jag har valt tillfällen då jag besökt dessa och urval då jag redovisat data från dessa besök vare sig de varit i form av observationer eller intervjuer. En del av dessa val har varit medvetna och möjliga att påverka, andra har jag inte kunnat styra

över i någon större utsträckning. Inget av dessa val har varit slumpmässigt i bokstavig mening. Inför urvalet av observationstillfällen har jag informerat lärarna i allmänna ordalag om att jag varit intresserad av att få veta hur de tar reda på vad eleverna kan och vad de lärt i matematik och naturorientering. De har fått föreslå tillfällen då de menar att de kan ta reda på detta. Tillsammans har vi därefter bestämt lämpliga dagar och tider för besök under en följd av lektioner.

I den datamängd som dessa urval genererat har jag gjort urval av frågeepisoder som jag analyserar vidare och redogör för. Principer för dessa urval kan härledas ur min strävan att ge en så representativ beskrivning som möjligt av varje lärares frågande i vart och ett av ämnen. Redovisade frågeepisoder är därför valda för att vara typiska i det avseendet att de speglar den variation som förekom under mina besök. De valda episoderna behöver inte vara representativa för varje lärare. De är dock representativa för det insamlade datamaterialet i den meningen att redovisade episoder täcker den variation som förekom under observationerna.

I arbetets inledning har jag berört min önskan att kontrastera det som händer i undervisningen i matematik och no och att det är problematiskt att uttala sig i förhållande till ett skolämne om man inte jämför med något annat. Att välja två ämnen ger mig denna möjlighet till kontrastering samtidigt som jag minimerar den variation som kan relateras till innehåll så mycket som möjligt

Sammanfattningsvis har de olika urvalen jag beskrivit ovan gjorts för att "skräddarsy" variation i det empiriska materialet så långt det är möjligt innan data samlats in. De urval av frågeepisoder som gjorts när jag redovisar mina analyser har gjorts för att ge en så representativ beskrivning som möjligt av de olika typer av frågeepisoder som förekommer.

Studiens olika faser

Studien har genomförts i en första explorativ och induktiv fas som följts av en abduktiv och teorigenererande. Den första fasen innebar analyser och beskrivningar av data från varje lärare var för sig. Först har jag identifierat frågeepisoder. Dessa har därefter analyserats med avseende på vilka potentiella innebörder som konstitueras inom episoden. För att beskriva dessa innebörder har jag gradvis och i en abduktiv process utvecklat en beskrivningsmodell. Denna beskrivningsmodell tillämpas därefter i de analytiska fallbeskrivningarna samt i det sammanfattande resultatet.

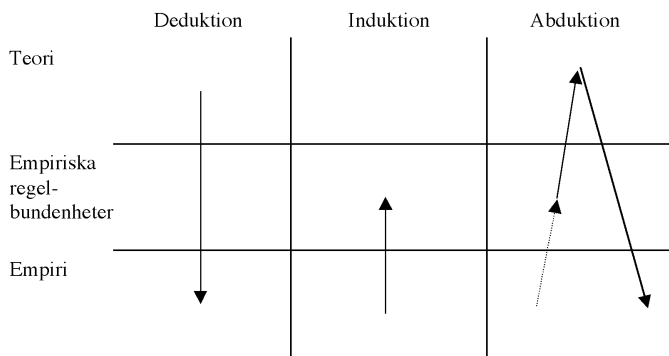
Abduktion

Prawat diskuterar olika ansatsers brist på möjligheter att lösa Menos lärandeparadox (deduktion, induktion, "mind in world"). Han erbjuder, med hänvisning till Dewey och Pierce, abduktion som den lösning man bör föredra. Abduktion är resultat av en dynamisk härledning av slutsatser genom växlingar mellan observation och provisoriska teorier (Prawat, 1999). Den abduktiva processen kan beskrivas som en pendling eller en växling mellan induktion och deduktion. Induktivt genererade och tillfälliga hypoteser prövas genom deduktion mot det empiriska materialet i en dynamisk process till dess att resultatet så småningom alltmer förlorar sin preliminära karaktär. Resultatet stabiliserar sig och blir samtidigt mer trovärdigt. Beach (1997) beskriver abduktionens resultat på ett sätt som är resonant med min användning:

/.../ [A]bduction is a way of providing a deeper and more encompassing explanation or understanding of already theory laden and partially understood facts" (s. 46-47).

Mina explorativa första intryck under observationer och intervjuer med tillhörande transkriptioner är naturligtvis relaterade inte enbart till mina teoretiska utgångspunkter utan också till min förståelse av lärare, elever, och deras sätt att begripa de ämnesområden studien behandlar.

Alvesson och Sköldberg (1994) beskriver skillnader mellan induktion, deduktion och abduktion med följande figur:



Figur 4.1 Deduktion, induktion och abduktion ur Alvesson och Sköldberg (1994, s. 45).*

* Den prickade pilen i diagrammet utgår från antagandet att alla beskrivningar av empiri innebär teoriimpregnerade reduktioner. Med en sådan utgångspunkt blir denna pil orimlig eftersom det inte då existerar något som är iakttagbart enbart på sina egna villkor. (Alvesson och Sköldberg, 1994)

Deduktion utgår enligt Alveson och Sköldberg från en idé om en teori eller struktur i data. Idén kan vara given innan kontakten med empirin och dess möjlighet till meningsfull beskrivning prövas genom att applicera en given struktur på det empiriska materialet. I den induktiva ansatsen är det i grova drag tvärtom. Data genererar teoretiska modeller. När det gäller abduktion utgår man i deras beskrivning från en idé om ytlig struktur eller regelbundenhet (t.ex. i form av ett tidigare försök att strukturera empirin). Denna genererar så en modifierad teori, en djupare eller mer fullständig beskrivning som prövas mot data. Denna kan i sin tur vara en ny och i relativ mening ytlig struktur som prövas i ännu en cykel. Alvesson och Sköldberg beskriver denna cykel metaforiskt i termer av "en lång flygtur med en mängd mellanlandningar" (s. 47).

Studiens kunskapsanspråk

Patton skriver om konsekvenser av den typ av ändamålsenligt urval som jag genomfört:

When selecting a small sample of great diversity, the data collection and analysis would yield two kinds of findings: (1) high quality, detailed descriptions of each case, which are useful for documenting uniqueness, and (2) important shared patterns that across cases and derive their significance from having emerged out of heterogeneity.

(Patton, 1990, s. 172)

Patton hävdar alltså att två typer av resultat är möjliga. Man kan erhålla en beskrivning för varje fall man studerat samt en sammanfattande beskrivning som lyfter fram det som är gemensamt för de fall man studerat. Denna studie resulterar också i fallbeskrivningar samt en beskrivning av variation över fallen snarare än en beskrivning av det som är gemensamt. Vidare problematiserar Patton generaliseringsmöjligheter utifrån samma typ av urval:

The evaluator using maximum variation sampling would not be attempting to generalize findings to all people or all groups but would be looking for information that elucidates programmatic variation and significant common patterns within that variation.

(Patton, 1990, s. 172)

Till skillnad mot Patton så försöker jag antyda generaliseringsmöjligheter beträffande mitt resultat.

Allmänt innebär generalisering att man använder något man funnit i en situation i andra. Man strävar efter att gå bortom de observationer och erfarenheter man gjort, eller de slutsatser man dragit och ställer sig frågan om det man kommit fram till också är giltigt i andra situationer, eller sammanhang. Inom den statistiska inferensen görs detta genom att man genomför slumpmässiga urval. Med hjälp av matematiska modeller beräknar man därefter sannolikheter för att gjorda skattningar faller inom något intervall för den population man dragit sitt stickprov ur. Antalet undersökta individer är här kritiskt i förhållande till hur säkra uttalande man kan göra. Ju fler individer man undersökt desto säkrare kan man uttala sig om andra individer. Individ kan här vara annat än en person. En mätning eller en observation kan också betraktas som en individ.

I vårt dagliga liv drar vi ständigt slutsatser baserade på mycket små stickprov. Man slickar t.ex. bara en gång på en lyktstolpe en kall vinterdag. Vi drar slutsatsen att den gjorda observationen, att tungan fryser fast, är giltig även för andra lyktstolpar på andra ställen och tillfällen. Kanske aktar vi oss också för andra metallföremål, inte endast för lyktstolpar. Vi litar således på observationer trots att de ibland görs en och endast en gång och dessutom är allt annat än slumpmässiga. Med andra ord krävs det inte alltid stora urval och de behöver inte vara slumpmässiga för att vi skall kunna göra hållbara och meningsfulla generaliseringar.*

Ett liknande resonemang som detta förs av Eisner (1991). Han hävdar att man kan betrakta generalisering och transfer som identiska, eftersom transfer innebär att man på ett ej mekaniskt sätt "förflyttar" kunnande från en situation till en annan som inte är identisk med den första (s. 198).

Jag har träffat åtta lärare och besökt dessa under ett fåtal lektioner och således gjort ett mycket begränsat urval av den undervisning dessa bedriver. Vad kan sägas om samma lärares klassrum under andra tillfällen än när jag var där? I vilken utsträckning kan det jag funnit sägas vara giltigt för andra lärare, som undervisar andra elever? På vilket sätt kan mina analytiska fallbeskrivningar användas för att förstå andra klassrum, med andra elever och lärare?

* Exemplet illustrerar också att en gjord observation inte generaliseras oberoende av teori. Här måste man ha en idé eller en teori som omfattar temperaturens betydelse för att inte generalisera så att man drar slutsatsen att tungan fastnar även sommardag.

Case study knowledge is more developed by reader interpretation, arising out of the reader's own experience and understanding. This leads to reader generalization when the "new" case study data are added to the "old" knowledge he or she already has. Finally, the knowledge is based more on reference populations determined by the reader, who, in generalizing, extends that knowledge to populations in his or her experience.

(Winegardner, odaterad)

Winegardner menar att inom kvalitativa studier, särskilt med fallstudiemetodik är det läsaren eller brukaren av resultatet som utför generalisering. Detta synsätt delas av Eisner (1991).

In qualitative case studies the researcher also generalize [as in quantitative studies], but it is more likely that readers would determine whether the research findings fit the situation in which they work. The researcher may say something like this: "This is what I did and this is what I think it means. Does it have any bearing on your situation? If it does and if your situation is troublesome or problematic, how did it get that way and what can be done to improve it?" The logic in qualitative studies is softer – it's more analogical. (s. 204)

Jag återkommer till generaliseringsproblematiken när jag diskuterar mitt resultat.

Objektivitet, validitet och reliabilitet

Frågor om objektivitet, validitet och reliabilitet är nära knutna till frågor om vad som kan betraktas som sanning och därmed också knutna till våra möjligheter att komma i kontakt med världen. Det handlar om våra möjligheter till objektivitet och nödvändigheten av subjektivitet samt om vilka innebörder vi tilldelar dessa båda begrepp.

How can we ever know if our views of reality match or correspond to it? To know that we have a correspondence between our views of reality and reality itself, we would need to know reality, as well as our views of it. But if we knew reality as it really is, we would not need to have a view of it. Conversely, since we cannot have knowledge of reality as it is, we cannot know if our view corresponds to it.

(Eisner 1991, s 45)

Inom fenomenografien är det inte meningsfullt att tala eller skriva om subjektivitet och objektivitet på ett sätt som implicerar att en omvärld existerar oberoende av vårt kunnande om den. En beskrivning av något är samtidigt både objektiv och subjektiv. Både objektet i den "verkliga världen" och subjektet bidrar med mening. Det är meningskapande människor som gör beskrivningar och därmed alldeles omöjligt och inte ens önskvärt att inte själv bidra med mening. Att göra rimliga beskrivningar handlar därför snarare om att ha kontroll över sitt eget bidrag, sin subjektivitet än om att sträva efter en oppnåelig objektivitet. Jag hävdar att vår förståelse och våra beskrivningar av världen alltid är partiella, de kan inte till fullo fånga totaliteten ens i en begränsad aspekt av verkligheten. Full förståelse innebär en ständig strävan mot något som jag i enlighet med studiens teoretiska utgångspunkter betraktar som oppnåeligt. Detta resonemang innebär inte att jag menar att det är omöjligt eller felaktigt att sträva efter att vara övertygande och trovärdig. Inte heller innebär det en relativism där alla sanningsanspråk är lika rimliga eller orimliga. Ett kunskapsanspråk är alltid partiellt och därmed mer eller mindre fullständigt. Olika anspråk kan också var olika meningsfulla beroende på syftet som ligger bakom detsamma. Även i en mer absolut mening kan olika sanningsanspråk vara mer eller mindre fullständiga genom att de kan ordnas i relation till varandra vanligen som en hierarki (jmf. Marton & Booth, 1997, s. 107, s. 111).

Reliabilitet är ytterst en fråga om i vilken utsträckning en studie är behäftad med olika typer av fel eller "bias" (Pedhazur & Pedhazur-Schmelkin, 1991). Ett vanligt sätt att få grepp om en studies reliabilitet är att undersöka om man i andra studier av samma fenomen skulle komma fram till samma resultat. Antag att ett antal forskare med liknande bakgrund som jag och med liknande kunskapsintresse utför en liknande studie eller kanske t.o.m. analyserar samma empiriska material. Då är det troligt att en systematisk granskning visar en variation beträffande gjorda analyser och dragna slutsatser. Med nödvändighet är alla dessa slutsatser inklusive mina egna, partiella i ett fenomenografiskt perspektiv. De är mer eller mindre fullständiga i förhållande till den helhet som de samlade resultaten utgör. Detta arbetes reliabilitet handlar därför om relationer mellan mitt redovisade resultat och det hypotetiska resultat som utgörs av unionen av alla tänkbara resultat. Detta resonemang leder till slutsatsen att frågan om reliabilitet sammanfaller med frågan om validitet eftersom någon förstådd aspekt av världen utgörs av den nämnda unionen av alla sätt att förstå. Den helhet som denna union utgör är dock fortfarande partiell i relation till den totalitet som den strävar att beskriva.

När jag nedan diskuterar validitet behandlar jag därför samtidigt frågan om reliabilitet.

Idén om ett sökande efter en absolut sanning, eller en helt objektiv beskrivning av lärares möjligheter att komma i kontakt med elevernas kunskaper i klassrumsinteraktionen gäller inte denna studie. Därför blir ett naivt* validitetsbegrepp av typen "huruvida resultatet överensstämmer med verkligheten" inte tillämpligt. Validitet är här istället en fråga om hur jag troliggör eller rättfärdigar inte endast studiens resultat utan också den process som lett fram till mina slutsatser. Att validera en studie innebär därmed istället att man diskuterar dess trovärdighet (Kilpatrick, 1993, s. 22).

Booth (1992) nämner tre olika typer, eller olika aspekter av validitet innehållsrelaterad validitet, metodologisk validitet och kommunikativ validitet (s. 65-66).

Innehållsvaliditet

Ett arbetes innehållsvaliditet sägs bero på om det baserat på ett *djupt* och samtidigt *öppet* kunnande om det innehåll som behandlas. Om jag som forskare kan betraktas som kunnig och öppen för andra tolkningar av de innehållsliga områden arbetet behandlar är inte en enkel och rättfram fråga som kan besvaras på ett entydigt sätt. Jag har fler akademiska poäng inom fysik, kemi, biologi, pedagogik och matematik än någon av lärarna i studien. Jag har mindre direkt undervisningserfarenhet än samtliga. Genom forsknings-, utvärderings- och utvecklingserfarenhet från verksamhet vid universitet har jag dock en annan typ kunskap om undervisning och lärande inom dessa områden. Jag och lärarna som grupp har därför mycket olika utgångspunkter när vi strävar efter att förstå det som händer i deras klassrum. Vi har dessutom mycket olika villkor. Jag har "all tid i världen" att analysera utskrifter. Jag kan läsa dem om och om igen. Jag kan söka relaterad litteratur för att finna bakgrunder till min strävan att finna innebörder i deras interaktioner med eleverna. Ovanstående säger inte nödvändigtvis mycket om jag har tillgång till djupa kunskaper och öppenhet i förhållande till sätt att förstå som är andra än de vetenskapligt accepterade. Jag hoppas att de redovisade empiriska analyserna gör det troligt att mitt innehållsliga kunnande i relation till det område som studeras är *tillräckligt* kvalificerat beträffande djup och öppenhet för att studien skall vara rimligt övertygande.

* Med naivt avser jag här att knappast någon tillämpar ett validitetsbegrepp där man strävar efter jämförelser med en oberoende värld. Ibland förekommer det dock att andra forskningsparadigm tilldelas detta sätt att betrakta validitet.

Metodologisk validitet

Denna validitetsaspekt har att göra med om den använda fenomenografiska metodologin, är genomförd på ett rimligt sätt. Fenomenografin är inte en metod men enligt Marton och Booth (1997, s. 111) har ansatsen metodologiska implikationer. Forskaren förbereder sig genom att göra sig förtrogen med det fält där undersökningen genomförs genom att gå igenom relevant litteratur. I mitt fall handlar det om grundskolans undervisning i och om naturvetenskap och lärarens praktik och tänkande i relation till detta. Jag har också genomfört en pilotstudie. Fenomenografin har kritiserats för brister beträffande redovisningen av forskningsprocessen och dokumentation av hur kategorier arbetas fram (se t.ex. Frances, 1996; Richardsson, 1999). Jag beskriver därför den abduktiva processen genom att redovisa några av de provisoriska resultat som förekommit under analysprocessen. Denna redovisning innebär ett sätt att visa på alternativa tolkningar av materialet, samtidigt som den ger inblick i hur tolkningsprocessen gått till.

Kommunikativ validitet

Denna aspekt har att göra med hur resultatet kommuniceras till andra t.ex. lärare och forskare som verkar inom det fält som arbetet representerar. Är resultatet begripligt för andra, och hur "resonerar" det med deras sätt att förstå forskningsobjektet? För att öka möjligheter till kommunikativ validitet har arbetet kontinuerligt presenterats och diskuterats i såväl formella som informella sammanhang med lärare, lärarutbildare och forskarkollegor. Dessa diskussioner har gett upphov till förändringar i mitt sätt att samla och analysera data.

Forskningsetik

När man beforskar andra människor, deras handlingar och tankar är det av yttersta vikt att visa dem och deras praktik största möjliga respekt. Studiens uppläggning överensstämmer med såväl rent juridiska (t.ex. personuppgiftslagen) riktlinjer och de etikregler som forskare rekommenderas att följa. Detta innebär t.ex. att medverkande upplysts om studiens syfte, att de själva tagit beslut om sin medverkan och att alla uppgifter som jag samlar in är konfidentiella. Under

arbetet med pilotstudien och huvudstudien har vi fått ny lagstiftning beträffande regler kring personuppgifter och personregister.* Dessa ändringar har inte fått några konsekvenser beträffande uppläggning och genomförande eftersom något personregister aldrig upprättats. Antalet lärare är så litet att jag inte behövt några kodnycklar som knyter pseudonymer i texterna till verkliga personer.

Som tidigare beskrivits har jag antagligen tillgång till ett både djupare och bredare ämnesteoritiskt kunnande än lärarna i studien (s. 49). Detta innebär tillsammans med det faktum att jag har haft gott om tid att studera transkriptioner från deras lektioner rimligen att jag har andra möjligheter att se möjligheter till alternativa frågor i interaktionen. När jag i analyserna beskriver både vad som händer och vad som inte händer kan detta uppfattas som att jag är normativt på ett sätt som innebär att jag nedvärderar lärarnas praktik. Detta är inte min avsikt. Jag menar istället att denna kontrastering är en förutsättning för att innebörden i den klassrumsinteraktion som äger rum skall kunna lyftas fram och göras tydlig för läsare, också de som inte har matematisk naturvetenskaplig bakgrund. Lärare använder själva denna teknik. Elevernas arbete behandlas ofta i termer av vad de gjort och vad de inte gjort. Inom akademien t.ex. när man diskuterar forskning gör man ofta på liknande sätt. Arbeten diskuteras både i förhållande till det som finns med och det som är utelämnat. Jag vill påstå att detta är en förutsättning för all kunskapsbildning och jag utgår från att denna avhandling inbjuder till samma typ av diskussion.

Trovärdighets- och giltighetskonklusion

I hög utsträckning lämnar jag åt läsaren samt de som tillämpar mina resultat att avgöra mitt arbetes trovärdighet och giltighet. Detta är en logisk följd av arbetets teoretiska inramning. Jag har tidigare argumenterat för att det är de som tillämpar ett resultat som avgör dess generaliserbarhet samt att den trovärdighet andra tillskriver mina

* Tidigare krävde HSFR att av dem finansierade studier följde regelsamlingen. Idag, och i samband med omorganisationen av råden är deras status något mer oklar. Jag har dock använt reglerna som riktlinjer för att hantera etiska aspekter av arbetet med studien (HSFR 1994). För det nya regelverket se: <http://www.datainspektionen.se>

beskrivningar och resultat är en öppen och empirisk fråga. Min strävan har naturligtvis varit att göra analyser på ett så noggrant och hederligt sätt som möjligt. Jag vill också påpeka att jag anser att resultaten är provisoriska och endast kan anses tillfälligt giltigt tills en annan studie visar på modifieringar eller kanske t.o.m. falsifierar mina resultat. En studies validitet är en dynamisk entitet som är utsträckt över tid. Jag hoppas därför på fortsatt diskussion och ifrågasättande angående tillförlitligheten i det kunnande som min studie kan tänkas bidra till.

5 RESULTAT

Om studiens olika resultattyper

Resultatdelen är indelad i tre olika men relaterade delar. I den första beskriver jag studiens teoretiska bidrag. Detta har tentativ karaktär och är ett förslag eller utkast till vad som på sikt kanske kan bli en mer fullständig teori. Denna del utgör samtidigt en bestämning av de analysinstrument jag använder i empiriska avsnitt som följer. I den andra delen redovisar jag åtta analytiska fallbeskrivningar, en för varje lärare i studien. I den tredje och sista delen är resultatet inte uppdelat på lärare. Här visar jag istället ett resultat ordnat efter de olika typer av frågeepisoder jag funnit. I den avslutande delen beskriver jag också erhållna skillnader mellan lärares möjligheter att få tillgång till elevernas kunskaper i matematik och naturvetenskap.

Denna resultatuppdelning i teoretiska och empiriska delar skall inte betraktas som den uppdelning som ibland görs mellan teori och praktik i termer av resultat som är användbara i undervisningspraktik respektive forskningspraktik. Jag menar att både det teoretiska och det empiriska resultatet är relevant i relation till båda dessa praktiker.

Det teoretiska resultatet är relevant både för lärare och forskare när det gäller att bidra till att skapa mening i undervisning och forskning. Det kan ses som inspiration eller potentiellt verktyg för lärare att förstå sin egen frågepraktik i klassrummet. Det kan också tillämpas inom forskning för att förstå andras praktik eller som utgångspunkt för att generera ny teori. Teoritillskottet är också, menar jag, den säkrast generaliserbara delen av mitt resultat. Jag hävdar att teorin kan tillämpas också på frågeepisoder i andra klassrum än just de jag besökt och för andra ämnesinnehåll än de jag undersökt. Resultatet kan också användas till att analysera annat lärande än det som sker i institutionella sammanhang.

Jag betraktar även det empiriska resultatet, de analytiska fallbeskrivningarna som användbart för både lärare och forskare. Lärare kan använda detta för att känna igen sig, eller kontrastera sin egen praktik. På så sätt utgör resultatet reflexionsunderlag för att utveckla en djupare förståelse kring villkoren för lärande om elevernas lärande. Jag menar att fallbeskrivningarna illustrerar möjligheter som öppnas i mötet mellan innehållets pedagogiska och disciplinära dimensioner för både forskare och lärare.

Studien och dess beskrivning

Som tidigare nämnts har studien genomförts i en tidsordning där en första explorativ och induktiv fas följts av en abduktiv och teorigenererande del. När jag nu redovisar resultatet av studien kastar jag om denna ordning. Jag inleder med att beskriva mitt bidrag till utvecklingen, eller fördjupningen av fenomenografin och variationsteorin som jag menar är mitt huvudresultat. Därefter tillämpar jag denna teori i min beskrivning av de åtta lärarna. Omkastningen motiveras av att det teoretiska resultatet på detta sätt kan utgöra en utgångspunkt för läsningen av fallbeskrivningarna. Jag kallar dessa för analytiska fallbeskrivningar eftersom min avsikt inte varit att göra deskriptiva beskrivningar av det som hände under observationerna. Min strävan är istället att med hjälp av den utvecklade teorin göra analytiska beskrivningar.

Översikt av studiens teoretiska bidrag

De aspekter av klassrumsinteraktionen som jag valt att beskriva närmare och de analytiska verktyg jag använder för att göra denna beskrivning har växt fram i en abduktiv process. Provisoriska idéer har testats mot data, förkastats och gett upphov till nya provisoriska idéer som återigen prövats och delvis accepterats eller helt förkastats. Så småningom har ett antal aspekter växt fram som på ett meningsfullt sätt karakteriserar variationen i frågeepisodernas interaktionsmönster. I mina analytiska fallbeskrivningar fokuserar jag främst följande aspekter av interaktionen i episoderna.

- Objekt för elevernas kunnande
- Akter av kunnande som lärare öppnar för eleverna
- Olika zoner i rummet för lärande, stoffzonen, den konceptuella- och den proceduriella zonen
- Skiften mellan olika zoner
- De distinktioner lärare kan göra beträffande elevernas kunnande

Innan jag mer i detalj går in på innebörd i och bakgrund till ovanstående punkter, redogör jag kortfattat för hur detta analytiska fokus växt fram. I denna redogörelse strävar jag även efter att punkternas avsedda innebörder blir klarare.

Den abduktiva processen

I detta avsnitt beskriver jag kortfattat hur ovannämnda fem aspekter på klassrumsinteraktion växt fram som analytiskt fokus, baserat på resultat som följde av pilotstudien (Johansson & Emanuelsson, 1997). I metodavsnittet berörde jag abduktion i allmän mening. Här gör jag ett fåtal nedslag i denna studies abduktiva process och redovisar översiktligt några provisoriska delresultat. Alla preliminära resultat redovisas inte här. Istället ger jag en avkortad beskrivning med syfte att ge läsaren en inblick i processen. Pilotstudien var en explorativ och till karaktären induktiv studie. Resultatet av denna kan tolkas som om lärares fokus på elevernas kunskande antingen primärt ligger på innehållet i elevernas kunskande eller på formen av de arbeten eleverna producerar i undervisningen, i grova drag alltså på vad eleverna kan eller på vad de gör. Ett möjligt *innehåll* i lärarens förståelse av elevernas kunskande kan alltså något paradoxalt vara *formen* på elevernas kunskande. Detta yttrade sig i att lärare ofta i intervjuer, och särskilt beträffande no-undervisningen, talade om *hur* eller *vad* eleverna gjorde, eller hade gjort i klassrummet snarare än i termer av vad de kunde eller hur de förstod. När det gäller matematik talade lärarna i stor utsträckning om elevernas kunskande i termer av om deras svar på frågor var korrekta eller felaktiga snarare än hur de gått tillväga för att nå ett visst svar. Detta är, för att använda Alvensson och Sköldbbergs metafor (1994), "den första mellanlandningen" jag beskriver. För närmare beskrivning av pilotstudiens uppläggning, genomförande och resultat hänvisas till Johansson och Emanuelsson (1997).

Ett av de första preliminära resultaten av föreliggande studie blev en analytisk uppdelning i akt- respektive objektaspekten av elevernas kunskande. Denna analytiska delning visade sig meningsfull och en genomgång av empirin med fokus på variation i dessa aspekter visade att ett sammanfattande resultat av fallstudierna kan beskrivas i en fyrfältstabell, som då kan sägas representera "flygturens andra mellanlandning". sammanfattningen överst på nästa sida beskriver variationsmönster som lärare och elever gemensamt konstituerar i klassrumsinteraktionen.

När man tillämpar detta preliminära sätt att karaktärisera innehållet i klassrumsinteraktionen så täcker man alla tänkbara typer av interaktion inte endast av empiriska utan också av logiska skäl. Trivialt finns inga andra möjligheter än att antingen varierar något eller så gör det inte det. Har man då två aspekter i fokus så resulterar detta i fyra distinkta utfall eller celler. De empiriska exempel eller frågeepisoder som

		Objekt för kunnande	
		varierar	invariant
Akter av kunnande	varierar	<i>Eleverna gör på olika sätt med olika saker</i>	<i>Eleverna gör på olika sätt med samma sak</i>
	invariant	<i>Eleverna gör på samma sätt med olika saker</i>	<i>Eleverna gör på samma sätt med samma sak</i>

Anmärkning: Ordet *gör* i tabellen täcker här både situationer där eleverna rent fysiskt utför akter och situationer där eleverna i språk eller tanke hanterar kunskapsobjekt. Ordet *sak* eller *saker* refererar här till alla tänkbara objekt för kunnande både till de som är abstrakta och de som är konkreta.

illustrerar de fyra varianterna blir dock i denna beskrivningsmodell väldigt olika. De innehåll som hanteras i den undervisning jag observerat och som kategoriseras inom samma variationsmönster visar sig ha mycket olika karaktär inom respektive cell. Kategorierna gör inte skillnad mellan t.ex. begreppsligt kunnande som konservering av materia över fasövergångar och mer allmänna förmågor som kompetens att genomföra en muntlig presentation. Paradoxalt nog blir därför denna innehållsliga beskrivning av klassrumsinteraktionen okänslig för innehållets karaktär. Det krävs därför ett mer fingraderat analysinstrument med större känslighet för innehållets karaktär, för att fånga detaljer närmare innehållet i klassrumsinteraktionen. I nästa avsnitt tar jag upp den slutgiltiga beskrivningsmodellen.

Studiens teoretiska bidrag

Här redovisas det teoretiska slutresultatet. I den metaforiska flygtursbeskrivning jag tidigare hänvisat till är detta "slutdestinationen".

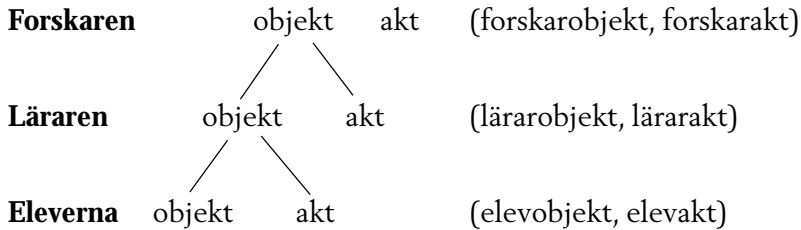
Objektets arkitektur

Mitt analytiska fokus är som tidigare beskrivits lärares möjliga erfara-
nde av elevernas kunnande. Vilka möjligheter öppnar de för sig själ-

va, i frågeepisoder i klassrummet, att lära om elevernas lärande? Detta objekt, möjligt erfärande, har två aspekter. Det är sammansatt av lärarnas objekt, vad de riktar sig mot, samt deras akter av kunnande i förhållande till detta objekt. Eisner (1991) skriver om relationen mellan *vad* undervisning handlar om och *hur* den genomförs.

The line between content and process is not altogether clear. /.../ If a biology teacher teaches so that the students learn a set of significant ideas through a method that requires them to experiment, the meaning of the ideas learned is likely to be different from "the same" ideas learned as a part of an exercise studying textbook conclusions. The processes through which ideas are grasped and understood, which themselves are influenced by the conditions of teaching, give meaning to the content learned. Hence *how* something is taught and *what* is taught are, from an experiential perspective, part of the same whole. One can attend to both the separable and the experiential, inseparable, aspects of content (s. 178, kursiver i original)

Citatets resonemang överfört till lärares möjligheter till lärande om elevers lärande innebär att lärares meningsskapande sker i förhållande till relationer mellan vad det är som eleverna hanterar (elevobjekt) och hur hanteringen går till (elevakter). Molander (1993) avser något närliggande när han skriver om kunskap såväl i tanke som i handling. Dessa båda aspekter, elevers akter av kunnande och deras objekt för kunnande är intimt sammanflätade i konstitutionen av potentiella innebörder för läraren. Det objekt läraren potentiellt riktar sig mot (läraobjekt) är relaterat till hur (lärarakter) riktandet sker. För att kunna studera sådana relationer måste dessa separeras analytiskt. Akt- och objektaspekten blir därmed skiktade när man studerar klassrumsinteraktion. Elevers och lärares objekt sammanfaller därför inte fullständigt sinsemellan eller med forskarens objekt. Denna skiktning innebär därför en nyansering av begreppet "minds in contact" som innebär att lärare och elever kommer i kontakt med varandra då de riktar sig mot samma innehåll. Enligt denna studies sätt att betrakta klassrumsinteraktion är det innehållets eller närmare bestämt det förstådda innehållets objektaspekt som möjligen kan vara densamma för lärare och elever. Deras akter av kunnande kan däremot mycket väl vara olika. Arkitekturen i akt-, respektive objektaspekter av kunnande illustreras i följande figur:



Figur 5.1 Kunnandets arkitektur

Objektsaspekten betraktas som invariant över de tre nivåerna, men aktaspekter kan skilja sig åt. Detta innebär att de potentiella innebörder som kan tilldelas nivåernas objekt också varierar eftersom innebörder konstitueras i relation till både akter och objekt.

Objekt i olika zoner

De innehåll som hanteras av lärare och elever i olika frågeepisoder kan ha olika karaktär. Den tidigare redovisade fyrfältstabellen (s. 56) visade ett provisoriskt resultat där utfallet beskrevs på ett sätt som inte tar hänsyn till detta. Genom uppdelning i olika zoner gör jag det möjligt att beskriva innehållets beskaffenhet på ett mer detaljerat sätt samtidigt som jag behåller den övergripande beskrivningen av variation i akt och objektspekten av kunnandet.

Ibland ställer lärare frågor som innebär att elever visar att de minns och kan återge fakta, ibland kan frågor öppna för att elever tillämnar en modell eller ett sätt att tänka i en för dem ny situation eller nytt sammanhang. Frågor kan också leda till att elever måste göra en analys eller syntes av kunnande. Vidare förekommer det att frågeepisoders figurativa innehåll utgörs av formen på elevernas arbeten. Det är då formen på elevernas presentationer, *hur* de genomför och redovisar ett experiment eller en beräkning som tematiseras och därmed blir ett potentiellt fokus för läraren. Innehållet i lärares möjliga erfarenhet blir då proceduriella aspekter snarare än det innehåll elever hanterar i sina presentationer, i experiment eller i sin problemlösning. Innehållet i en frågeepisod (och därmed potentiellt innehåll för både elever och lärare) kan vara av olika typ. Jag har i denna redovisning funnit det meningsfullt att beskriva olika objekt som relaterade till tre olika zoner av kunnande.

Olika zoner i klassrumsinteraktionen

Mitt val av ordet *zon* som beteckning på olika innehållsliga fält för tankarna till Vygotskys "zone of proximal development" och detta är fullt avsiktligt. Vygotsky menade att lärande äger rum inom den zon som definieras som det *avstånd* som finns mellan vad någon själv behärskar enskilt och vad som klaras av tillsammans med någon annan person eller i interaktion med en artefakt. Det kanske mest använda citatet från Vygotsky definierar "zone of proximal development", ZPD som:

[T]he distance between the actual developmental level as determined by independent problem solving and the level of potential development as determined through problem solving under adult guidance or in collaboration with more capable peers.

(Vygotsky, 1978, p. 86)

Jag förstår detta avstånd som komplext. Det är rimligare att tänka sig ett rum, ett flerdimensionellt "avstånd" snarare än en sträcka. Vidare är det, som framgår av citatet, knappast en egenskap som på ett enkelt sätt kan tilldelas den lärande. Det är inte den lärande som har eller äger zonen, den utgör inget mått på den lärandes förmåga. Istället menar jag att zonen måste betraktas som en gemensam konstitution mellan den lärande och övriga personer samt eventuella artefakter. ZPD blir i denna tolkning ett rum för lärande där den lärandes förståelse konstitueras som en intern relation. (Jmf också Minicks citat av Vygotsky om erfandet som en intern relation på sidan xy.)

Jag menar att de objekt som eleverna i akter av kunnande riktar sig mot kan vara relaterade till, inte endast en enda zon som Vygotsky menar, utan till flera olika men ibland relaterade zoner. Detta resonemang utgör bakgrund till min klassifikation av objekt för kunnande som hörande till tre olika zoner: stoffzonen, den konceptuella zonen och den proceduriella zonen. *

Objekt inom *stoffzonen* är faktabetonade. Innehållet i undervisningen är detsamma som dess "topic". Det tematiseras inte i termer av djupare analys, syntes, eller tolkning. Frågor som fokuserar objekt inom denna zon handlar om att eleverna förväntas minnas eller återge. Typiska svar har karaktären att de kan värderas i termer av rätt/fel, kan/kan inte.

* Jämför Molander (1997) som använder begreppen ytinriktning, djupinriktning och proceduriell inriktning när han beskriver gymnasieelevers lärande så som det ser sig i intervjuer.

Objekt inom *den konceptuella zonen* är mer kvalitativt differentierade. Frågor som fokuserar begrepp eller objekt inom denna zon kan handla om att eleverna skall göra en analys eller syntes. Distinktionen legitimt eller ej legitimt svar är här mindre central att lyfta fram än sätt att förstå i elevernas perspektiv. Innebörder som eleverna tilldelar objektet är det som tematiseras inom denna zon. Distinktioner kan göras i termer av *hur* eleverna förstår till skillnad från endast *om* de förstår eller ej.

Objekt inom *den proceduriella zonen* är av mer allmän karaktär än i de andra zonerna. Eleverna är riktade mot formen på sina arbeten snarare än innehåll i dem. Frågor som öppnar för elevernas färdighet handlar om att eleverna skall utföra en presentation, ett experiment, en mätning eller liknande. Ibland görs distinktioner i termer av rätt eller fel metod. Ibland görs de i termer av bra, tydligt, modigt, snabbt, säkert vid presentation, redovisning eller argumentation, eller att eleverna visar respekt för varandras sätt att tänka. *

Skiften mellan zoner och kontexter

Inom frågeepisoder sker ibland skiften mellan olika zoner. Lärares frågor kan genom sina formuleringar öppna för skiften av elevernas fokus mellan olika zoner inom en och samma episod. Skiften kan också ske mellan olika kontexter (t.ex. inom/utom skolan). Dessa skiften kan beskrivas i termer av lärares *vertikaliserings* respektive *horisontalisering*. Lärare ställer frågor som riktar elevernas uppmärksamhet vertikalt eller horisontellt, mot andra zoner eller andra kontexter än de för tillfället aktuella. Frågor kan således tillskrivas funktionen att rikta elevernas uppmärksamhet mot en annan zon än den föreliggande för att på så sätt öppna för att eleverna skall visa sitt kunnande om samma objekt men inom en annan zon. Frågor kan också innebära strävan efter att samma objekt hanteras i en annan kontext än den aktuella. Dessa två typer av förändringar beskriver jag som att frågor har *riktning*. Med avseende på riktning kan de vara av följande slag:

* Man kan tänka sig andra zoner än de jag anger. En emotionell, en estetisk, etisk zon, osv. är också tänkbara. Om man (något oegentligt) tillämpar den traditionella indelning av mänskligt medvetande som Hildgard (1980) benämner med "kognitiva", "konnotativa" och "affektiva" aspekter ligger mitt fokus primärt på kognitiva aspekter av kunnandet. Uteslutandet av dessa andra tänkbara zoner är en avgränsning av studien.

- *Vertikaliserande frågor*

Objektet för kunnande förflyttas från stoffzonen till den konceptuella zonen. Frågor öppnar för en analys av stoffet, eller en generalisering av flera stoff till en gemensam princip eller förklaringsmodell. En fråga som denna betecknar jag vertikalisering. Frågorna öppnar för en fördjupning av innehållet mot mer generellt giltiga, eller om man så vill djupare, mer fullständiga eller mer inklusiva sätt att förstå.

- *Horisontaliserande frågor*

Objektets inramning skiftar till följd av en fråga. Så kan t.ex. en matematisk modell som tidigare behandlats endast i en skolkontext genom en fråga förflyttas till ett annat sammanhang, t.ex. en situation eller tillämpning i vardagslivet. Objektet för lärande befinner sig fortfarande inom samma zon men är nu inbäddat i ett annat sammanhang. Denna typ av fråga benämner jag *horisontaliserande*. Frågan öppnar för breddning av innehållet mot andra sammanhang och kontexter än de där interaktionen för tillfället äger rum.

Ibland använder jag också riktning i uttrycket, innehållets riktning eller motsvarande. Jag avser i dessa fall att frågor öppnar för innehåll inom en annan zon än den inom episoden hittills aktuella.

Distinktioner

Om det inte finns tillräcklig variation i elevernas akter av kunnande kan läraren endast göra dikotoma distinktioner i termer av legitimt, ej legitimt sätt att göra, förstå, tala o.s.v. Tillräcklig variation innebär att läraren kan göra distinktioner som går bortom dikotomin rätt/fel. Exempel på sådana distinktioner är mellan kvalitativt olika sätt att förstå. Tillräcklig eller otillräcklig variation beror inte på antalet instanser i dimensionen av variation det är istället variationens kvalitet som avgör. Oftast består dock otillräcklig variation av två instanser "legitimt/ej legitimt" svar på den ställda frågan.

Angående språkbruk

Jag beskriver inte vilka distinktioner lärare gör i någon faktisk mening, utan de som är möjliga att göra i förhållande till den aktuella episoden. Jag skriver då om *möjliga* eller om *potentiella* distinktioner.

Ibland beskriver jag frågor som läraren inte ställer men kunde ställt för att öppna andra dimensioner och därmed göra rummet för lärande till att annat rum för sitt lärande än de som situationen öppnar. Jag skriver då om andra tänkbara frågor.

Analytiska fallstudier

Agneta

Organismer i havet, frågesport

Agneta undervisar en 3-5:a, en åldersblandad klass där de yngsta eleverna går skolår tre och de äldsta går i femman. För ett tag sedan var eleverna på läger vid havet och har sedan dess arbetat med organismer som de hittat utomhus på sina exkursioner. Eleverna har fått i uppgift att formulera flervalsfrågor om de organismer de funnit. Frågan ställdes innan min observation och jag har därför inte tillgång till den exakta formuleringen. Agneta har valt ut och sammanställt 20 frågor som eleverna skall besvara. Hon kallar aktiviteten för "frågesport". Agneta inleder episoden:

Agneta: Då gjorde ni ju frågor och för att det inte skulle bli riktigt så svårt, så gjorde ni alternativfrågor. Då har jag här alla frågorna och så har jag gjort ett liten frågepapper till er. Då läser jag upp frågorna som någon gjort här och så sätter ni ett, kryss eller två precis som vanligt. När vi gått igenom alltihop så tycker jag att man byter med kompiserna och så rättar vi med en gång. Är det någon som har någon fråga?

E: Om det kommer en fråga som man gjort själv skall man svara på den då?

Agneta: Ja, självklart. Alla frågorna jag läser upp! [ohörbar, utväxling med annan elev] Är ni redo?

Exempel på frågor:

Hur ser algerna ut på 40 m djup?		
1 bruna	x grön	2 röda
Hur få algerna sin näring?		
1 genom rötterna	x ur vattnet	2 av plankton
Hur lång (alltså diameter) kan en sjöstjärna bli?		
1 15 cm	x 20 cm	2 12 cm

Agneta läser upp de 20 frågorna som hon sammanställt. Det är eleverna själva som gjort dem. Det är alltså barnen som ställer frågor till varandra, men kommunikationen är ändå riktad från Agneta till klassen eftersom det är hon som står för urvalet och sammanställningen. Hon

har också bestämt frågeformatet. Samtliga frågor är flervalfrågor med tre alternativ. Detta begränsar kraftigt den potentiella variationen i möjliga svar. I intervjun frågar jag henne om syftet med frågesporten:

Jonas: Vad var det för idé eller syfte som du hade med den här frågesporten?

Agneta: /.../ Det var för att få dom andra barnen att läsa på, inte bara sitt eget, utan läsa på kompisarnas djur, eftersom det var alla dom här djuren vi hittade ute på X-holmen /.../ Syftet med det var ju att lära dom lite saker om det, men dom andra... Dom har ju inte suttit och forskat och hängt upp det på väggen bara för att det ska hänga där, utan att barnen känner att dom har tagit reda på någonting som har en mening, att mina kompisar ska få lära sig det som jag har tagit reda på. Det tycker jag är viktigt. Annars kan vi ju sitta och forska och klistra upp på väggarna hur mycket som helst, om det inte är någon som läser det. /.../

Trots formen av "förhör" eller "skrivning" är Agnetas syfte inte att ta reda på om eller vad eleverna kan eller förstår. Aktiviteten öppnar istället för värdet av elevernas eget arbete och vikten av att känna till de andra elevernas arbete. Frågorna har därför inte primärt ett utvärderande syfte, de är istället tänkta att motivera, eller stimulera eleverna att ta del av varandras arbeten. Hon samlar in elevernas svar men inte för att dokumentera deras resultat, utan för att de skall känna att det är en viktig aktivitet. I intervju säger hon:

Agneta: Dom får definitivt inte tillbaka det. Jag frågar hur många som hade alla rätt, för att dom ska känna ... men jag samlar in dom papperna, för att det ska verka viktigt då. Lite ful är man ju...

Agnetas fokus ligger således inte på innehållet i elevernas lärande, det är mer fokuserat på själva aktiviteten och på att motivera eleverna att ta del av varandras arbeten. Hon menar att det är viktigt att eleverna söker kunskap, det är inte lika viktigt för henne att veta vad de kan.

Agneta: Ja, att det är viktigt att ta reda på kunskap och ... inte att jag ska veta exakt.

Elevernas frågor öppnar för ett faktabetonat innehåll. För att avge ett legitimt svar krävs att man minns marina organismers egenskaper såsom färg och längd tillräckligt väl för att kunna välja ett av tre givna

svar. Med ett antal färdiga svarsalternativ öppnar frågorna för om eleverna kommer ihåg snarare än hur de förstår. Episoden innehåller en aktivitet med sådan form, "frågesport" att den begränsar variationen och utesluter behandling av mer komplexa biologiska resonemang. Det biologiska kunnande Agneta möter i aktiviteten är reducerat till fakta av deskriptiv karaktär. Frågan om algernas utseende på 40 m djup öppnar i föreliggande behandling och formulering inte för möjlighet att visa ett kunnande som omfattar förståelse om olika färgpigments absorptionsegenskaper i relation till ljusets våglängdsprofil på olika vattendjup. Inte heller öppnas för elevers förståelse angående konkurrensförhållanden mellan alger. Stoffet som frågan behandlar har dock potential att adressera ett mer generellt naturvetenskapligt modelltänkande såsom ljusets fysikaliska egenskaper och populationsdynamik, men skjuter här genom föreliggande formulering vid sidan om dessa mer komplexa sammanhang. Ber man eleverna motivera sitt svar eller fråga varför algerna har en viss färg på ett visst djup, öppnar man potentiellt för sådana resonemang.

Det förekommer ingen interaktion under frågesporten – varken mellan eleverna eller mellan Agneta och eleverna – annat än att de vid något enstaka tillfälle viskar svar till varandra och att hon då och då frågar om alla är färdiga och om hon kan läsa nästa fråga. Även här innebär "frågesportsformatet" en begränsning. Agneta avhänder sig genom den använda formen möjligheten att ställa följdfrågor för att finna elevernas perspektiv. När samtliga frågor är upplästa byter eleverna svarsblad med varandra och de rättar själva. När rättningen är klar tar Agneta med hjälp av handuppräckning reda på hur många som har minst hälften och hur många som har alla rätt. Hon får därför inte tillgång till elevernas olika sätt att tänka i relation till uppgifterna. I intervjun nämner hon också att hon antagligen inte kommer att titta på elevernas svar. Detta är konsistent med hennes syfte som ju främst var att motivera dem. Det innehåll hon möter är identiskt med stoffet i frågorna. Det finns ingen riktning av vare sig horisontell eller vertikal karaktär som breddar eller fördjupar det aktuella stoffet. Akt- och objektsaspekten av elevernas kunnande är båda otematiserade eftersom elevernas svar och sätt att resonera inte diskuteras. Akter och objekt för kunnande är därmed tagna för givna.

Muntlig redovisning om organismer i havet

Eleverna har arbetat, "forskat" inom "tema havet". Ett par veckor efter frågesporten ovan skall de muntligt redovisa vad de gjort för varandra. Eleverna har enskilt gjort ett arbete där de i text och bild be-

skriver ett djur som de "forskat" om. I intervjun berättar Agneta om de utgångspunkter hon gett eleverna inför redovisningen:

Agneta: När treorna gjorde det här arbetet, så hade dom fyra frågor och då frågade jag barnen vilka dom viktigaste frågorna som vi ska ha reda på om ett djur som lever i havet är, och då var det *vad dom äter och vilka som var fienderna och hur dom ser ut och var dom lever*, det var dom fyra frågorna. Dom frågorna ska alltid vara med, men för treorna räckte det med dom frågorna, medan femmorna kan bygga vidare och få en annan fråga och ta en fråga till, så att det kan komma om dom lever i dom varma haven eller varför ... vilka hav ... fördjupning av dom frågorna. Det har jag på femmorna och vissa fyror.

Dessa inledande formuleringar öppnar för att eleverna fokuserar deskriptiva karaktäristika. Som vi skall se är det ofta just dessa utgångsfrågor som återkommer i avslutningen på elevernas egna redovisningar. I realiteten begränsar innehåll i och form på de ursprungliga frågorna således elevernas egna formuleringar.

När eleverna kommit till ordning efter rasten inleder Agneta:

Agneta: Scchhhhh ... Nu skall vi se Vi ska redovisa för varann om dom djuren ni forskat om, som finns i havet. Och det gör vi som vi alltid gjort tycker jag. Att treorna får välja om de vill redovisa högt inför de andra så börjar vi med fyrorna och femmorna /.../ Och då går det till så här att jag tänkte att vi tar fram en tre eller fyra stycken samtidigt som får stå här framme och berätta ... om sin art de forskat om. /.../ När man berättat om sitt djur så ställer man två frågor. Och då ska ni ..., skriver jag vilket nummer det är på frågorna. /.../ Det är såhär, vi har ju två öron, vi lär oss väldigt mycket på att lyssna. /.../ Vad ställer det för krav på den som berättar då? ... Vad ställer det för krav på den som berättar då ... M?

M: Man skall prata högt och tydligt.

Agneta: Annars hör vi ingenting, så det måste vi göra högt och tydligt. Jag ställer mig längst ner så att jag hör också, att ni berättar högt och tydligt. Och så lyssnar ni. Och sen när frågorna kommer så skriver ni kortfattat. Det gör ingenting om ni stavar fel eller så. Bara skriver ner ett kort svar där. /.../

De explicita krav som ställs på eleverna gäller formerna för redovisningen. "eleverna skall tala högt och tydligt". Här är det framförallt viktigt att lyssna noga och inte så viktigt att ställa frågor till den som redovisar: "vi har ju två öron" (och bara en mun). Inga explicita krav

ställs på innehållet, det som betonas är att den som redovisar skall tala "högt och tydligt". Den första eleven gör sin redovisning.

E: Den stora valhagen: Valhagen kan blir 15-20 m lång. Den är lite vitprickig och har sex fenor. Den lever bl.a. utanför Mexicos kust, i varma vatten. Den äter små bläckfiskar, småfisk som ansjovis och sardiner och plankton.

Agneta: Hm, kan du visa upp bilden [visar teckning av en valhaj]...
Kan Du läsa upp dina frågor nu då

E: Hur stor kan den bli? ... Skall jag skriva ... (nej, ta det lite saktare)
Hur stor kan den bli?

Agneta: E, nu vill jag att du läser en gång till. Berätta om valhagen. Läs alltihopa för det gick för fort.

E: [Ordagrann repetition, han läser innantill från ett underlag.]

Agneta: Nu, kan Du ta nästa fråga om valhagen.

E: Vart lever den?

Valhagen är ett exempel på en intressant anpassning. Dess storlek kan relateras till att valet av föda sker långt ned i näringskedjan. Valens anpassning innebär att den äter många och små organismer som förekommer i stora antal. Blåvalens födoval är ett exempel på en strategi av samma typ som är driven ännu längre. Elevens redovisning öppnar potentiellt (i sig själv och i relation till andra elevers redovisningar) för en intressant diskussion om djurs storlek och deras strategier i födoval men frågan som ställs stänger för denna variation och fokuserar istället enbart djurets storlek och var den lever. Frågan inbjuder inte till diskussion kring relationer mellan storlek och val av föda. En fråga som öppnar för sådana resonemang skulle istället ha varit: Varför blir valhagen så stor?

Nästa elev har arbetat med bläckfisken.

E: Bläckfisken: Bläckfisken tillhör samma djur som snäckor och musslor och snäcka. ... Bläckfisken kan snabbt ändra sin färg för att smälta in i omgivningen.

Agneta: En gång till här är jättemycket fakta så man måste vara helskräp.

E: [Ordagrann repetition]

E: Vilken grupp tillhör bläckfisken?

Agneta: Vilka andra djur tillhör den gruppen som bläckfisken tillhör?

Agneta: Kan ni inte så sätter ni bara ett streck.

E: Kan bläckfisken ändra färg?

Agneta: Hörde ni? Fråga fyra skriver ni nu. Kan bläckfisken ändra färg? Det kan man nästan svara ja eller nej på. Det är rätt enkelt. K, här får Du papper och så skriver du.

Frågorna om grupptillhörighet och färgförändring är biologiskt intressanta och berör komplext kunnande. Den första handlar om släktskap mellan olika djur och bygger på morfologiska och genetiska likheter och skillnader mellan olika djurgrupper. Den andra är relaterad till bläckfiskens förmåga att ändra färg och därmed ökade möjligheter till överlevnad genom att kunna smälta in i omgivningen. Genom små omformuleringar skulle frågorna potentiellt kunna öppna för djupare kunnande, "Varför hör bläckfisken till samma grupp av djur som musslor och snäckor?" respektive, "Varför kan bläckfisken ändra färg?" Eleven väljer dock frågeställningar som öppnar för deskription.

Nästa elev har arbetat med sandmasken:

E: Sandmasken: Sandmaskens fiende är människan. Den äter sand och i sanden är det plankton som den äter. Och den är tjock på framsidan och smal på baksidan. Den lever på grunt vatten i sanden.

Agneta: Vi tar den en gång till också. Lyssna nu ordentligt, så kommer frågorna snart

E: [ordagrann repetition]

Agneta: Nu får Du ta dina frågor

E: Var lever den?

Agneta: Var lever den? [andra frågan säger någon, vänta säger en annan]

Agneta: Hmmm, vänta lite tills alla är klara ... Är ni klara? (jaaa, nej, Jaaaa)

E: Vilken fiende har den?

Agneta: Vilken fiende har den?

I de tre redovisningarna ovan har vi mött tre olika sätt, eller tre olika strategier att minska risken för predation. Att vara stor (valhajen), att ändra färg (bläckfisken) och att gräva ner sig (sandmasken). Aktiviteten öppnar för denna variation och eleverna ställer frågor som betonar dessa anpassningar. De tre anpassningarna nämns dock som enskilda instanser eller för sig själv stående biologiska fakta utan att relateras till någon övergripande mer generell idé om sammanhang. Agneta tycks

betrakta varje redovisning för sig och öppnar inte för möjligheter till simultan urskiljning av dessa tre instanser. Det skulle här vara möjligt att ställa uppföljningsfrågor och därigenom tematisera dessa tre strategier och öppna för elevernas perspektiv på skillnader och likheter mellan de tre djurens anpassningar för att undgå predation. I en förlängning skulle dessa anpassningar då ha kunnat föras in i ett evolutionärt perspektiv.

Härefter följer tre redovisningar en om hummer, en om igelkottsfisken och en om delfiner. Även dessa är deskriptiva till sin karaktär och handlar om var djuren lever, hur stora de blir och vad de äter. Även nästa redovisning handlar om delfiner och späckhuggare. Denna gång är det en elev i skolår fem som redovisar:

E: Delfiner: Delfiner lever av stimfisk, oftast sill, makrill eller ansjovis. Det finns 31 olika delfinarter, den största arten är späckhuggare, som är 9,5 meter lång. Delfinen är snäll och den är lekfull och man kan lära den en massa trix, t.ex. hoppa genom ringar ... Delfiner anses vara intelligenta eftersom de har större hjärnor. Delfinen kan bli mellan 1,2 och 6,2 meter lång. Späckhuggaren är också en delfin som hoppar lätt. Den kan hoppa femton meter upp. flasknosdelfinen hoppar inte riktigt lika högt den hoppar sex till sju meter högt. (Agneta: Vad hette den sista delfinen?) Flasknos

Agneta: Nu tar vi frågorna hoppas det inte är samma!

E: Hur lång är späckhuggaren?

Agneta: Kan vi ta nästa fråga, är ni klara? Nu tar vi nästa fråga.

E: Hur högt hoppar flasknosdelfinen?

När det är elever från skolår fem som redovisar är redovisningarna något längre och har mer sammanhängande och i högre utsträckning fullständiga meningar än när treorna berättar. Redovisningarna innehåller också fler fakta. De har dock samma karaktär. En uppräkningslista av fakta är det mest framträdande även i dessa presentationer. I intervjun uttrycker Agneta att hon vill att eleverna skall lära sig "samband, sammanhang och förståelse". Jag frågar om vad hon kan få reda på kring detta i deras redovisningar.

Agneta: Treorna tycker jag ... Där var det fakta rakt upp och ner. Han som redovisade om sandmasken, han hade ju inte... Han sa att sandmaskens fiende är människan ... och där ... Det var det jag ville knyta ihop och när han redovisade detta, hade jag velat förklara det då, men det tänkte jag att vi skulle göra när vi tar svaren sedan, för jag ville förklara, för det är ju ingen som äter

mask. Man tror ju direkt att man äter den då, men då tänkte jag att det skulle komma fram när han redovisar och det gjorde det, men han hade inte funderat ett steg längre där. Vad då, människan, vad gör vi av sandmasken?

Jonas: Varför tror du han har kommit på det då?

Agneta: Han har hittat svaret i ... Jag vet inte om det stod att ... Han måste ha läst det i boken där, för det stod faktiskt att man använder sandorm och sandmask som agn, så ... Han kunde ju inte förklara det, när jag frågade honom, men hans redovisning här hade ju varit bättre, om han hade skrivit varför det är människan.

Agneta beskriver redovisningen om sandmasken som ett återgivande av en boktext. Hon menar att eleven inte reflekterat över det lästa och skrivna utan endast har kopierat en text. Elevens uteblivna svar på frågan "Varför människan räknas som sandmaskens fiende" tar hon som intäkt för detta.

Jonas: Jag bara funderade på hur du i dom här elevarbetena kan se om dom har lärt sig några samband och om dom förstår. Om du med dom här underlagen kan se vad dom kan och vad dom lärt sig.

Agneta: Ja, när dom har ... jag tror inte att dom har lärt sig så mycket. Dom har lärt sig att ta ut fakta. Det är det, det handlar om, alla sådana här arbeten. Sedan knyter jag ihop det, det som jag tycker att dom ska kunna. /.../ det här är ju bra för dom lär sig ju lite om hummern eller delfinen, men det viktigaste här är hur dom hittar fakta om dom här djuren och det tycker jag tidigt dom lär sig att dom inte hittar svaret i en bok, för om dom bara sitter och skriver av, för då fyller det ju ingen funktion, så att dom har olika frågor och hittar dom inte svaren på frågorna i boken eller i någon bok, då får dom gå vidare, för det är dom här frågorna ... Här finns ju inte allt. Det är det viktiga, men samtidigt vill jag lära dom om djur, självklart.

Hur eleverna tar ut fakta utgör figur för Agneta. De djur och andra organismer redovisningarna handlar om är mindre viktigt. Paradoxalt nog menar hon att eleverna inte hittar svar på sina frågor enbart i böcker, "här finns ju inte allt", när elevernas redovisningar samtidigt innehåller alla svar på samtliga de frågor eleverna ställer till varandra. Även i intervjun resonerar Agneta om redovisningarna som enskilda instanser utan att relatera dem till varandra.

- Jonas: Men om jag förstår dig rätt nu, så är inte ditt syfte primärt att dom ska lära sig just om dom här djuren, utan det är mer ett sätt att arbeta kring och ta reda på...
- Agneta: Ja, det tycker jag, utifrån deras frågor och att bli intresserade. Det händer ju ibland att ... nu var dom lite trötta på det här med havet på slutet, men att dom blir så intresserade att dom vill klippa ut bilder och rita och hålla på och jobba jätte länge med ett djur, för det är några som är intresserade av katter och dom har hållit på och forskat om det och tagit reda på en massa och dom skriver och skriver och ritar, så dom är kattexperter här då. Om man tittar på sådana ämnesområden som havet här, då planerar vi upp det och tittar på vad det är dom ska kunna och att dom ska kunna dom här vanligaste fiskarna och om djuren i vattnet och dom ska kunna dom här växterna och strandfåglarna och så vidare och då kanske man börjar så här och sen ser jag då om det blir för magert så måste jag ge dom texter som dom får läsa på, så att jag kan se om dom kan det. Det är ju inte rättvist för någon som kanske har svårt för att skriva och få väldigt lite fakta då. Det kan vara lite farligt då, om dom sitter och jobbar så här hela tiden.

Att bygga på elevernas intresse och frågor anses viktigt. Det gör inget om de koncentrerar sig på ett djur t.ex. på katter. Den variationen är inte i fokus, vilket är naturligt om det är sättet att söka fakta, eller sättet att arbeta som är centralt, inte vad elevernas arbete innehåller, eller vad de arbetar med.

När alla redovisat får de som ställt frågor gå fram och berätta vilka som är de riktiga svaren. Eleverna rättar själva sina egna svar och Agneta frågar efter antalet rätt som efter "frågesporten".

Agneta: Nu har ni varit jätteduktiga. Ni har suttit stilla och lyssnat och svarat under lång tid. Nu skall jag bara fråga en sak. Var det svårt att lära sig när nån berättar såhär? (neeej) Hur många var det som hade mer än ett rätt? Mer än hälften av frågorna ..., hur många var det (nio) bra! Var det nån som hade alla rätt ... då har ni lyssnat ordentligt! A och R samlar ihop faktabladet, de kommer vi sen att hänga upp bredvid de andra.

Elevernas samtliga frågor har svaren direkt i den text de läser upp. Ingen fråga innebär att eleverna måste göra någon analys eller syntes för att besvara dem. Inte heller uppgiftskonstruktionen innebär någon föregående analys. Samtliga formuleringar överensstämmer med de frågor som Agneta inledde hela aktiviteten med. Mönstret är hela tiden detsamma. Först läser eleverna sin redovisning, sedan frågorna. Därefter ber Agneta dem att redovisa ännu en gång.

Av de båda episoderna, "frågesporten" och "redovisningen" ger den senare möjlighet för Agneta att ställa uppföljningsfrågor till eleverna. I den första, frågesporten, är interaktionen enkelriktad. Eleverna har ingen möjlighet att bidra med sina sätt att förstå. Hon håller sig till den form av "förhör" som innebär att det inte är brukligt att påverka eleverna under tiden. Möjligen menar Agneta att tidsramen och hennes önskan att samtliga elever skall få redovisa innebär att det finns små möjligheter till innehållslig interaktion i aktiviteterna. Det är eleverna som bidrar med innehållet i redovisningarna. Det är dock inte deras eget innehåll i bemärkelsen "hur de förstår" relaterat till de organismer redovisningarna omfattar. Det är olika artiklars och böckers beskrivningar som eleverna återger och enligt Agneta sker detta utan att eleverna reflekterat över innehållet. Elevernas invarianta objekt är "att redovisa" och deras akter av kunnande, akter av redovisning varierar i förhållande till detta objekt. I frågesporten är både akt- och objektaspekten av elevernas kunnande invariant. Det finns ett sätt att besvara frågorna (sätta kryss) och objekten är givna av frågornas formuleringar. När eleverna redovisar varierar både akter och objekt utan att relateras till varandra. Det sker inga öppningar för generaliseringar över de olika organismer eleverna berättar om när de redovisar muntligt. Akter och objekt hålls därför inte samman inom den begreppsliga zonen. De hålls däremot samman inom den proceduriella zonen. Alla elever gör en redovisning men de gör dem på något olika sätt. Agneta kan därmed göra distinktioner avseende "sätt att redovisa".

Innehållet i det lärande rummet är inte elevernas förståelse av organismer, levnadsvillkor och villkor för dessa utan sättet att arbeta och ta ut fakta. Riktningen har därmed horisontell karaktär. Stoffet i sig blir mindre centralt, det är elevernas arbetssätt som blir möjligt att urskilja. Eleverna hade lika gärna kunnat samla, sammanställa och redovisa fakta inom andra områden än det biologiska. Ett annat stoff än organismer i havet, t.ex. "svensk statsskick" eller "Nils Holgerssons resa genom Sverige" hade öppnat samma dimensioner i elevernas lärande för Agneta.

Matematik

Agneta introducerar en aktivitet, "veckans matte". Den skiljer sig från det som vanligen äger rum på matematiklektioner ("inte den vanliga matteboken" säger hon i lektionens inledning). Det mer vanliga är att eleverna räknar i sina böcker i egen takt, medan Agneta går runt i klassrummet och hjälper de elever som frågar. Eleverna skall

denna lektion inte räkna i sin bok utan Agneta har själv gjort två uppgifter. Eleverna uppmanas arbeta i par och Agneta betonar att det finns många olika sätt att räkna ut svaret. Explicit anger hon därmed att flera olika sätt att lösa problemen kan vara legitima. Eleverna förväntas räkna ut vad svaren blir men det är sättet att räkna som hon anger som explicit fokus.

Agneta: /.../ Inte den vanliga matteboken skall vi ta upp. Vi skall lösa lite matte tillsammans. Och då är det himla bra om man gör det två och två. Den man sitter tillsammans med. Och då får varje par svara på två uppgifter. Man börjar på den första. Man försöker. ... Se om man kan lösa svaret. /.../ Ä, nu vet ni det är ganska spännande när man har veckans matte att man kan komma fram till svaret på många olika sätt. Och det är det vi är ute efter nu. Vi diskuterar nu, två och två eller tre och tre och försöker hitta svaret. Det finns en a och en b uppgift. A-uppgiften är lite lättare än b-uppgiften. /.../ Men man måste räkna ut svaret.

På papperet som eleverna får finns uppgiften:

- a) Tre tjejer skulle ha fest. Anna köpte för 35 kr, Moa för 80 och Jamila för 65. Efter festen skulle de se till att alla betalt lika mycket. Hur tror Du att de löste det?
- b) Fyra killar hade också fest tillsammans. Var och en köpte olika saker. Axel köpte för 55. Bengt för 20 och Karl för 105 och Dan för 80. Efter festen skulle de se till att alla betalt lika mycket. Hur tror Du att de löste det?

I uppgiftens formulering finns inte en explicit föreskriven följd av beräkningar som skall göras i någon särskild ordning. Formuleringen öppnar istället för flera olika sätt att räkna. En elevgrupp får efter övertalning använda minräknare. En annan grupp har konkret material i form av sedlar och mynt till sin hjälp. Agneta öppnar således också för en variation beträffande de räknehjälpmiddel eleverna använder och erbjuder därmed också indirekt en öppning beträffande variation i lösningsmetoder. Med papperspengar kan t.ex. det första problemet modelleras genom att man gör tre högar. En med 35, en med 80 och en med 65 kr. Totalsumman kan då fås fram genom att lägga ihop högarna till en och räkna hela högen. Den kan så delas på tre lika stora högar och man finner att det blir 60 kr i varje hög. Därefter kan eleverna bestämma vem som är skyldig vem, och hur mycket pengar. Problemen kan också lösas utan att först räkna ut totalsumman. Det räcker att fördela om de tre delsummorna. Detta

kan göras genom prövning, där man t.ex. kontrollerar att summan av förändringar blir noll. Att använda papperspengar öppnar för denna variant eftersom man där tydligt hanterar en konstant mängd pengar. Jag ser dock ingen grupp som inte först räknar ut den totala kostnaden och därefter delar på antalet personer.

Efter att ha gått runt bland de arbetande eleverna i klassrummet under ca 20 minuter säger Agneta:

Agneta: Nu hörni får vi ta och samla oss och se om vi kan hitta lösningen till det här. Det är ju så här. Det var härligt tycker jag och se att pengar åkte fram och jag tror kanske att de flesta såg att man hade mest nytta av pengarna än av miniräknarna. /.../ Ni klarade det på två håll här en med miniräknare och en med pengar. Men nu vill jag ha reda på hur ni har gjort. A-uppgiften är det någon som kan ta den.

Agneta läser nu uppgiften högt och skjuter in kommentarer som antyder att detta skulle kunna hänt i den egna klassen. Hon lyfter fram att det är fördelaktigt att först handla istället för att börja med att samla in pengar. Därefter delar man på kostnader och justerar så att alla betalat lika mycket. En elev bjuds fram till tavlan och får beskriva hur gruppen löst uppgiften.

Agneta: Hur har ni löst det ... G. Du får gärna komma hit och rita på tavlan ...

Eleven skriver på tavlan:

Anna:	35
Moa:	80
Jamila:	65

Agneta: Du adderar det... [kommenterar för de andra vad eleven gör] och det blir ...?

G: 180 kr

Agneta frågar nu om vad de gjorde sen.

G: Delar på tre

Agneta: Varför delar Du på tre?

G: Det är lättare

Agneta: Varför delar du på tre, du sa att det var lättare, det är lättare att dela på två tycker jag. Två är mycket lättare, varför delar Du på tre?

G: ... [inget svar]

För eleven tycks det självklart att dela totalsumman i tre lika delar. Men Agneta tycks vilja att eleven uttryckligen skall relatera detta till att det var tre personer som handlat. Frågan om varför eleven delar med tre får funktionen att för de andra eleverna visa kopplingen mellan divisionen med tre och antalet personer. Agneta får inget svar från eleven och besvarar själv sin egen fråga.

Agneta: Det var ju tre tjejer, tre tjejer hade fest. Vad blir det, vad de skulle? Skriv det då. [Eleven skriver 180 på tavlan] Detta var roligt att se att en del tog arton tior och delade i tre högar, för det är faktiskt många av er som inte lärt division än. Kort division. Så ni tog pengarna och la i tre högar. Det var smart tycker jag.

/../

G: Om det skall bli jämnt så skall Anna betala 25 kr till Moa ... 20 kr blir det. Anna skall betala 20 kr till Moa och 5 kr till Jamila. ...

Agneta: Hm ...Varför skall hon bara betala fem kronor till Jamila?

G: Hon hade betalt 65 ... Den enda som fick betala nu då mer nu var ... Anna

Agneta: Hade fått lägga ut nu, så har alla betalt lika mycket ... Förstår ni allihopa, ... är det nån som inte förstår? Anna hade ju betalt 35 kr, lagt ut 35 kr på innan festen, eller hur. Så har ni räknat ut att 60 kr skulle alla betala och då var det Anna det fattades alltså 20, 25 kr så hade hon betalt 60.

G: Hon var snäll!

Agneta: Är det nån som räknat på något annat sätt? [Ja] Men ni har räknat ut hur mycket var och en skulle betala ... Hur många är det som räknat ut alltihopa, även det sista, det de skulle betala i efterhand? ...

En av grupperna använder miniräknare, en annan konkret material i form av pengar till sin hjälp att lösa uppgiften, övriga grupper använder endast papper och penna. Alla elever från skolår tre till fem får samma problem men de får tillgång till olika hjälpmedel. Alla dessa grupper har klarat uppgiften, åtminstone till någon del, men Agneta vill *ha reda på hur ni har gjort* och en grupp inbjuds att på tavlan redovisa sin lösning. Den presenterade lösningen innebär först en addition av samtliga kostnader. Totalsumman divideras därpå med tre. Sen förklarar Agneta att gruppen gjorde divisionen genom att dela upp summans motsvarighet i pengar i tre högar. Eleven fortsätter ... *Om det skall bli jämnt så skall Anna betala 25 kr till Moa ... 20 kr*

blir det. Anna skall betala 20 kr till Moa och 5 kr till Jamila. Agneta frågar nu om någon grupp räknat på annat sätt. Hon får jakande svar men andra sätt tematiseras inte, istället frågar hon efter hur många som gjort uppgiftens båda delar (räknat ut hur mycket var och en skulle betala och hur de skall gå tillväga för att fördela utgifterna). Även om hon explicit uttrycker att hon vill veta hur de räknat både i utdraget ovan och i intervjun så agerar Agneta som om det är tillräckligt med en lösningsmetod och ett riktigt svar på uppgiften. Den variation beträffande lösningsmetoder som eleverna antyder, och som jag sett i klassrummet, tematiseras inte, istället fortsätter de med nästa uppgift. Agneta vet förmodligen att det finns grupper som räknat och resonerat på andra sätt. Hon nämner att gruppen som använde papperspengar hade mer hjälp än de som räknade på miniräkna- ren. Här väljer hon dock att ta nästa uppgift istället för att lyfta fram andra lösningsmetoder. Agneta verkar medveten om variationen i lösningsmetoder men dessa tematiseras inte tillsammans med eleverna.

Agneta läser också b-uppgiften högt men här redovisas inte en lösningsmetod som i första fallet. Här tematiseras istället olika sätt att utföra delberäkningar. När totalsumman skall beräknas tar man upp flera olika sätt att summera. Beräkningen som skall utföras kan tecknas $55 + 20 + 105 + 80$. Agneta nämner två olika sätt som hon sett när hon gått runt i klassrummet. Lägga upp högar med papperspengar som förs ihop till en hög, eller att addera talen i flera steg. Först $55 + 20 = 75$ och $105 + 80 = 185$. Därefter adderas 75 och 185. Den elev som får i uppgift att räkna ut summan framme vid tavlan genomför additionen i en standardalgoritm där han ställt upp samtliga fyra termer. När kostnaden så skall delas i fyra lika delar beräknar en elev kvoten med miniräknare, en annan tar det direkt i huvudet men Agneta vill visa kort division för de elever som inte sett det tidigare. Trots att man nu vet det rätta svaret och beräknat det med två olika metoder gör man det på ett tredje sätt.

Agneta: Titta här femmorna kan det. 260 delat med fyra. Gör nu det

E. Gör det då.

B: 26 ... 26 ... (delat med fyra)

Agneta: 26 delat med fyra vad är det? B ...

B: Sex

Agneta: Vad är sex gånger fyra?

B: 24

Agneta: 24 och så står det 26 där, då är det alltså två kvar. Då står det egentligen där 20 delat med 4, Tjugo delat med fyra B Fem. Bakvänt multiplikation. Division är bakvänt multiplikation. 65. Ha då har vi räknat ut att de skall betala 65 kr var.

Med kort division får Agneta och eleven tillsammans fram att var och en skall betala 65 kr. Agneta bjuder nu fram en annan elev att göra sista delen av problemet. Även här styr Agneta hårt och delar upp problemets sista del i flera delfrågor som eleverna får i uppgift att besvara. Den ursprungliga problemformuleringen "Hur tror du att de löste det" slutförs inte. Man har beräknat hur mycket var och en skall betala och hur stor avvikelse det är till det som de lagt ut. Det återstår att bestämma hur pengarna skall fördelas mellan de som betalt för mycket och de som betalt för lite. Detta sista steg diskuteras inte vidare.

Potentiellt öppnar de båda uppgifterna för flera olika sätt att komma fram till svar. Agneta betonar också inledningsvis att det finns flera olika sätt och att det är detta som hon vill att de skall arbeta med. Det förekommer också flera sätt att beräkna totalsumman inom problemets första del i klassrumsinteraktionen. I rummet för lärande som Agneta öppnar åt sig blir således både legitima eller matematiskt korrekta svar och olika sätt att genomföra beräkningarna centrala. Däremot tematiseras inte olika sätt lösa problemet. Det är endast lösningen där totalsumman först beräknas för att därpå delas på antalet som diskuteras.

Frågan kommer ursprungligen från Agneta, det är också hon som bryter ner den eller om man så vill problemet i mindre och mer begränsade delfrågor. Vid få tillfällen får eleverna möjlighet att ge sitt perspektiv på uppgiften. Det är hela tiden Agneta som "driver" lösningsprocessen framåt.

Stegvis bryter Agneta ner uppgifterna i mindre och för eleverna mer hanterbara bitar. När den ursprungliga frågan tycks alltför öppen minskar Agneta möjligheterna genom att inledningsvis begränsa uppgiften till hur mycket alla betalt tillsammans. Därefter frågas efter hur mycket detta blir för var och en. Sen går hon igenom de fyra huvudpersonerna en i taget och ser hur de ligger till i förhållande till de 65 kr var och en skall betala. Beräkningssekvensen blir densamma trots att eleverna använder olika hjälpmedel. De hjälpmedel som förekommer är konkret material, miniräknare, huvudräkning eller algoritmer.

Direkt efter dessa båda problem lämnas utrymme för en uppgift som två flickor gjort. Eleverna berättar om Ann och Sofia som skall gå till ett köpcentrum 35 km längre bort. När de gått halvvägs upp-

täcker de att de tappat plånboken och måste vända och gå tillbaka 3,5 km innan de hittar den. När de är framme så handlar de och går tillbaka till den plats de började. Frågan gäller hur många kilometer flickorna har gått totalt. Eleverna får fem minuter att försöka lösa uppgiften. Agneta frågar efter vilka svar eleverna funnit och skriver upp de förslag hon får från eleverna på tavlan. [77, 73,5, 67, 76,5]

Agneta: Vad säger ni flickor, nu får ni förklara. Är det nått av de här som är rätt? (Ja) Får ni förklara! Nu får vi höra. Schh.

Eleverna som konstruerat uppgiften tecknar i utbyte med Agneta ett uttryck som motsvarar den sekvensering som ges av formuleringen i frågan. De halverar först sträckan för att finna hur långt det är halvvägs. Därefter lägger de till 3,5 km två gånger. Sedan adderar de återstoden av vägen fram till köpcentrumet för att slutligen lägga till sträckan till utgångspunkten. [$35/2 + 3,5 + 3,5 + 35/2 + 35 = 77$ (km)]

Agneta: Risken är att när ni gör egna uppgifter blir de för svåra.

Tiden som återstår av lektionen räcker inte för att diskutera lösningen. Eleverna går på rast.

Uppgiften öppnar potentiellt för flera olika lösningssätt: Steg för steg i kronologisk ordning, så som eleverna och Agneta presenterade lösningen. Man kan alternativt beräkna sträckans längd genom att summera flickornas väg utan omväg och därefter lägga till omvägen $2 \cdot 35 + 2 \cdot 3,5$. Ställda mot varandra kan dessa två olika sätt att lösa uppgiften potentiellt öppna för diskussioner, om det spelar någon roll var på sträckan som flickorna vänder. I så fall, varför spelar det ingen roll. Om uppgiften tillämpas på närområdet så som eleverna antyder i sin formulering kan man istället för att fråga om sträckan, fråga hur lång tid det tar för flickorna att gå. Miljön runt köpcentrumet där skolan ligger är starkt kuperad. Om man tar hänsyn till uppförs- och nerförsbackar spelar det då någon roll var flickorna vänder och börjar leta efter sin plånbok? Gunilla (s. 169) försöker genom sina frågor till eleverna anknyta matematiken i klassrummet till världen utanför genom att relatera klassrummets rektangel till elevernas basketplan på skolgården. Detta för att illustrera att orienteringen på en rektangel har betydelse. Liknande potentiella öppningar utnyttjas däremot inte av Agneta.

I intervjun pratar vi om prov och diagnoser. Agneta säger sig inte ha prov och diagnoser i no eftersom hon menar att de dödar elevernas intresse, men använder dem i matematik och jag undrar då om hon inte dödar intresset där.

Agneta: Diagnoserna upplever dom inte som något prov, i och med att jag inte sätter betyg, så är det inte svart på vitt att du har så många rätt av det och det eller har det betyget, utan har dom inte dom kunskaperna för att kunna gå vidare, får jag se till att dom har det. Det är det här huset som ska byggas. Ungarna fattar ju det, att man måste bygga grunden innan man kan bygga skorstenen och har vi inte byggt det, så rasar ju alltihopa.

Jonas: Och så finns intresset där som kittar ihop väggarna?

Agneta: Ja, det gör det och det är min skyldighet att se till att intresset... Det här att barnen kommer till skolan nyfikna på lågstadiet... och vill lära sig så mycket och sen blir det tråkigare och tråkigare och så måste man bedöma och se vad dom kan med en massa prov, där man slår ut vissa som ska sitta och göra om och göra om och döda och döda intresset. Det finns ju barn som aldrig öppnar en historiebok när dom blir vuxna, för det har varit så tråkigt...

Jonas: Jag tror att det finns ett no-hus också.

Agneta: Det gör det säkert, där man bygger vidare.

Jonas: Ja, att det finns en grund med någon sorts bas ... basverktyg som man måste veta om för att kunna bygga väggarna.

Agneta: Ja, men det är det här sättet att ... när vi laborerar med dom och gör experiment, att vad är det vi har och vad är det vi ska göra och vad tror du händer och sedan då att undersöka och försöka analysera varför det blev så. Där har vi en grund, den gången i experimenterandet är bottenplattan att stå på och sen kanske man ska bygga vidare med begrepp och sådana saker, det vet jag inte. Man måste ha vissa verktyg med sig för att klara no-undervisningen längre fram, det kanske är så.

I matematik menar Agneta att det finns grundkunskaper som stegvis byggs på ungefär som man bygger ett hus. Grunden måste byggas innan man kan resa väggarna. Exempel på sådan grund är tabellkunskaperna och grundläggande räknefärdigheter. I naturorientering har denna grund annan karaktär. Här är det frågan om experimentella färdigheter. Att ställa hypoteser, undersöka, analysera och söka fakta. Elevernas förståelse i relation till naturvetenskap i betydelsen naturvetenskapliga modeller, idéer blir viktiga först högre upp i skolsystemet. Husmetaforen är konsistent med det rum för lärande som öppnas av Agnetas sätt att fråga i matematik respektive naturorientering. I matematik ligger fokus på rätt svar, i naturorientering ligger det på elevernas sätt att arbeta. Hur de redovisar och hur de söker information om sina organismer är Agnetas primära fokus.

Rummet för lärande är asymmetriskt. Eleverna erfar explicit endast sina egna sätt att lösa de matematiska problemen. Tre olika typer av räknehjälpmedel förekommer i episoden. En del elever räknar för hand, andra med papperspengar till hjälp, och en grupp använder miniräknare. Som jag tidigare visat öppnar dessa för kvalitativt olika sätt att räkna. Eleverna ges dock inte tillgång till andra än sitt eget sätt att lösa uppgiften och de sätt som går igenom gemensamt. Från Agnetas perspektiv varierar akter av förståelse i relation till ett gemensamt objekt. Från elevernas perspektiv är variationen beträffande akter begränsad till det egna sättet och för en del elever det egna och det man går igenom gemensamt. Episoden öppnar därför för en variation i akter av förståelse i förhållande till ett gemensamt objekt för Agneta, men inte i samma utsträckning för eleverna. Detta sker inom den begreppsliga zonen. Det är sätt att lösa uppgiften som är i fokus i matematik, inte t.ex. elevernas sätt att söka information eller arbeta tillsammans så som det är i naturorientering.

Sammanfattning Agneta

Naturorientering

Agnetas ursprungliga fråga: "Gör flervalfrågor om de organismer ni arbetat med" är en utgångspunkt till frågesporten. Frågan ger upphov till en episod med 20 flervalfrågor som Agneta läser högt och eleverna besvarar individuellt. Agnetas ursprungliga fråga är därmed öppen beträffande innehållet i frågorna såtillvida att eleverna själva väljer vad de skall fråga om. Frågornas formulering är dock givna av det bestämda svarsformatet. "Redovisningen" utgår i realiteten också från en sluten fråga. Eleverna väljer innehåll i såväl redovisningarna som i de efterföljande frågorna. Dessa är begränsade av Agnetas ursprungliga avgränsning: Vad organismerna äter, vilka som är fiender, hur dom ser ut och var dom lever, är de frågor som ställs. Med något enstaka undantag är elevernas egna frågor varianter på detta huvudtema. I dessa båda episoder är aktaspekten av elevernas kunskande given till att eleverna minns. Objektaspekten varierar inom stoffzonen och i enlighet med de organismer eleverna valt.

I redovisningen riktas kommunikationen från eleverna till Agneta. Det är eleverna som står för innehållet som är deskriptivt och faktainriktat. Det är eleverna som berättar vad de forskat om. Aktiviteten öppnar för deras bidrag, eller egentligen deras återgivande av de källor de använt. Detta sker dock inom en begränsande form given av

Agnetas inledande fråga. Frågesporten med flervalfrågorna ger inte eleverna stora möjligheter att formulera frågeställningar som öppnar för komplexa resonemang. I redovisningen får de dock bättre möjligheter genom en något öppnare form eftersom svarsformatet inte är givet. I båda fallen blir Agnetas rum för lärande begränsat till form och fakta. Hon utnyttjar inte de möjligheter som eleverna kollektivt öppnar för. Det finns t.ex. en ej tematiserad variation beträffande strategier att minska risken för predation som kan utgöra ett sådant sammanhang som Agneta talar om i intervjun. Denna variation innebär potentiellt frågor som kan öppna för elevernas förståelse av mer generella biologiska principer. Agnetas ursprungliga "fråga" (gör ett skriftligt arbete som ni redovisar muntligt och gör två frågor) spänner upp ett rum för lärande med en innehållslig riktning som har horisontell karaktär. I fokus hamnar ett "forskande arbetssätt" snarare än en fördjupning av stoffet.

Frågesport

Invariant elevobjekt: Välja rätt alternativ av tre på 20 frågor om olika organismer.

Elevernas akter varierar inom stoffzonen, tre instanser "1, x och 2". Elevernas svar på enskilda frågor är ej "synliga" för Agneta eftersom endast totalsumman diskuteras avslutningsvis.

Potentiellt möjliggör episoden urskiljning av vad eleverna minns och kommer ihåg beträffande fakta om organismer i havet. I intervjun beskriver Agneta syftet med episoden i termer av att eleverna skulle motiveras att ta del av varandras arbeten. Hennes syfte är uttryckligen inte att ta reda på vare sig vad eleverna svarar på enskilda uppgifter eller deras totala resultat. Inga distinktioner är här möjliga för Agneta förutom att hon genom handuppräkning får reda på hur många som uppger sig ha fler än hälften av frågorna rätt.

Redovisning

Invariant elevobjekt: Djur som stoff varierar. Invariant är däremot redovisning som färdighet.

Elevernas akter varierar inom den proceduriella zonen. De genomför redovisningar på olika sätt.

Det finns här ett tänkbart men ej tematiserat begreppsligt objekt. Agneta skulle kunna ställa vertikalisierande frågor och be eleverna

resonera kring skillnader och likheter mellan djuren i redovisningarna. Möjligt invariant elevobjekt i den konceptuella zonen är: "strategier att undvika predation". I avsaknad av detta så är endast urskiljning av elevernas färdighet i förhållande till objektet "redovisning" möjlig. Om de talar högt och tydligt med lagom hastighet samt om de vågar och törs tala inför sina kamrater. Vid ett tillfälle under episoden ber hon en elev göra preciseringar inom stoffzonen. Hon frågar vad han menar med att människan är sandmaskens fiende (vi äter inte sandmask) för att öppna för vad eleven menar. Frågan möjliggör en distinktion inom stoffzonen. Övriga följdfrågor i episoden innebär att eleverna repeterar vad de läst och talar högre, tydligare eller långsammare. Dessa följdfrågor innebär att Agneta kan göra distinktioner inom den proceduriella zonen.

Matematik

Klassfesten

Invariant elevobjekt: Beräkningsmetod på delberäkningar (stoffzonen). Lösningstrategier i förhållande till hela problemet (den konceptuella zonen).

Elevernas akter av beräkningsmetoder varierar. Summeringar och divisioner görs på olika sätt. Akter av lösningsmetoder varierar eftersom Agneta öppnar för olika beräkningshjälpmedel.

Episoden ger Agneta möjligheter att urskilja elevernas förståelse inom såväl stoffzonen som den konceptuella zonen.

Elevernas problem (Barnen som promenerar och tappar plånboken)

Invariant elevobjekt: Det legitima svaret på frågan (stoff).

Variierande akter av kunnande: Eleverna lämnar olika svar på uppgiften.

Agneta kan potentiellt göra distinktioner i termer av rätt eller fel svar på frågan. Dessa distinktioner sker inom stoffzonen.

Boel

Naturorientering, fisken

Episoden består av fem olika faser som totalt sträcker sig över en halv dag: Introduktion, grupparbete med efterföljande helklassdiskussion kring frågan "Vad är en fisk?". Episoden avslutas med arbete i halv-klass där ena gruppen tillsammans med Boel genomför en dissektion av en sik medan den andra ritar fiskar. När dissektionen är färdig i första gruppen byter man om. Lektionen är den första i en serie om akvatiska miljöer och deras organismer skolår sex.

Frågor om fisk, vilka dimensioner öppnas?

Boel skriver den inledande frågan: "Vad är en fisk?" på tavlan. Hon delar in eleverna i grupper om fyra och fyra. Indelningen görs efter hur eleverna sitter grupperade i klassrummet. Efter ca 15 minuter får en i varje grupp redovisa muntligt vad gruppen gemensamt kommit fram till. Exempelen nedan är från tre av totalt sex elevgrupper.

E1: En fisk är ett djur som lever i vattnet. Det är inget äggdjur eftersom det inte föder levande ungar. En fisk andas inte med lungor utan med gälar. Fisken tar sig fram med hjälp av fenor. Sådär ser en fisk ut (visar teckning).

E2: Fiskar är vattendjur som andas med gälar. De flesta fiskarna är rovdjur. Fiskarna äter inte människor.

E3: En fisk är ett djur som bor i vattnet. En fisk har fjäll och gälar och lägger rom. Det finns olika fiskar. Det finns t.ex. sik, abborre, gödda, snor ... snorgärs. En del fiskar dör efter det de lagt ägg, lax. [svårhörbart "lax"] De har analfena, ryggfena och stjärtfena. Äggstock ... Man kan äta vissa fiskar. Rom från fiskar kan man äta och det gillar i alla fall jag.

Boel kommenterar redovisningarna sparsamt. Efter redovisningen ovan säger hon t.ex.:

Boel: Det var mycket! Hörde ni allt detta? [jaa, neej, blandat] Ta det en gång till och så försöker ni sitta stilla.

Efter repetitionen säger hon:

Boel: Där fick vi reda på mycket t.o.m. vad fenorna heter ... [ohörbar elevkommentar] jaha man måste lära sig det där och så kunde du en del om det som fanns inuti fisken också.

I lektionens nästa fas får sex elever i uppgift att gå fram till tavlan och rita var sin fisk på tavlan. När eleverna är klara med sina bilder följer en helklassdiskussion där Boel tillsammans med eleverna diskuterar skillnader och likheter mellan fiskarna. Fram tills nu har lektionen haft ett deskriptivt innehåll, fokuserat på fiskars morfologiska karaktäristika. När en elev nämner att fiskarna på tavlan har liknande form beskriver Boel dem som "spolformade" och frågar:

Boel: Är det en bra form för å leva i vattnet tro? (Jaa) Varför det?

För att besvara frågan kan man relatera variation i fiskars form till olika friktion mot vattnet samt relatera detta till fiskens möjlighet att överleva. Olika former innebär olika stora energikostnader p.g.a. skillnader i motstånd mot vattnet. Senare under lektionen, under dissektionen, ställer Boel frågor av liknande konceptuella karaktär:

Boel: Hör ni den [siken] är ljusare under och mörkare ovanpå, har det nån betydelse [ohörbart] varför är den ljus under och mörk ovanpå?

Även här relateras olika dimensioner till varandra. Variation i färg (fisken har ljus buk och mörk rygg) skall urskiljas samtidigt som den implicita variationen i ljus (ser man ner mot en vattenyta är den mörk, ser man upp mot himlen under vattnet är vattenytan ljus). Denna dimension av ljus och mörker skall relateras till den potentiella risken att fisken upptäcks av rovdjur, de som kan komma ovanifrån (t.ex. fiskgjuse) och de som kan komma underifrån (t.ex. gädda).

En elev svarar: "Den är inte så lätt att upptäcka". Boel nickar mot eleven men frågeställningen tematiseras inte ytterligare.

Följande sekvens är också hämtad från dissektionsfasen:

Boel: Vad kan de [fjällen] ha för uppgift då? ... Är det för att de skall se fina ut? (nej!) Ja det är klart de kan ju vara lite fåfänga fiskar ju.
Kan de ha någon viktigare uppgift då ... P?

P: Värme

Boel: Kanske det, för att hålla sig varm. Som en liten täckjacka som de drar på sig. Jaha kanske det! Jag undrar vad fiskar har för temperatur. Vad säger Du N?

N: Det är ungefär som vår hud

Boel: Vad är hudens uppgift då?

N: Skydd

Av Boels kommentar ”Jag undrar vilken temperatur fiskar har” kan man dra slutsatsen att hon vet att fiskar är växelvarma och att hon vill få eleverna att inse betydelsen av detta. Trots detta stänger hon inte för elevens förslag ”värme”. Boel korrigerar inte eleven utan dimensionen lämnas öppen. Här berör man ett komplext område. För att förstå varför fiskar inte har en isolerande ytterhud behöver man förstå en mängd saker. Förutom att man behöver känna till att olika organismer har olika typer av termoreglering måste man urskilja fiskar som växelvarma och därav dra slutsatsen att de därför inte har någon betydande fördel av att upprätthålla ett isolerande kroppsskikt.

Senare när man i klassen diskuterar slemmet på fiskens fjäll föreslår eleverna en mängd funktioner de kan tänkas ha. T.ex. att smaka illa för rovfiskar, att vara hala mot vattnet, och som skydd. Boel är inte heller här normativ i förhållande till elevernas svar. I intervjun uttrycker hon explicit att man inte bör bedöma eleverna i termer av rätt och fel Om man gör det så menar hon att man tar bort lusten:

Boel: Då tar man bort lusten för dom att tänka vidare. Det är ju inte säkert att det är alldeles fel, det dom säger. Sedan är man inte heller helt säker på vad dom menar, exakt, när dom läser. Det är lite svårt att formulera sig med ord, många gånger i den här åldern. Det mesta av det dom sa var ju positivt och dom tyckte att det här var kul och intressant.

Boel nämner två skäl till varför hon inte kommenterar det eleverna säger i termer av rätt och fel. Talar man om för eleverna att de har fel kan man ta bort glädjen för dem, menar hon. Det kan minska möjligheterna att få dem att berätta vad de kan och tänker. Det andra skälet är att hon inte säkert kan veta vad de menar, vilken innebörd eleverna lägger i sina påståenden, eftersom de kan ha svårt att finna de rätta orden. På liknande sätt som Doris (s. 121) relativiserar hon elevernas språkhantering men inte de uttryckta innebörderna. Till skillnad från Doris ställer Boel få följdfrågor i denna episod. Elevernas sätt att förstå fiskar lyfts därför inte fram för djupare diskussion.

Frågor om division, vilka dimensioner öppnas?

Episoden består av två faser. Den första innebär arbete i helklass där Boel har dialoger med enskilda elever. I den andra räknar eleverna individuellt i sina räkneböcker samtidigt som Boel går runt och hjälper de elever som räcker upp handen, eller på annat sätt ber om hjälp.

Boel har förberett ett antal uppgifter och skrivit upp dem på tavlan under elevernas rast. När eleverna kommer in i klassrummet står följande skrivet på tavlan:

24/2	25/2	35/5	37/5	4282/2
82/2	49/2	63/9	61/9	9663/3
100/2	102/2	36/4	39/4	48804/4

När barnen kommit till ro och satt sig ned inleder hon:

Boel: Hör ni Hör ni här har jag skrivit upp lite olika tal. Har de nått gemensamt de här tro? (jaaaa)

E: De är delat alltihop

Boel: Det är delat med alltihop. Hur kan man påstå de då? ... Vad är det som gör dom till det, delat ... D?

D: Ett streck

Boel: det är ett streck där mellan, det berömda bråkstrecket att det betyder delat med. Ja ... Om vi skulle ta å försöka hitta nått svar på de här. Vad heter svaret? Vad kallar man det på matematikspråk ... F?

F: Kvot

Till skillnad från fiskeepisoden slutar Boel att fråga när hon fått ett legitimt svar. Det finns flera andra tänkbara likheter än "det är delat alltihop". Detta svar framstår nu som det enda legitima och frågan är då i praktiken slutet. Direkt efter att Boel fått ett legitimt svar fortsätter hon med en ny fråga. Det är således Boel som fyller episoden med innehåll. Frågor med tillhörande svar tycks ha funktionen att driva lektionen framåt samtidigt som de har en kontrollerande eller utvärderande funktion. Frågorna som följer tycks också ha ett och endast ett legitimt svar.

Eleven som beräknat 4282/2 tillfrågas om hur hon tänkte när hon löste uppgiften:

Boel: Hur tänkte Du när Du fick fram det där? Svaret. Tala om för oss hur Du gjorde.

E: Jag tog bara bort, som ...

Boel: Tar bort så många [förvånad]?

E: [ohörbart, men fältanteckningarna visar: $4282/2; 4 - 2 = 2;$
 $2 - 1 = 1; 8 - 4 = 4;$ och $2 - 1 = 1;$ svar: 2141]

Boel: Jaha du säger ta bort! På fyran tar Du bort två ... och får två kvar, är det så Du menar? (ja) Fyra tar bort två säger Du. Får Du två kvar säger Du (ja). Två, ta bort två, får man ett kvar då?
Säger ni allihop ta bort? (neeej) Hur ... Vad säger Du E?

E: ...

Boel: Du delar rakt av! ... Tar du en siffra i taget?

E: Ja

Boel: Det gör Du. Du tänker alltså inte fyra ta bort två, du tänker fyra.

E: Hälften av fyra är två,

Frågan öppnar här för en elevbeskrivning av division som går ut på att finna det tal som subtraheras som också är lika med subtraktionens resultat. Fyra delat med två beskrivs som fyra minus två är lika med två (på samma sätt $2 - 1 = 1; 8 - 4 = 4$). Det eleven uttrycker är en typ av upprepade subtraktion eller division genom prövning. Boel tycks inte förstå vad eleven menar och håller istället fram sin egen förståelse och tolkar istället eleven med, "du delar rakt av!" Det sätt att förstå som eleven erbjuder stängs och den legitima är den som Boel lyfter fram. Elevens sätt att förstå divisionen inkluderar Boels. Eleven uttrycker inte endast att det är möjligt att utföra divisionen en siffra i taget så som Boel säger. Dessutom erbjuder eleven ett sätt att tänka kring varje deldivision. Den variation beträffande akter av förståelse i förhållande till division som eleven öppnar för stängs av. I den efterföljande intervjun diskuterar vi denna samt en liknande sekvens:

Jonas: Ett av dom första exemplen du tog här var 82 delat med två och så frågade du hur dom tänkte då ... Varför är du intresserad av hur dom tänker?

Boel: Jag vill veta om dom tog alltihop på en gång eller om dom tog någon form av uppdelning, om dom exempelvis tog 80 först och hälften av det och entalen för sig.

Jonas: Varför vill du veta det?

Boel: Det är ganska intressant att höra efter hur dom tänker, för då kan man ge dom andra tips om hur man kan tänka.

- Jonas: I det här fallet var det en elev som svarade 41 och så frågade du hur den tänkte, och då svarade eleven "Ta minus" och du frågade varför han tog minus och då svarade han att han hade det i huvudet "82 minus 41", och du frågade "Varför 41?" och han sa "Det går inte med 42."
- Boel: [Skrattar] Jag stannade där och sa inget mer där...
- Jonas: Ja, du gick på nästa exempel som var 96 genom tre ... Vad säger dig en sån här sekvens som den här?
- Boel: Ja, han kom ju fram till 41 i alla fall, men hur han gjorde, det där med att ta minus ... Det var ungefär som Anna [eleven A i observationen ovan] sa, för hon sa "ta bort" ... Det hängde inte jag med på riktigt, hur hon tänkte. Vad säger det mig egentligen? Att han inte riktigt vet vad han håller på med, kanske.
- Jonas: Men han gav ju rätt svar?
- Boel: Ja, man kan ju tänka på olika sätt. Det kan ju ha varit en ren lyckoträff att det blev rätt svar. Det vet jag inte. Nu minns jag inte vem det var.

När det gäller uppgiften 82/2 tolkar jag eleven som om han omedelbart insåg att resultatet blev 41 och att han prövade om det var korrekt genom att utföra $82 - 41 = 41$. Både dessa elever bidrar till rummet för lärande genom att relatera division och subtraktion till varandra men Boel tycks inte förstå vad eleverna menar och stänger för vidare resonemang. Frågan "Berätta hur du tänker" blir retorisk och lärarens och elevernas medvetande kommer här inte i kontakt med varandra.

I episoden ovan tematiseras ett sätt att tänka om och genomföra divisioner. Aktaspekten av elevernas kunskande blir invariant. Rummet för lärande omfattar varken eleverna sätt att förstå division eller olika sätt att dividera. Aktiviteten öppnar för det legitima sättet att dividera. Vid några tillfällen försöker elever relatera division och subtraktion men Boel stänger för denna relation. Objektsaspekten av elevernas kunskande varierar, man löser ett antal olika uppgifter. Några går jämnt ut och andra ger upphov till restberäkningar. Boels möjliga fokus blir här om eleverna gör på rätt sätt och om de kommer fram till rätt eller fel svar. Denna variation är inom stoffzonen eftersom det är detaljer i beräkningar som diskuteras och inte hur eleverna redovisar. Inte heller tematiseras olika sätt att förstå vad division är eller hur man kan utföra divisioner på olika sätt.

Det kunnande som konstitueras i lektionen om fisk ses av Boel som komplext och problematiskt. Elevernas utsagor betraktas från ett andra ordningens perspektiv och dessa kan mycket väl uttrycka samma innebörd på olika sätt. I intervjun kan Boel tolkas som om hon menar att man minskar variationen i innebörd om man påpekar fel för eleverna. De kan också dra sig för att bidra med sitt perspektiv på det som diskuteras. Innehållet i rummet för lärande har en vertikal karaktär. Boels frågor riktas mot generella idéer inom biologin som går utöver det stoff, fiskar, som lektionen handlar om. Boels frågor fokuserar innehåll i både fisk och divisionsepisoden, men det är olika typer av innehåll. I matematik är det fakta och färdigheter som fokuseras i ett första ordningens perspektiv. I naturorientering är det barnens förståelse inom den konceptuella zonen i ett andra ordningens perspektiv. Boel relativiserar elevernas språklig hantering av innehållet när hon undervisar om fiskar. När hon undervisar om division visar hon inga tendenser att förstå de innebörder eleverna uttrycker.

När Boel och klassen diskuterar fiskar är det eleverna som bidrar med mest mening. Boel öppnar för dimensioner där barnen erbjuds möjlighet att uttrycka sina sätt att förstå. Riktningen är den motsatta i matematik. Här är det istället Boel som fyller episoden med innehåll. Det är det legitima sättet, Boels sätt, att förstå och sätt att genomföra divisionen som skall tillämpas för att lösa de givna uppgifterna. De sätt eleverna öppnar för stängs av Boel. Riktningen blir därför från Boel till eleverna. Uppgifternas formuleringar och behandling är sådan att endast ett svar och ett sätt att dividera anses legitimt.

Innehållen i variationsrummet riktas olika. Inom fiskeepisoden ställs frågor för att gå på djupet inom ämnesområdet. Exempel på sådana frågor är den om fiskens färger och fjällens funktion. Innehållet höjer sig därmed bortom stoffet, det blir mer generellt inom ämnesområdet. I matematik pekar frågorna mot det specifika stoffet. Elevernas öppningar för att relatera division och subtraktion stängs.

I frågeepisoden om fiskar hålls objektet konstant och frågorna öppnar för olika akter av förståelse. Detta sker inom den konceptuella zonen. I divisionsepisoden är objektet "division" invariant, men aktaspekten, sättet att genomföra divisionen, är konstant. Zonen i divisionsexemplen är varken den konceptuella eller proceduriella. Boels frågor riktas vare sig vertikalt mot generella matematiska idéer, eller horisontellt mot t.ex. tillämpning i andra sammanhang. Distinktioner är endast möjligt inom stoffzonen och då endast i termer av rätt eller fel svar samt rätt eller fel sätt att utföra divisionen.

Sammanfattning Boel

Naturorientering

Boels frågor om fiskar öppnar för relationer mellan deskriptiva karakteristika och ekosystemets funktion. Frågor öppnar också för elevernas sätt att förstå fiskar. Boel öppnar därmed för relationer mellan elevernas förståelse och teorier inom biologin såsom, ekologi, fysiologi och evolution. Det öppnas rika möjligheter till lärande om elevernas sätt att förstå. Frågorna är öppna till karaktären och Boel kommenterar inte eleverna i termer av rätt eller fel. Motivet för detta är att hon vill uppmuntra eleverna att tänka vidare och för att bevara deras glädje och engagemang. Dessutom kan det vara svårt att veta vad som är rätt och vad som är fel, eftersom hon inte säkert vet vilka innebörder elevernas utsagor bär. Lärande framstår som en kollektiv aktivitet. Man tycks lära av och med andra i interaktion kring ett innehåll genom att kontrastera och jämföra olika sätt att förstå samma sak. Vad som är rätt och vad som är fel verkar problematiskt att avgöra eftersom samma innebörd kan uttryckas på olika sätt. Boel menar att barnen mycket väl kan förstå på rimliga sätt men att de kan ha svårt att uttrycka sin förståelse i ord.

Boel riktar några frågor bortom själva fisken t.ex. frågorna om varför har de har mörk rygg och ljus buk. Fisken, lektionens stoff, används här för att relatera till mer generella naturvetenskapliga modeller och idéer. Potentiellt finns kopplingar till avancerade biologiska teorier inom evolution och ekologi. Fisken i sig tycks vid dessa tillfällen mindre viktig, den är en bland många tänkbara kandidater för att illustrera komplexa sammanhang och samband i naturen. Sambanden tematiseras dock inte fullt ut, men hon lämnar möjligheten att anknyta till sådana idéer öppen.

I det lärande rummet varierar akter av kunnande kring invarianta objekt inom den konceptuella zonen. Aktaspekten och objektspekten av elevernas kunnande om fiskar hålls samman. Boel har därför möjlighet att urskilja elevernas förståelse av vad fiskar är och hur de "fungerar" i sin miljö. Det förekommer också tendenser eller ansatser till att sätta in fisk i ett större sammanhang men eleverna svarar inte upp mot de resonemang som Boel tycks vilja föra. Deras svar blir vid dessa tillfällen tämligen korta och allmänt hållna och endast en elev svarar på respektive fråga. När det gäller naturorientering är det endast Boel bland lärarna i studien som ställer frågor som möjliggör distinktioner inom den konceptuella zonen.

Fiskar

Invariant elevobjekt: Fisk som stoff och begrepp.

Variation beträffande akter: Eleverna berättar och ritar olika saker relaterat till fiskar: Hur de ser ut, fenor, färg, form, föda, andas med gälar, olika arter. De får möjlighet att uttrycka olika förståelser beträffande fiskars färgteckning, slemskiktets funktion och deras temperatur.

Boel ställer vertikaliseringens frågor som öppnar för relationer mellan morfologi och funktion: Är detta en bra form för att leva i vattnet? Varför är den mörk på ryggen och ljus på undersidan? Undrar vad fjällen har för uppgift? Frågorna öppnar för potentiella distinktioner inom den begreppsliga zonen. Frågornas öppenhet och att Boel inte korrigerar felaktiga svar innebär att elevernas förståelser blir innehåll i lärarens rum för lärande. Hon får därför möjlighet att göra distinktioner beträffande elevernas sätt att förstå och inte endast om de förmår att ge legitima svar. Episoden är exempel på "tillräcklig" variation i aktaspekten.

Matematik

Division

Invariant elevobjekt: Uppgifterna inom stoffzonen.

Akter som varierar: Rätt fel svar, rätt fel beräkningsmetod.

Boel stänger för andra sätt att räkna än det legitima. Hon begränsar därför variationen i akter till legitima svar och legitima sätt att räkna. Episoden är exempel på en variation i akter av kunnande som inte är tillräcklig för distinktioner beträffande elevernas sätt att förstå. Hon kan därför endast göra dikotoma distinktioner beträffande svarens och beräkningsmetodens legitimitet.

Cecilia

Cecilias klass arbetar med ett avsnitt om människokroppen. Eleverna går sjätte året. Lektionen och episoden inleds med att Cecilia pekar på OH-bilder av skelettet. Eleverna skriver namn för de delar hon pekar på i sina skrivböcker. Det är vad Cecilia kallar ett "tyst förhör", ingen säger något. Både elevers akter och objekt för kunnande tas för givna. Explicit variation saknas helt och det är helt tyst i klassrummet. I intervjun frågar jag om varför hon gör på detta sätt.

Jonas: Du hade OH-bilder som du visade... och pekade på...

Cecilia: Ja, och oftast så är jag alldeles tyst och då behöver dom inte heller avslöja om dom kan eller inte kan...

Jonas: Det är därför som du gör så?

Cecilia: Ja, det är inte för att jag vill åt dom på något sätt och vis, för dom ska inte behöva avslöja vad dom inte kan... och att dom andra kan och så vidare, utan det är en helt avspänd situation och sen kör jag igenom då vad vi har gjort några gånger tillbaka och då vet dom ju vad dom inte kan... och så får dom reparationstid där och sen lär dom in det dom inte kunde och sen går jag vidare då, efter det.

Ett liknande förfarande förekommer också i matematikundervisningen där hon låter eleverna rätta sina egna uppgifter samtidigt som hon läser upp rätta svar från facit. Eleverna skall inte behöva skylta med sin okunnighet inför Cecilia. Hon spänner upp ett rum för elevernas lärande där hon själv ställer sig utanför. Hon har ingen tillgång till vare sig eleverna sätt att förstå eller om deras svar på frågorna är rätt eller fel. På detta sätt lägger hon hela ansvaret för lärande på eleverna och hon deltar här endast som en förmedlare av vilka svar som är legitima. Ibland förekommer det dock att hon samlar in de böcker där eleverna besvarar frågor som dessa.

Cecilia: /.../ och så tar jag in boken och så ser jag ju då om dom kan det eller inte.

Efter förhöret på skelettets delar följer ett förhör kring leder, muskler och senor på motsvarande tysta sätt. Efter det tysta förhöret frågar hon eleverna vilka frågor de inte kunde svara på. Då fyller hon på med ytterligare information. Hon frågar varför katten sträcker på sig ibland och berättar att den gör det för att spruta in ledvätska i lederna så att de skall få smörjning, så gör vi själva ibland också men att

detta anses som fult. Hälsenan relateras till Akilles och hans sårbara häl. Hon pratar om bodybuilders som fyller sina muskler med blod inför tävlingar men som är mycket tunnare till vardags. På likande sätt relaterar hon flera av strukturerna på overheadbilden till "kuriosa" (hennes egen benämning) som eleverna kan finna intressant. I denna passage lyssnar eleverna till synes mycket intresserat. De bidrar inte till innehållet förutom att de då och då ställer en fråga till Cecilia.

I intervjun berättar hon om sin metafor för lärande och undervisning. Det är som att kasta kardborrar på dem säger hon. Kardborrarna krokas fast om man har tur. Ju fler som fastnar desto större yta har man att träffa på nästa gång. Det finns också fler krokas som kan häkta i varandra. Cecilias berättande om katter som sträcker på sig, Akilles och hans häl samt bodybuilders som pumpar upp sina muskler med blod inför tävling kan ses just som ett sådant kardborrekastande. Hon prövar att relatera lektionens tema till sånt som eleverna kan tänkas hört förut. Om något fastnar har hon större träffyta fortsättningsvis. Sekvensen och metaforen innebär en tydlig riktning från Cecilia till eleverna. Det är hon som bestämmer vilka kardborrar som skall kastas och eleverna blir till passiva träffytor för den kunskap Cecilia erbjuder dem. I denna episod saknas möjligheter för Cecilia att komma i kontakt med elevernas kunnande.

I nästa episod kommer Cecilia in på blodet. Hon delar in barnen i grupper som de sitter och en elev utses till sekreterare. Frågan som skall diskuteras lyder: "Blodet, varför har man blod i kroppen, vad har blodet för funktion i kroppen?". Eleverna får drygt fem minuter på sig att tänka och skriva om blodet. Jag frågar henne i intervjun varför hon vill göra på detta sätt:

Jonas: Du gjorde en gruppindelning där också och så gav du dom en fråga att fundera på "Varför har man blod i kroppen?"... Varför gjorde du så, att du delade in dom och att dom fick fundera på det en stund?

Cecilia: Ja, därför att... Man stimulerar ju varandra och man sätter igång varandras fantasi och diskussion och det blir brainstorming och då kan man få med sig dom här som inte är så fantasi-fulla.

Jonas: Får du reda på något om vad dom kan?

Cecilia: Inte dom enskilda... Det gör jag ju inte, men det kan väcka intresse för dom här som bara, om dom hade fått sitta en och en, så har dom inte känt sig delaktiga. Nu blev det ju hela gruppen då... Det var inte någon i gruppen som fick ta åt sig

äran, för att dom hade kommit på någonting, utan hela gruppen kände sig delaktig och "Det där var det vi som sa" och då tror jag att man får ett mer engagemang i och med att man känner sig delaktig.

Frågan "Varför har man blod i kroppen, vad har blodet för funktion i kroppen" har en mångfald tänkbara svar och kan därför sägas vara öppen. Den öppnar för eleverna att visa förståelse beträffande blodets funktion och de kan bidra med sina erfarenheter. Cecilias motiv för att arbeta på detta sätt är att eleverna skall stimulera varandra och att de skall känna delaktighet och engagemang. Aktiviteten är en formativ utvärdering, eller fördiagnos. Efter ca fem minuter ringer Cecilia i sin klocka.

Cecilia: Ja ... Då skall vi höra. Blodets funktion för människan

E: Näring till kroppen [Näringstransportör skriver Cecilia på OH:n]

Cecilia: Ni skriver: Vad har blodet för funktion [eleverna antecknar]

Cecilia: Vad är det för form av näring som åker runt då?

E: Syre, luft

Cecilia: Är syre näring?

E: Mat som smälts ned.

Cecilia: Mat som smälts ned, det där har vi inte läst om ännu. /.../

Cecilia: Vem sa nyss ... syre, förklara det närmare

E: Syre, måste man ha.

Cecilia: Syretransportör också då ...

Eleverna nämner några fler saker och på tavlan står nu: näringstransportör, syretransportör, värmesystem, försvarssystem och varningssystem. Elevernas förslag börjar sina och Cecilia fortsätter:

Cecilia: Ja, nå't mer, ... vi jämför människa och en bil ... bensen, näring, luft, inte bara pula in och så att säga putta ut. Sätter vi för avgasröret vad händer då?

E: Packningar går och då ryker det in ... bilen stannar.

Cecilia: Det som kommer ut. Vad är det i avgaserna från bilen?

E: Kodioxid, koloxid, rök.

Cecilia: Men det mesta ...

E: vatten

Cecilia: Det sker förbränning i bilen och i muskeln ...

E: svettas

E: Vatten är naturligt, det är kondens.

Cecilia: Vid förbränning bildas vatten

E: Det finns ju inte vatten i bensinen ... det måste ju vara en kemisk reaktion!

Här blir Cecilia till synes osäker på hur hon skall hantera elevens påstående att det inte finns vatten i bensin, utan att det måste bildas vid förbränningen i en kemisk reaktion. Elevens kommentar visar på kvalificerat naturvetenskapligt kunnande. Han inte bara konserverar de i processen ingående substanserna, utan drar också slutsatsen att vatten måste bildas genom en kemisk reaktion vid förbränning av bensin i luft. Eleven anknyter till sin vardag. Efter lektionen får jag reda på att han utom skoltid sköter ett jordbruk tillsammans med sin ensamstående mamma och att "han kan allt om traktorer och motorer". Cecilia verkar inte kunna reda ut elevens påstående om att det sker en kemisk reaktion och hon vänder sig till mig och ber mig förklara vad som händer vid förbränningen. Efter min förklaring där jag ritar på tavlan och berättar hur olika atomslag rekombineras och bildar vatten och koldioxid repeterar Cecilia min beskrivning. I intervjun kommer Cecilia in på denna händelse och att hennes avsikt var att dra paralleller till eleverna verklighet. Jag frågar om hon tycker att det är viktigt att eleverna kan hur vatten och koldioxid bildas vid förbränning.

Cecilia: Joo ... det tycker jag nog. Alla skeenden i naturen och hur det funkar med koldioxiden och syret och växterna och människorna och utbytet dom emellan ... växter och människor. Det är ungefär som vattnets kretslopp och så vidare. Det tycker jag definitivt att alla ska kunna.

I detta fall uttrycker hon krav angående elevernas kunnande som går utöver det som hon själv visade i klassrummet. I den nämnda situationen varken bemöter eller utvecklar hon elevens påstående om att det inte kan finnas vatten i bensinen och att det därför måste vara en kemisk reaktion. Hon vänder sig till mig som är utomstående och tillfällig besökare istället för att själv besvara elevens fråga.

Hon verkar inte vilja utsätta eleverna för att exponera sitt kunnande (tysta förhör, elevernas rättning av egna diagnoser, högläsning ur facit). På liknande sätt tycks hon dra sig för att exponera sitt inför

eleverna (avsaknad av anknytning till eleverna förslag om procent, hon gör fel flera gånger, bensinen o vattnet, hjärtat, felräkningar i övningsexempel).

Hela sekvensen ovan rör en och samma fråga. Cecilia ”tömmer ut” den variation som finns bland eleverna. Eleverna och Cecilia fyller tillsammans lektionen med innehåll. Även här sker det i flera steg. Enskilda elever diskuterar sig samman i grupp och därefter diskuterar eleverna med Cecilia. Frågan öppnar möjligheter och utrymme för elever att redovisa kvaliteter i kunskande. Så långt är formen ungefär densamma som när Boel undervisar om fiskar (se s. 83). Frågor av typen varför då, förklara hur du tänkte finns dock inte med så som hos Boel. Det ges snarare en sorts uppräknig av fakta. Eleverna försöker vid flera tillfällen att öppna för sina erfarenheter: ”Min farmor har haft kallbrand och hon rökte inte” eller ”Jag har haft kallbrand en gång”. Cecilia stänger vidare diskussion genom att säga att farmor nog hade en annan sjukdom som vi inte känner till, eller att inte heller eleven kan ha varit drabbad för då blir det svart och dött. De öppningar från elever som hamnar utanför det hon själv planerat innan lyfts inte fram och hamnar inte bland de legitima som skrivs upp på whiteboarden.

Nästa moment inleds med att Cecilia visar en OH-bild med en schematisk bild av blodomloppet och att hon frågar eleverna vad bilden kan föreställa

Cecilia: Nu skall ni få se en Vad är detta?

E: ... [ohörbart] ...

Cecilia: Du är inne på rätt spår. Det här är hjärtat. Försök nu komma på i grupperna vad bilden handlar om. Diskutera i grupperna. Vad händer?

Klockan ringer återigen efter ca fem minuter.

Cecilia: Schhhhhhhhhh, vad föreställer bilden?

E: Blodets kretslopp.

Cecilia: Blodets kretslopp men ni har inte kommit längre... Nästa grupp!

E: Här tar de in syre här tar de in nee

Cecilia: Mittgruppen

E: Där uppe används det, nere kommer ut

Cecilia: Den gruppen då ...

E: (Här kommer en förklaring med hjärnan.)

Cecilia: Är hjärnan med här ... nej hjärnan är inte med här.

Cecilia har tryckt ett antal papperskopior av OH-bilden och eleverna ombeds rita av den i sina anteckningsböcker.

Cecilia: Lagg den under och rita av. [Eleverna ritade av den schematiska bilden i sin böcker]

I episoden kommenterar Cecilia inte elevernas svar. Inte heller följer hon på annat sätt upp elevernas förslag på vad bilden skall visa. Hon fortsätter istället att fråga nästa grupp. Bilden är antagligen svår att tolka för eleverna då den innebär en omfattande reduktion av blodomloppets komplexitet. På bilden finns endast ett hjärta och två kärlnippen som skall föreställa lungor respektive resten av kroppen. Bilden har blivit spegelvänd genom att OH-bilden ligger upp och ned. Hjärtats vänstersida ligger därför till höger, vilket kommer att ställa till problem för Cecilia något längre fram.

Cecilia: Sen behöver ni en röd penna och en blå, man brukar använda en röd och en blå till det här.

E: Svart kan man använda?

Cecilia: Nej! Dethär är en förenklad bild över hur blodomloppet fungerar. Här är hjärtat i mitten det där uppe är lungorna och den här biten har man tagit ihop liksom hela nedre delen av kroppen bena och alltihopa. Vi kan börja med att blodet är använt. Alltså att det lämnat av [syre, min kommentar]. Ju längre bort det kommer från hjärtat desto mera har det lämnat av och sedan så vänder det och går tillbaks. När det liksom är förbrukat.

E: Blod är ljusare när det är syre i den och mörkare ...

Cecilia: Det är precis tvärtom. Syrerikt blod är mörkrött.

Eleven har helt rätt. Syrerikt blod är betydligt ljusare rött medan det mer syrefattiga antar en blårodnad. Cecilia fortsätter att berätta om blodet.

Cecilia: Det byts ut vart sjunde år. Inte allt hela tiden. Om och om igen används det

Cecilia: Nu är det på väg tillbaks, blått är gammalt blod, med slaggprodukter, gifter. Åker upp till hjärtat igen [tyst en stund] Vänta nu. Hoppsan hur har ni ritat. Hur har ni lagt den?

Nu upptäcker Cecilia att hon visar overheadbilden spegelvänt för eleverna.

E: Tvärtom! Ha ha. Vi visar det från Ryggen

Cecilia: Man gör aldrig det. Vi kan inte ha hjärtat tvärtom.

Cecilia: Hur många är det som har rätt?

E: Vad är rätt?

Cecilia: Det här är rätt.

Cecilia: Vi gör så här. Rita på baksidan [det går bra eftersom det syns igenom på baksidan].

Cecilia: Då så, då börjar vi om. Vi har alltså blod som lämnat ifrån sig ...

Här uppträder en viss förvirring i klassen angående vad som är en rättvänd figur. Vilket är höger och vänster? Ser man kroppen framifrån eller bakifrån? Det tar en stund för Cecilia att förklara hur hon vill ha det på ett sånt sätt att alla elever verkar rita så som hon vill. Genom misstaget varieras bilden genom speglingen. Därför fokuseras bildens orientering. Bildens orientering blir inte självklar och det öppnas för en diskussion kring det som från början var taget för givet.

Cecilia: Ja, ... nu vet alla hur det skall ligga. Blodet som inte innehåller näring och syre, jo lite, begagnat blod. Vad måste hända?

E: Det måste förnyas.

Cecilia: Ner i hjärtat och upp i lungorna. I lungorna är det i kontakt med kapillärerna. De är tunna så syret går genom väggen och in i blodådern. Då åker syret över in i blodet. Och då blir blodet igen syrerikt och sen från lungorna (kraften räcker inte) in i hjärtat igen och sen ut i kroppspulsådern och såsmåningom mindre och mindre syre och mer och mer ... inget värt och runt igen, återanvändning, samma som åker runt, runt runt. Kroppspulsådern lika stor som tummen, aorta. Går den av dör man rätt så omgående.

Efter genomgången ber Cecilia eleverna att återigen arbeta i grupp. Frågan denna gång är "Vad vill ni veta om blod, hur lång tid tar det för blodet att gå runt ett varv t.ex.?" Hon ber eleverna skriva vad de vill veta i sina böcker. Efter fem minuter ringer Cecilias klocka. I intervjun berättar Cecilia:

Jonas: Att sitta och spåna om vad dom ville lära sig ... Brukar du ofta göra så eller?

Cecilia: Jag brukar nog göra det. Ibland kan jag göra så ... att jag börjar med vad man vet ... Säg nu när vi börjar med Japan, så frågar man vad dom vet om Japan redan och sen frågar jag vad dom vill veta.

Jonas: Men här gjorde du inte så ... här frågade du inte vad ni vet, utan bara vad ni vill veta.

Cecilia: Nä, för jag tror inte att dom visste så himla mycket. Här tog jag bara vad dom vill veta om blodomloppet, för då är dom motiverade för det här.

Motivet att be eleverna lista vad de vill lära sig är relaterat till elevernas motivation. Cecilia nämner inget om att det kan vara en innehållslig utgångspunkt för det fortsatta arbetet. Hon tror inte heller att eleverna har något att bidra med när det gäller kunnskap om människokroppen. Hon förväntar sig därför inte att hon skall lära sig något om deras kunnskap.

Cecilia inleder nästa lektion med några snabba frågor om vad de talade om förra gången. Vad blodets funktion är, vilken del av kärlsystemet som är stora och vilken som är lilla kretsloppet. Vilken färg (röd eller blå) som används till "nytt" respektive "gammalt" blod och blodets väg genom kretsloppen. Efter förhöret får eleverna ta fram sina böcker och sina anteckningar om vad de ville lära sig om blod. En elev i varje grupp läser upp de frågor som gruppen formulerat. Cecilia sammanfattar på tavlan.

Cecilia: Ni som satt längst därnere hade ni nå t? Den som var sekretär kan ta upp anteckningarna...

E: A el B eller 0 + och – och så där olika färg.

Cecilia: Blodgrupper kan vi skriva då ...

E: Hur fort det går för blodet att åka runt (omloppstid) *

E: Varför är det rött? (färg)

E: Hur många liter blod det finns. (Hur mycket blod i kroppen)

E: Varför blir man blodsprängd i ögonen? (blodsprängda ögon)

E: Vad händer om man får blodförgiftning. (blodförgiftning)

E: Hur mycket blod kan man tappa innan man dör. (blodförlust)

E: Har små barn mer blod än vuxna?

* Inom parentes efter varje elevcitat står det som Cecilia skriver på tavlan.

Cecilia: De små har en halvliter mer. I proportion kanske. De är mer sårbara och behöver mer blod. Vuxna har 7 liter, barn har mer än de behöver. Stora har 4 liter, små fyra och en halv. Omöjligt! Hur skall det få plats?

E: Det är ju det jag undrar! Jag har hört på Hjärnkontoret.

Cecilia: Barn har inte mer än vuxna, men mer än de behöver. Tank + reservtank! Vi kollar det barn, vuxen blodmängd, kan vi skriva

E: Hur många varv per dag, dygn?

E: Vad händer med blodet när man dör?

E: Varför heter blod, blod? (namnet blod)

E: Vad innehåller blod? (innehåll)

E: Får man mer syre på dagen än på natten? (mer syre dag-natt)

Cecilia: Fler? ... Nått spontant? Tänk på hjärtat och blodet!

E: Är det nåt ställe det inte finns blod? (blodlöst ställe)

Cecilia: De finns överallt men det är instängt (titta på ögonvitorna) alla celler står i kontakt med blodet.

Eleverna nämner några fler frågor som Cecilia skriver. När frågorna börjar ta slut säger hon:

Cecilia: Hur skall vi ta reda på det här? Vi får gå till biblioteket, ni får välja själv. Vi kan ta hit nån som berättar. Det här är inte jag proffs på, det är inte mitt område, men jag har tagit med en del litteratur som jag dragit ut.

I intervjun diskuterar vi episoden:

Jonas: Hur gör du sen för att ta reda på om dom kan det här och om dom vet var vattnet kommer ifrån och om dom vet om det finns återvändsgränder eller om det är samma blod?

Cecilia: [Suckar] Ja, mycket av det här är ju överkurs för det här stadiet. Mycket är ju också kuriosa ... som vart tar blodet vägen när man dör ... det behöver man inte kolla upp, för det kommer dom kunna i alla fall.

Jonas: Ja, det brukar vara så.

Cecilia: Ja, sen läser man människokroppen också väldigt ingående på högstadiet, så att ... på något sätt känner jag att om jag grundlägger det med att dom har begreppen klara och att dom vet vad organ heter och vad dom har för funktion, men inte den

här mer ingående funktionen, så kommer dom att få det på ett senare stadium. Det är mer en orientering nu... men människokroppen är ju väldigt kul och det tycker dom om och jag tycker också det är kul att läsa ... så det blir mycket kuriosa.

/.../

Jonas: Hur hade du tänkt att dom ska redovisa vad dom har lärt sig?

Cecilia: Det här?

Jonas: Blir det ett prov eller blir det någon annan redovisning?

Cecilia: Jaa ... på det här ... människokroppen, skelett och organ... Det är ju bara reproduktiv ... Det kommer dom nog få på nån stencil och så ... Sen funderar jag på det här andra ... Det får bara vara en aha-upplevelse för dom ... Jag tror inte att jag kommer ha prov på det, för det är inte nödvändigt att gå in på det här, tycker jag ... särskilt som dom läser människokroppen på högstadiet sen.

Jonas: Det har med ... det mesta är överkurs [Hon använder själv ordet "överkurs" tidigare i intervjun]?

Cecilia: Ja, det blir ju mycket kuriosa, för dom tog ju upp mycket kuriosa eller sånt som är runt omkring och skulle man då tränga in i det och alla blodgrupper och allt sånt, så skulle vi få hålla på resten av terminen med människokroppen ... men det är ju OÄ på mellanstadiet, alltså orienteringsämnen ... Vi orienterar dom i dom här ämnena... Det får vara och sen när dom kommer till högstadiet, så blir det igenkännande ... Vissa kommer säga "Det läste vi på mellanstadiet. Det kommer jag ihåg." Dom får det mer exakt då, där uppe och då har dom kanske redskapen och vet vad sakerna heter.

Elevernas begreppsliga kunnande tycks inte vara Cecilias fokus. Hon menar istället att hennes undervisning har en introducerande och orienterande funktion.

Matematik

Lektionen är den inledande på ett nytt avsnitt som handlar om procent. Eleverna har i tidigare årskurser mött begreppet men det är första gången med Cecilia. Eleverna går sitt sjätte år. Cecilia berättar att de kommer att arbeta med ett nytt avsnitt, procent och hon frågar när eleverna träffat på det tidigare. Svaren som ges är rea, aktier, diagram och "omröstning – partier". Cecilia inleder med att fråga eleverna om när man träffar på procent och varför man använder det. Hon

öppnar för alla tänkbara fall där procent används. Frågorna tycks öppna i sina formuleringar och de har en mängd tänkbara och rimliga svar. Procent i sig är dock givet, och taget för givet eftersom det inte kontrasteras mot någonting annat. Det som elaboreras är "inomvariation". Med detta avser jag här att olika procentsatser, andelar diskuteras men man behandlar inte andra sätt att t.ex. jämföra. Elevernas svar på frågan – realisation, aktier, diagram, omröstningar och partier – pekar utåt mot världen utanför skolan. De öppnar därmed för en anknytning till världen utanför skolan.

Cecilia: Varför använder man procent?

E: Det skall vara lättare

Cecilia: Lättare att jämföra. Tänk om vi har en tävling mellan sexorna som är olika många, det är orättvist. Då kan vi räkna om till procent och jämföra.

Cecilias förslag om tävlingen mellan sexorna pekar tillbaka mot skolan. Elevernas exempel visar däremot på en variation av situationer utanför skolan, men Cecilia återför diskussionen till en skolkontext och begränsar därmed den möjliga variationen i situationer. I nästa steg kommer variationen att begränsas ytterligare. Cecilia visar ett antal förberedda OH-bilder med kvadrater och rektanglar i olika storlekar. Samtliga är indelade i hundra mindre rutor. Hon färglägger olika andelar och eleverna får frågor om vad hon markerat.

Cecilia: Vi skall backa tillbaks till bråk. Här är en massa figurer, vad är gemensamt?

Eleverna svarar att alla är rutor, att de har 4 hörn, att de består av 100 rutor och att rutorna är olika stora

Cecilia: Alla representerar en hel, men de är olika stora. Nu gör vi så här. [Cecilia markerar hälften] Vad har jag markerat nu?

E: Hälften av alla.

E: 50 %

Cecilia: om man talar i procent så är det 50%, Nu då? [markerar en fjärdedel] ...

E: ...

Cecilia: Det kan man göra på olika sätt men jag gjorde såhär.

Cecilia nämner att det finns andra sätt att markera de andelar hon nämner men att hon nöjer sig med att visa ett. Det sätt hon visar framstår då mot bakgrund av andra men utsagda möjligheter. Hon fortsätter omedelbart därefter:

Cecilia: Nu då? ... /.../ [markerar en femtedel]? Vad tror ni att det skall vara?

E: 1/5

Cecilia: *centimeter, centiliter* Vad har det med detta att göra [betoning på "cent"]

E: Hundradel

Cecilia: Vad är det för samband? ... Först i delar ...

E: En hundradel

Cecilia: Byter namn

E: Procent

Cecilia försöker visa på likheten mellan namnen på två enheter och ordet procent genom att fråga om sambandet mellan centimeter, centiliter och procent. Ingen elev besvarar frågan. Hon lotsar då genom att fråga efter namnet på andelen. Hennes fråga öppnar i praktiken inte för det samband hon explicit söker. Istället kunde hon ha kontrasterat givna enheter med t.ex. decimeter eller hektoliter för att bidra med variation i det som hon försöker lyfta fram.

Cecilia visar nu på två olika stora rektanglar med var sin hundradel färglagd.

Cecilia: Ser ni olika stora, jätteviktigt med delen från början. 1 % av Butans landyta, jämfört med 1 % av Rysslands landyta, vad kan ni säga?

E: Olika stora.

E: 1 % av Ryssland är det lika med Butan?

Cecilia: Jag vet inte. Ta ny sida och på den skriver ni procent ... första svarta biten. Vad var det för bit [Cecilia markerar 1/100]?

Den interaktion som Cecilias fråga om relationen mellan Rysslands och Butans landarealer öppnar för är mycket kort. Den omfattar endast en inledande fråga med svar. Den undran som kommer från eleven om en procent av Ryssland kan vara lika stort som Butan besvaras

inte. Istället uppmanas eleverna att skriva ned relationer mellan andelar och procent för en hundradel, halva, en fjärdel och en femtedel. Detta sker i en sekvens med slutna frågor och svar. Även här är det olika elever som får olika frågor. Cecilia avslutar med att säga "de här sambanden skall ni kunna utantill". Det som hamnar i sekvensens fokus blir då det korrekta svaret och inte elevernas förståelse.

Efter genomgången löser Cecilia några uppgifter tillsammans med eleverna i helklass. Cecilia läser uppgiftsnumret och pekar mot den elev hon vill skall läsa uppgiften högt för de andra i klassen.

Cecilia: 1053!

E: En tröja kostade 400 kr. Priset sänktes med 25 %.

a. Med hur många kronor sänktes priset?

b. Hur mycket kostade tröjan efter prissänkningen?

Cecilia: a först

E: Den sänktes med 100 kr

Cecilia: Hur tänkte du?

E: kanske nått här

Cecilia: 25 % är samma sak som ...

E: en fjärdedel

Cecilia: Delar med fyra ... så Du hur den sänktes, b den kostade 300 kr, hur tänkte du då?

E: Det är bara att ta bort 100.

Cecilia: Hela tiden ni fortsätter räkna ha tankegången med. Inte bara skriv svaret. Nu är det fritt fram nu då.

Exemplet visar hur Cecilia agerar konsistent med att hon vill att eleverna följer en och endast en beräkningsmodell. Modellen bygger på att den procentuella andel som skall användas först översätts ett stambråk. Därefter utförs kalkylen.

Jag frågar i intervjun varför eleverna skall kunna procentsatser utantill.

Jonas: Du tog också upp några procentsatser som du tyckte att dom skulle kunna utantill ... eller relationen mellan bråk och procent; en halv, en fjärdedel, en femtedel, en hundradel ... Varför tycker du att det är viktigt att dom ska kunna det utantill?

Cecilia: Därför att det är mycket lättare ... Om det är en grej som kostar 400 kronor och hälften av 400 är ju 200, det är ju så lätt ... än

att ta 0,050 * om man räknar vanlig procenträkning då, gånger 400... Just dom där att dela med två och fyra och tre... är ju jättelätt och det går fortare rent praktiskt ute i affären när man står där på rea.

Jonas: Du hade inte med en tiondel där.

Cecilia: Nä, men när jag frågade dom, så tog jag med en tiondel. Det är ju sällan det är tio procents rea.

Jonas: Ja, det är sant.

Cecilia: Där var anknypningen till vardagslivet. Däremot 30 procents rea är det ju.

Cecilias förklaring antyder att hon menar att det är ett sätt för eleverna att effektivisera procentberäkningar. Det går fortare om eleverna direkt kan transformera de vanligaste procentsatserna som t.ex. förekommer på realisationer till stambråk. Detta ses som en anknypning av matematiken till vardagslivet.

Cecilia ställer genomgående korta faktafrågor, med undantag av frågan om samband mellan centimeter och procent som potentiellt omfattar ett mer komplext resonemang. Eleverna får dock mycket kort tid på sig att svara på denna fråga och Cecilia formulerar inte om den, då svar uteblir. Frågan blir därmed underordnad de andra. Cecilia fördelar frågorna så att de besvaras av olika elever. Frågornas funktion framstår som ett sätt att variera undervisningen, inte att ta reda på elevernas förståelse. Den inledande frågan om när de träffat på procent har en introducerande funktion genom att hon senare inte anknypar till de situationer eleverna nämner. Genomgående är frågorna slutna och fördelas mellan eleverna. Ibland skjuter Cecilia också in frågan "Hur tänkte du då".

Cecilia: vi kommer att lära oss räkna med vilka procentsatser som helst ... Viktigt: hela är lika med 100 %, vi i klassen, 20 st är alltid 100 %. Om vi tar hälften hur många är det?

E: 10

Cecilia: 25 %?

E: 5

Cecilia: 20 %?

E: 4

Cecilia: Hur tänkte Du då?

* Cecilia säger "noll komma noll femtio", men hon menar antagligen 0,50.

E: 20 % är ju tjugo och 10 % är 2 och 20 är fyra.

Eleven ovan uttrycker ett sätt att förstå 20 % av 20 elever som innebär att han först tar 10 % av 20 st som är två. Eftersom det inte var 10 utan 20 % får han dubblera för att få fram svaret 4. Detta sätt att tänka har inte varit explicit tidigare under lektionen och 10 % är inte en av de andelar som eleverna skall kunna utantill. Cecilias fråga öppnar således för en variant som inte tematiserats tidigare och en av eleverna bidrar tillfälligt med sitt sätt att förstå.

Nu övergår man till att lösa övningsexempel i boken. En elev läser en uppgiftstext och Cecilia lyfter fram att de inte får fastna i att tio procent alltid är tio stycken, eller att fem procent alltid är fem. Här kontrasterar Cecilia den tidigare genomgången av legitima sätt att förstå procent med ett som inte är det. De legitima sätten framstår då mot bakgrund av detta det felaktiga. En liknande öppning förekommer i följande episod.

Cecilia: Nu skall ni lyssna. Vi säger att vi har en bok som kostar 80 kr. (skall vi skriva?) Nej ni skall inte skriva. 80 kr va. Sen så räknar ni inte högt utan var för sig. Sen så är det rea 25 %. Nej, det höjs med 25 %. Så tänker ni ut vad boken kostar nu. Den har höjts. Sen så blir det en rea. Så säger ni såhär, ni skall rea den här boken för 25 %. Och nu vill jag veta vad kostar den här boken nu. Vad säger P?

P: 80

Cecilia: 80 säger du,

E: 75

Cecilia: finns fler förslag. Hur resonerar du P?

P: ...

Cecilia: Nej såhär, det var kanske fel. Hur resonerade Du får jag höra?

P: Det vet jag inte riktigt ...

Cecilia: Du gissade?

P: Ja

Cecilia: Du tyckte att det var busenkelt ... Hur resonerade Du F?

Här följer en legitim beskrivning som innebär att uppgiften löses i två steg.

Cecilia: Det här är jätteenkelt att göra fel, men det hela har ju ändrats. Det hela från början var ju 80, sen ändrade vi till 100.
/.../

Cecilia frågar om en bok som kostar 80 kr. Vad blir priset om man först höjer med 25 % och sedan sänker med 25 %. En elev svarar omedelbart 80 kr och de andra protesterar. När Cecilia frågar hur han som fick det till 80 kr tänker får hon "Jag vet inte riktigt" till svar och vi diskuterar detta i intervjun:

Cecilia: Ja, då kostade den 100 och då måste man ta 25 % av 100 och det var bara en då ... Han som svarade att den kostade 80 igen, för då förstod ju inte han och han sa ju själv att han inte visste vad han hade gjort, men det hela hade ju vuxit va och det var ju att ta tiondelar av det större, för att ta reda på det nya priset.

Jonas: Du var ganska noga där ... Du hade ju två svar ... Han som sa 80 direkt och så någon som räckte upp handen och sa 75. Du var ganska noga där med att låta båda två få chansen och berätta hur dom hade gjort. (Cecilia: Ja, det måste man göra.) Varför det?

Cecilia: Jo, därför att ofta kommer man på själv ... att man har gjort fel ... om man får verbalisera det hela och det är ju det bästa, kommunikation, alltså när mottagaren själv får korrigera det som man har sagt. /.../ Nu förklarade ju inte han, utan han sa att han hade gissat, men så brukar jag göra för dom har olika åsikter och då får var och en tala om hur dom har resonerat. Det gör jag i andra ämnen också och då försöker jag på tonfallet inte avslöja om det är rätt eller fel. Nu tror jag att dom kan läsa av mig, så sånt pokerface har jag inte.

Jonas: I detta fallet, så tror jag han läste av sina klasskamrater, för det var rätt många som protesterade.

Cecilia: Ja, det gjorde han. Han förstod att han gjorde fel, eftersom det var så många duktiga som hade fått det annorlunda, så då tror jag att han la sig på direkten där. Han argumenterade inte emot.

Jonas: Han gissade ju inte bara, för han gissade ju på ett sätt en klok gissning.

Cecilia: Ja, för höjer man och sänker med 25 %, så borde det bli samma, för man tänker att man lägger på någonting och så tar man bort exakt samma och då är man tillbaks på noll va ... men det här var ju att det hela var inte samma sak i bägge fallen och det var det jag ville kolla med den frågan.

Cecilia öppnar för två olika svar varav det ena är felaktigt. Båda eleverna får möjlighet att berätta hur de tänker. Den ena använder förmodligen ett symmetriresonemang som inte kan tillämpas i denna situation medan den andra eleven löser uppgiften stegvis. Cecilia ställer antagligen frågan med avsikt att lyfta fram ett vanligt sätt att tänka om procenträkning som leder till felaktigt svar. Hon får också ett svar av den förväntade typen. Förfarandet kan innebära att det korrekta sättet att lösa uppgiften framstår mot bakgrund av ett annat men felaktigt sätt att räkna. Här blir det istället så att de olika svaren kontrasteras mot varandra. Meningen är att elevernas olika resonemang skall visa vilket sätt att räkna som är det riktiga, men det blir inte (som ofta annars enligt Cecilia) innehållet i resonemangen utan hennes eller de andra elevernas reaktioner som indikerar för eleverna vilket sätt som är det korrekta. Hon utnyttjar här sitt kunnande om elevers kunnande om procent till att bjuda in eleverna i konstituerandet av legitima sätt att tänka om procent.

Lektionens inledande frågor och genomgången har en introducerande funktion. Sedan följer en demonstration av övningsexempel. Därefter räknar eleverna liknande uppgifter i sina böcker. Cecilias frågor har inte utvärderande funktion i någon av dessa delar. Istället ställs frågor för att driva lektionen framåt samtidigt som både hon och eleverna bidrar till interaktionen. Förfarandet innebär att den som talar varierar. Det rum för lärande som öppnas i lektionen varierar i omfång och karaktär allteftersom lektionen fortskrider. I inledningen är Cecilias frågor öppna, "Vad är procent" och "När använder man det?". Dessa frågor har potential att ge utrymme för elevernas erfarenheter och deras sätt att kunna förstå vad procent kan användas till. De exempel eleverna nämner tematiseras dock inte. Istället stänger Cecilia och begränsar variation i situation och tillämpningar till skolan och kontextlösa frågor. I overheadexemplen varierar hon både storleken på "det hela" och på procentsatsen i en temporal följd. Vid några tillfällen frågar hon "Hur tänkte du?" och "Hur vill du formulera svaret" eller liknande. Här öppnas för elevernas perspektiv och vid ett tillfälle bidrar en elev med ett sätt att tänka som inte nämnts tidigare. Eleven använder sambandet $10\% = 1/10$ när han beräknar 20% av 20 .

Kommunikationen är riktad från Cecilia till eleverna. Cecilia fyller tillsammans med läroboken lektionen med innehåll. Eleverna erbjuds öppningar men deras förslag får inte utrymme att utvecklas vidare (med något undantag). Lektionens innehåll blir identiskt med stoffet som inte lyfter mot mer generella relationer varken inom matematiken själv eller i samband med den omgivande världen. Syftet med Cecilias frågor är att öppna för ett sätt att tänka kring procentberäkningar, inte att öppna för elevernas förståelse annat än i undantagsfall.

Cecilia ställer övervägande slutna frågor. Frågor som har ett legitimt svar. Enstaka öppna frågor ställs också. De slutna dominerar och de öppna är av retorisk karaktär. Den öppna frågan om sambandet mellan centiliter och centimeter med procent, som ställs till eleverna är komplex, och de har inga reella möjligheter att besvara den på det sätt som Cecilia önskar.

Nästa matematiklektion inleds med ett kort muntligt förhör på de procentsatser Cecilia vill att eleverna skall kunna utantill. Cecilia ställer frågor och eleverna räcker upp handen. Hon väljer ut vilken elev som skall besvara vilken fråga. Både frågor och svar är korta, utom frågan om hur många procent en tredjedel är. Cecilia får fråga några olika elever innan hon får det svar hon vill ha. Denna den andra frågan har inget enkelt exakt svar vilket antyds redan i formuleringen "ungefär hur många procent är en tredjedel". Sekvensen kan ses som en repetition av föregående lektion där Cecilia tryckte på vikten av att kunna just dessa andelar som procentsatser utantill. Efter repetitionen går Cecilia igenom hur man skall gå tillväga för att transformera procentandelar till decimalform. Därefter får eleverna räkna på egen hand i sina böcker. Cecilia går runt bland eleverna i klassrummet. Ibland stannar hon till hos någon som räcker upp handen. När lektionen börjar ta slut ber hon eleverna räkna klart den uppgift de håller på med så att de gemensamt kan rätta uppgifter. Hon frågar hur långt eleverna kommit och börjar så läsa högt ur facit. Det låter ungefär som bingo. Cecilia läser uppgiftsnummer och svar för ett tiotal uppgifter:

/.../

Cecilia: 1066, a: 40,... b: 20,... c: 40,... nu är vi på 66.

/.../

Där stannar jag! Så ... 10.00 träffas vi igen. 10.00 har vi rast till.

Ur intervjun om elever som räknar fel

Cecilia berättar om vikten av att eleverna förstår sambandet mellan bråk och procent och jag vill fråga henne om hur hon tar reda på hur eleverna förstår sådana samband.

Jonas: Får dom någon diagnos på det då eller hur kollar du det?
[sambanden mellan bråk och procent]

Cecilia: Nu kör jag en liten snabbis i början på varje mattetimme.

Jonas: Okej ... har du koll på alla barnen då eller?

Cecilia: Jo, och då första gångerna, som dom får rätta själva, får dom sin diagnos på sig själv då och så säger jag att om det har blivit jättemycket fel, så har dom inte förstått och då säger jag att dom ska komma fram till mig senare, så ska jag förklara, men sen när jag har gjort det här flera gånger, så tycker jag att dom borde kunna allihopa och jag inte har sett några signaler, då tar jag in K-böckerna [kladdböckerna] och då får dom heller inte rätta själva, utan då får dom byta böcker och sen tar jag in dom och kollar.

Jonas: Då gör ni en muntlig rättning, som ni gjorde här sist?

Cecilia: Ja, och då ser jag ju då om det är någon som har väldigt, väldigt dåligt och då måste vi ta det. Dom första gångerna får dom alltid köra det själva, så att dom inte ska känna "Jag kan inte det här, fy vad hemskt! Fröken ska se att jag inte kan."

Jonas: Jaha, du tonar ner det lite grann.

Cecilia: Ja, och jag säger "Ni behöver inte byta. Ni får rätta själva." Och då blir det ingen ångest, utan det är bara en egen diagnos för dom själva.

Jonas: Du samlar inte in dom då?

Cecilia: Nä, inte i det läget. Absolut inte. Då får dom alltså chans att reparera det här, genom att komma fram och säga "Jag förstår inte riktigt det här. Kan du hjälpa mig?" Då har dom inte behövt visa mig att dom har haft jättedåligt på det här...

Elevernas förståelse tycks kunna mätas med antalet fel de gör. Cecilia menar att det kan vara jobbigt och hemskt för eleverna att visa att de har många fel och hon försöker därför anordna aktiviteter så att eleverna inte behöver visa vad de inte kan. De skall inte behöva skylta med sina fel och bristande förståelse för henne.

Jonas: /.../ Jaha, så veckomatten är ett särskilt blad där dom gör läxuppgifterna i boken då?

Cecilia: Ja, och egentligen vill jag inte att dom tar hem boken, så därför kopierar jag alltid upp veckoläxorna och då har dom en mapp så här ...

Tar eleverna hem boken så kan de "ju räkna i smyg". Det är konsistent med hennes typ av frågande vid gemensamma genomgångar och högläsning ur facit. För att det skall fungera är det viktigt att hålla eleverna på samma ställe i boken.

Jag frågar Cecilia i intervjun om en elev som vill beräkna vad en 40 procentig höjning av ett bensinpris på 5,50 kr blir. Det är jag som hjälpt eleven och jag berättar för Cecilia om tre möjliga sätt att räkna som jag och eleven diskuterat:

$$\begin{aligned} 0,055 \cdot 40 &= (1 \% \text{ först, sen gånger fyrtio}) \\ 0,40 \cdot 5,50 &= (\text{omvandla procent till decimal form,} \\ &\quad \text{därefter multiplicera}) \\ 0,55 \cdot 4 &= (10 \% \text{ först, därefter gånger fyra}) \end{aligned}$$

Cecilia säger att vuxna föredrar det mellersta sättet. Det är enklare. Men om eleverna först beräknar en procent, eller 10 % visar de på djupare förståelse. Trots detta är det viktigt för Cecilia att de nu använder sig av det mellersta sättet även om det innebär en "omständligare och längre väg". Det tycks finnas en motsättning mellan det föreskrivna och rätta, det legitima sättet att räkna som hon vill att eleverna skall träna på och den djupare förståelse de visar om de använder ett annat sätt än det som hon gått igenom. Cecilia berättar hur hon själv gör:

Cecilia: Så här lärde inte jag mig, när jag räknade procent, utan jag skrev tre procent av 400 och så strök man nollorna där och så strök man nollorna där och så räknade man det gånger det och så räknar jag fortfarande procent.

Cecilia säger sig stryka "nollorna" i procenttecknet och nollorna i 400 samt översätter "av" med multiplikation. Hon berättar också hur hon själv beräknar uppgifter av typen: "Hur många procent är a av b "

Cecilia: För om jag ska räkna ut hur många procent det är, skriver jag x och så 100 av det och det och så lika med och så gör jag det som en ekvation av det, för så har jag lärt mig själv /.../ Det är det man har blivit så förstörd själv av då... för jag löser alla problem med ekvationer och har x och allt det här, men däremot dom [eleverna] som är väldigt duktiga på den här nivån, dom klurar ut det här utan ekvationer... Jag kan inte lösa det på det där viset, men dom har inte blivit förstörda...

Jonas: Dom är inte begränsade, för dom vet inte att det finns en generell metod, utan dom hittar på sätt...

Cecilia: Ja, och det är inte något jag alltid hänger med i alla gånger i sexan. Det gör jag inte. Det finns dom som är superduktiga alltså, mycket duktigare än fröken i matte... rent matematiskt alltså... Jag kan mera matte just nu, men rent matematiskt kommer dom gå mycket, mycket längre än vad jag kommer någonsin.

Cecilia menar att hon ofta har tillgång till endast ett sätt att tänka. Hon nämner här att hon ofta ställer upp en ekvation när hon använder matematik för eget bruk. Det finns en del elever som hon menar är bättre på att tänka i informella matematiska banor. Möjligen kan detta förstås som om hon har svårt att följa de tankegångar eleverna ibland öppnar för p.g.a. sitt eget begränsande kunnande

Sammanfattning Cecilia

Eget kunnande och öppenhet

I naturorientering tycks Cecilia osäker på undervisningens innehåll. Det blir jämfört med studiens andra lärare relativt ofta innehållsliga felaktigheter. Syrerikt blod beskrivs som mörkt istället för ljusrött, principerna bakom förbränning tycks oklara, hjärtat blir spegelvänt o.s.v. Detta är också sådant kunnande som Cecilia enligt intervjun anser centralt och viktigt för eleverna att behärska. Samtidigt är innehåll-
et rikt i den meningen att det är öppet mot att ta hänsyn till eleverna önskemål, tankar och funderingar. Cecilia uttrycker i intervjun en strävan mot förståelse av större sammanhang. Konsistent med Cecilias kunnande är utvärderingens fokus förskjutet mot intresse, engagemang o.s.v. I matematik tycks Cecilia säkrare på stoffet, även om hon ibland räknar fel. Innehållet är snävt och i hög utsträckning begränsat till det som finns i läromedlet. Exempel från elevernas värld blir sällan undervisningsinnehåll. Hennes frågor är slutna och fokuserar detta begränsade innehåll.

Dessa skillnader mellan matematik och naturorientering finner jag något paradoxala. Ett sätt att undervisa och fråga som bygger på en idé om att ta tillvara elevers funderingar och önskemål kräver ett djupt och öppet ämneskunnande från lärarens sida (jmf s. 49 om innehållsvaliditet). I undervisningssituationen visar Cecilia inte alltid detta. Trots uppenbara brister framhärdar hon i sina försök att anknyta till elevernas erfarenheter. I matematik visar hon endast vid något enstaka tillfälle svårigheter med de beräkningar eleverna arbetar med. I denna mening är hennes matematiska kunnande djupare än det naturvetenskapliga och hon borde därför ha möjligheter till en undervisning och ställa frågor som i högre utsträckning anknyter till andra innehåll än de som finns i läromedlet.

Att ställa sig utanför det lärande rummet

Cecilia agerar i klassrummet och talar i intervjun som om det är bra för eleverna att inte behöva visa att de inte kan svara på hennes frågor

eller att de har ett dåligt resultat på diagnoser. Eleverna skall inte behöva känna sig dumma inför henne eller sina klasskamrater. Ett exempel på detta är matematiklektionen där hon läser svar från facit (bingomatten). Här har hon ingen möjlighet att få reda på vare sig elevernas svar eller hur de har räknat och resonerat. Hon håller tysta förhör om människokroppen och pekar då på kroppsdelar och eleverna sitter tysta och tänker. I båda dessa episoder är såväl akter som objekt av kunnande tagna för givna och därmed invarianta. Den genomgående hårt styrda undervisningen i matematik och i några episoder i naturkunskap minskar risken att Cecilia skall exponera för eleverna att hon inte själv behärskar det ämnesteoritiska innehållet. Detta är konsistent med att eleverna inte skall riskera visa sina kunskapsbrister för henne. Det tycks som om hon förstår eleverna som om de inte vill berätta om sin förståelse för henne mot bakgrund av sin egen osäkerhet. Hon ställer sig på detta sätt utanför lärandets rum och lämnar allt ansvar för lärandet till eleverna själva.

Tyst förhör, skelettet samt muskler och leder

Elevernas invarianta objekt: Taget för givet

Variierande akter: Tagna för givna

Cecilia motiverar episoden i intervjun med att det är en "helt avspänd situation", eleverna skall inte känna att hon får tillgång till "om de kan, eller inte kan", eller att de skall känna att hon "inte vill åt dom". Hon ställer sig utanför rummet för lärande och har inte möjlighet att göra distinktioner inom någon zon.

Varför har man blod?

Elevernas invarianta objekt: Blodets funktion inom stoff zonen

Variierande akter: Eleverna nämner olika funktioner (stoff). Eleven som svarar: "syre" får följdfrågan: "syre, förklara det närmare", men svaret "det måste man ju ha" tematiseras inte vidare. Akter varierar således inte inom den begreppsliga zonen. Eleven som öppnar för den begreppsliga zonen med sin undran om det verkligen finns vatten i bensinen (eftersom vatten finns efter förbränningen) får inget svar av Cecilia. Hon stänger för variation inom den konceptuella zonen. Cecilia kan därför inte göra distinktioner inom denna zon. Inom stoffzonen är dock distinktioner möjliga.

När (och varför) använder man procent?

Elevernas invarianta objekt: Tillämpning av procent (stoff)

Akter som varierar: "realisation", "aktier", "diagram", "omröstning", "(politiska) partier".

Cecilia kan här göra distinktioner inom stoffzonen beträffande de tillfällen eleverna menar att man använder procent. Svaret på frågan om varför man använder procent tematiseras inte. Cecilia nöjer sig med att hon fått ett legitimt svar och övergår till nästa episod. De exempel på tillämpningar av procent som eleverna nämner kommer från vardagslivet. Den variation eleverna introducerar har därför horisontell karaktär.

Markera andelar i rutnät

Elevernas invarianta objekt: Relationen mellan andelar och procent (stoff)

Akter som varierar: Akter med instanser av legitimt/icke-legitimt svar varierar.

Vid ett tillfälle frågar Cecilia om sambandet mellan *centimeter*, *centiliter* och *procent*. Frågan har vertikalisering karaktär men ingen elev besvarar frågan. Detta potentiellt invarianta objekt är därför inte sammanhållet med varierande akter inom samma zon. Distinktioner är möjligt att göra endast i termer av legitimt – icke-legitimt svar.

Procentuell förändring – "80 kr + 25 % – 25 %?"

Episoden är kort, men intressant, då den är ett exempel på hur Cecilia utnyttjar sin kunskap om elevers kunskande genom att öppna för variation av akter i förhållande till en typ av uppgifter som många elever ofta behandlar på fel sätt. Variationen består av två instanser. En där en elev troligen tillämpar ett ej legitimt symmetriresonemang som ger svaret 80 kr, och en där uppgiften löses i två steg. Först läggs 25 % till priset, därefter beräknas det slutgiltiga priset genom att ta bort 25 % av det nya totalpriset. Det korrekta svaret är 75 kr. Två akter av kunskande med kvalitativ skillnad resulterar i tillräcklig variation i aktaspekten samtidigt som objektet är invariant inom den begreppsliga zonen. Det legitima svaret tematiseras men det ej legitima tas för givet. Cecilia visar här en distinktion inom den begreppsliga zonen.

Doris

Matematik

Doris undervisar en åldersintegrerad "1-3:a" i matematik. Detta tillfälle har hon samlat eleverna som går andra året. Doris sätter sig tillsammans med fem elever på golvet i ena hörnet av klassrummet. Hon har förberett att antal olikfärgade uppsättningar med tolv kvadrater klippa i papper. På golvet ligger också ett stort stycke papper att skriva och rita på. Övriga elever i klassen arbetar med olika saker, en del läser, några ritar, andra skriver eller arbetar med matematik. Innan lektionen beskriver Doris detta för mig som ett tillfälle då hon tar reda på vad eleverna kan. "Du vill ju veta hur jag tar reda på vad eleverna kan. Nu skall jag visa ett sätt". När vi har satt oss inleder Doris med att fråga:

Doris: Vi har startat och pratat lite grann om multiplikation. ... Då jag säger multiplikation till er då vet ni inte riktigt vad jag menar. Då frågar jag nått annat istället S?

S: Gånger

Doris: Jaa gånger ... Vad är egentligen gånger ... T?

T: Plussa flera gånger.

Doris:... S?

S: Två gånger tre kanske ...

Doris: Ja

S: Man tar två, tre gånger.

Frågan om multiplikation, vad man alternativt kan säga och vad det är för något, öppnar för två olika akter av kunskande. Som upprepad addition och som " $2 \cdot 3$ ", ett konkret exempel. Därefter går man vidare, det handlar om att visualisera, "lägga" eller "visa" med hjälp av tolv kvadrater gjorda av papper. Genom att hon väljer att representera faktorerna med diskreta objekt avgränsar hon möjliga faktorer till positiva heltal. Jag har i andra sammanhang mött att man introducerar multiplikation som upprepad addition och arbetar med en tabell i taget, ettans, tvåans, treans tabell osv. Då är en av faktorerna konstant, den andra och produkten varierar. I denna episod är produkten konstant tolv och de båda faktorerna varierar samtidigt. Detta öppnar, till skillnad mot den andra varianten, för flera matematiskt korrekta svar på varje uppgift. Produkten tolv kan med positiva heltalsfaktorer uttryckas på sex olika sätt ($1 \cdot 12$, $2 \cdot 6$, $3 \cdot 4$, $4 \cdot 3$, $6 \cdot 2$ och $12 \cdot 1$).

Doris: /.../ Jag har några lappar här. Jag har räknat så det är tolv stycken. Då undrar jag om man kan visa multiplikation med dom här, på något sätt? ... N, har Du nått förslag?

N: Ska jag lägga dom?

Doris: Ja! ... [lägger korten på golvet, två rader om sex kvadrater]

Doris: Varför la Du dom på det sättet, berätta!

N: ...

Doris: Hur tänkte Du?

N: Sex plus sex

Doris: Du räknade sex plus sex?

N: Hm ...

Doris: Tänkte Du multiplikation då?

N: Neej

Doris är inte nöjd med svaret på frågan "Hur tänkte du". Det lagda mönstret kan beskrivas som en addition, men Doris vill att eleverna skall beskriva det med multiplikation. Elevens förståelse av relationen mellan multiplikation och upprepad addition tematiseras inte. I episodens inledning nämnde en elev att multiplikation kan beskrivas som upprepad addition. Multiplikationen är nu tagen för given. Vad den är tematiseras nu inte eftersom det inte som tidigare kontrasteras mot något annat, t.ex. addition, men Doris stänger för denna relation och går istället vidare och försöker få en annan elev att beskriva mönstret som en multiplikation istället.

Doris: Hm, kan man visa att detta är multiplikation då, ... och inte sex plus sex?

F: Sex gånger två

Doris: F, kan Du förklara när Du säger sex gånger två, kan Du visa mig hur du tänkte? [ohörbart] Kan du skriva där F precis som Du tänkte!

F: Sex gånger två?

Doris ger sig inte, mönstret av kvadrater skall inte beskrivas som "sex plus sex", det skall istället uttryckas som en multiplikation och den andra eleven skriver " $6 \cdot 2$ " på papperet, vilket Doris tar som legitimt.

Doris: Om jag hade tolv lappar till då? ... Tolv lappar till. Kan man visa multiplikationen på något annat sätt, multiplikationen för talet tolv? ...

En ny elev får tolv nya lappar som han plockar fram och tillbaka på golvet.

Doris: .. tror du det ryms på papperet där? Var det tolv lappar? Du kontrollräknade. Hur tänkte Du G?

G: fyra gånger tre

Doris: Fyra gånger tre! Vad är det som är fyra då?

G: ...

Doris: Fyra rader med tre rutor i varje, så tänkte Du. Det är också namn för... multiplikationsnamn för talet tolv. Hm, mera... Kan man tänka på nått annat sätt?

E1:... Man kan göra tre gånger fyra

Hur tänker Du då?

E1: fyra, tre rader...

Doris: Kan Du visa? En, två, tre rader då. Så är fyra i varje rad. Det var ett annat namn för talet tolv. Då har vi ett namn som är två gånger sex, sex gånger två, fyra gånger tre, tre gånger fyra.

Doris: Tror ni att det finns fler? ...

S: Det kanske finns en till

Doris: Ja, det finns en till! Kan Du hitta den? Vad, ... Hur tänkte Du när Du la den så? ... I en enda lång rad! ... (en rad...) En rad med tolv i, staplat såhär på varann. S?

[S mumlar ohörbart]

Doris: Du ser tolv rader. (tolv rader med en). Kan Du skriva multiplikationen här? inte på mattan.

S: tolv gånger ett

Doris: Tolv gånger ett skriver Du.

(Skriv på mattan) Haha. ... [mummel]

Doris: Jaha kan Du fler B? Kan Du lägga dom på mattan. ...

[mummel, den vart samma, kort disk]

Doris: Det blev lika som den, eller?

B: Ja

Doris: Det var multiplikationen ... ?

B: Fyra gånger tre

Doris: Eller?

B: Tre gånger fyra

E2: Om man vänder på den där?

Doris: Att man vänder den såhär?

E2: Ja [mummel]

Doris: Du kan ju titta därifrån om Du vill. Om man ser den snett såhär från diagonalen kan man få det till multiplikation då?

E2: Nej

Genom episoden finns ett invariant objekt. Det är ”multiplikationen 12” som Doris vill undersöka elevernas förståelse av. Frågan öppnar för en variation i akter av förståelse och eleverna benämner multiplikationen med $6 \cdot 2$, $4 \cdot 3$ och $12 \cdot 1$. Doris vill nu att eleverna skall generalisera över dessa olika akter och frågar:

Doris: Vad är det som gör att man kan använda multiplikation? Det måste ju vara något speciellt när man skall ha multiplikation. Det kan ju inte vara, ... se ut hur som helst. Att det är ett o två o tre o fem o åtta.

Frågan kräver att man generaliserar över de olika ”multiplikationsnamnen för tolv” och finner ett mönster. Frågan öppnar för elevernas perspektiv på likheter mellan de mönster de hittills lagt.

E: Det skall vara jämna tal.

Doris: Är det jämna tal två o fyra o sex o åtta?

E: [mumlar jakande]

Doris: Skall det va jämna tal? Vi tittar på det här då, är det jämna tal? Hur många är det i den här raden? [Doris pekar på lapparna som beskriver $3 \cdot 4$]

E: Tre

Doris: Är det ett jämnt tal?

E: hm, du kan ta en och en halv å en och en halv

Doris: Är det en och en halv och en och en halv? Hur du tänker nu förstår jag inte riktigt.

E: [ohörbart]

Doris: Om man delar tre på två stycken då får man ett och en halv?

E: ja

Doris: Alldeles riktigt, då förstår jag hur Du tänkte också!

Man har ännu inte relaterat "jämna tal" till de lagda mönstren och en elev avbryter diskussionen. Han har funnit ytterligare ett sätt att beskriva multiplikationen. Han föreslår att man kan lägga en rad med nio rutor och en rad med tre. Mönstret bryter av mot de tidigare och han beskriver det.

E: Jag har lagt nio gånger tre

Doris: Vad säger ni andra kan ni hjälpa honom? Vad har han lagt för någonting?

E: det kanske inte är gånger

Doris: Det kanske inte är gånger? Varför är inte dethär gånger?

/.../

E: Nej men man måste sätta ihop dom jämnt, det får inte fattas

Doris: Det måste vara lika?

E: ja

Nu har man kommit fram till en beskrivning som innebär att samtliga rader med lappar måste vara lika långa, eller annorlunda uttryckt, alla rader måste ha samma antal element. Eleven som föreslog nio i en rad och tre i en annan som svar på frågan öppnar för ett mönster av papperslappar som avviker mot de tidigare lagda. Här är inte alla rader lika långa. Trots att elevens svar är felaktigt får det en viktig funktion eftersom det öppnar för en variation som riktar elevernas och Doris uppmärksamhet mot innebörden i villkoret, "jämna tal", för att det skall "vara" multiplikation. Att elevens förslag är matematiskt inkorrekt är inte ett hinder för att det diskuteras på allvar och som legitimt.

Doris: Om man tänker såhär, ... man skriver såhär som S sa i början om multiplikation där kunde man ... kan du skriva det här som plus. Kan du göra det som du ser framför dig? Hur kommer du att skriva nu då?

Nu öppnar Doris för det tidigare och av eleverna nämnda sambandet mellan addition och multiplikationen som skrivs av en elev som $1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 12$ (12 st ettor)

Doris: Och det var jobbigt, eller?

E: Hm

Doris: Det var det! Men istället så skriver du då multiplikation!

E: [skriver $1 \cdot 12$]

Doris: Ett gånger tolv skrev hon! Skriver man det som multiplikation. Hur skall man skriva, skall man skriva ett gånger tolv eller skall man skriva tolv gånger ett?

E: Det spelar ingen roll.

Doris: Det spelar ingen roll, bra!

Doris släpper inte sin senaste fråga om man skall skriva $1 \cdot 12$, eller $12 \cdot 1$. Hon får olika svar, några tycker att det spelar roll andra att det inte gör det. En elev säger

E: Eh, eh varför skulle du inte fråga, det måste, det måste inte ha nån betydelse. I så fall skulle det inte va som S säger, annars skulle Du inte fråga

/.../

Doris: Men jag vet inte jag. Jag vill höra vad ni tycker, om det har nån betydelse hur man skriver. Du tycker inte det har nån betydelse.

Doris får inte, trots upprepade försök, något svar på sin fråga om det spelar någon roll om man skriver $1 \cdot 12$ eller $12 \cdot 1$. Eleverna fokuserar inte på innehållet i frågan utan tolkar den som om det finns ett rätt svar som Doris söker. För dem gäller det att tänka ut vilket svar som är rätt genom en annan typ av resonemang än ett innehållsligt. T.ex. antyder en elev att Doris inte skulle ha ställt frågan om det haft betydelse. Istället för att fråga vidare övergår Doris till att kontextualisera multiplikationen.

Doris: Hör ni, om man skall gå och köpa en sak som kostar tolv kronor ... Vad kan det vara som kostar tolv kronor, jag vet inte riktigt ...

E: En glass!

Doris: En glass som kostar tolv kronor och så säger jag att vi har inte en enda k... inte en enda krona i börsen. Då är frågan hur vi vill ha det här kronorna. Om jag vill tjäna en krona per dag, springer och gör lite ärenden. Hur många dar behöver ni vänta innan ni kan köpa dendär glassen?

E: Tolv

Doris: Tolv! Eller vill Du ha tolv kronor för ditt ärende, hur många dar får Du då vänta på att köpa din glass, ... M?

E: Noll

Doris: Har det betydelse?

Är tolv gånger ett samma som ett gånger tolv? I exemplet ovan kostar en glass 12 kr. Tjänar man en krona per ärende behöver man vänta tolv dagar på glassen. Tjänar man tolv kronor per ärende får man glassen efter en dag. (Doris reagerar inte på eleven som menar att man får sin glass efter noll dagar om man tjänar 12 kronor per dag). Resultatet i de båda beräkningarna blir identiskt, men Doris lyfter fram att innebörden av de två uttrycken är olika. Den enskilda varianten, $a \cdot b$ får sin innebörd mot bakgrund av den andra möjligheten, $b \cdot a$.

Uttrycket "jämna tal" har tre olika innebörder i episoden. Jämna tal:

- är delbara med två, t.ex. $3/2 = 1,5$
- är jämnt delbara med två, t.ex. $6/2 = 3$
- innebär lika långa rader av kort

Rummet för lärande omfattar därmed en dimension där innebörden av "jämna tal" varierar. Objektet "jämna tal" är invariant medan akten varierar. Samtliga tre akter av förståelse accepteras av Doris. Hon är inte normativ i sitt bemötande av eleverna utan försöker istället förstå vad de menar. Det är denna variation i akter av kunnande i kombination med den relaterade och invarianta objektsaspekten som medger Doris urskiljning av elevernas förståelse inom den konceptuella zonen.

Episoden visar att fokus ligger på hur eleverna förstår matematiken, inte på huruvida svaret är rätt eller fel. Kommunikationens riktning är primärt från eleverna till Doris. Hon ställer, eller riktar frågor till eleverna med syfte att få deras förståelse. Det är Doris som bestämmer "ramen" eller "situationen", men eleverna fyller diskussionen med sin förståelse av multiplikation.

Multiplikationen är tydligt i fokus och samtidigt finns en riktning mot mer generell matematik. Egenskapen kommutativitet och innebörden av jämnt tal tematiseras inom sekvensen. Man undersöker den del av den abelska gruppen $\langle \mathbb{Q}, \cdot \rangle$, där $\{a, b\} \in \mathbb{N}^+ \mid a \cdot b = 12$. Innehållet får därmed en riktning som når utanför det rådande temat. Riktningen har vertikal karaktär. Den är också horisontell eftersom Doris lyfter fram att multiplikationen kan symbolisera en situation där $a \cdot b$ har annan innebörd än $b \cdot a$ även om produkten är invariant.

Det är Doris som bestämmer aktiviteten till både form och innehåll. Syftet är att lyfta fram, eller skapa utrymme för eleverna och

deras förståelse för multiplikation. Hon verkar veta hur eleverna kommer att resonera och reagera på hennes frågor. Hon formar rummet för lärande tillsammans med eleverna, där deras förståelse lyfts fram som efter en förutbestämd plan.

Grunduppgiften "lägg multiplikationen 12" besvaras av sex olika elever, och varje delsvar ($6 + 6$, $3 \cdot 4$, $9 + 3$, $1 \cdot 12$ etc.) diskuteras eleverna och Doris emellan. I varje delsvar finns en elev i fokus, men tagna tillsammans utgör de en större enhet där flera elever kommer till tals. Samtliga elever besvarar samma utgångsfråga "Vilka multiplikationer blir tolv?", en uppgift som har flera legitima svar och därför är öppen. Här gäller det att finna samtliga. Kommutativa lagen tas inte för given utan tematiseras. Dock kontrasteras inte denna med motsvarande fall för t.ex. division eller subtraktion. Eleverna har potentiellt utrymme att lära sig av varandras sätt att resonera, därför har de här möjlighet att lära respekt för varandras sätt att tänka. Doris tar ansvar för att begränsa och öppna dimensioner i rummet för lärande. Hon tycks ha ett avgränsat syfte som fokuserar elevernas förståelse av vad multiplikation är för något.

I intervjun efter den här beskrivna interaktionen redogör jag för Doris och elevernas diskussion om det först lagda rutmönstret ($2 \cdot 6$, eller $6 + 6$) och frågar:

Jonas: En sådan sekvens där en pratar om sex plus sex och en annan pratar om två gånger sex, vad säger det dig och vad får du reda på om vad dom kan då?

Doris: Den som ser det som sex plus sex, har ju inte kommit vidare i sitt multiplikationstänkande, tycker jag. Det är ju rätt på sitt sätt, men den som kopplar det vidare att sex plus sex är två gånger sex, då har man kommit ett steg vidare, tycker jag. Det är ju inte något fel med sex plus sex heller, om han då kan vidareutveckla det.

Jonas: Han sa ju inte fyra plus åtta, utan han sa ju sex plus sex ...

Doris: Nä, utan det var ju ... Det var ju på väg, men han kanske inte hade ... han har inte knutit ihop det tillräckligt väl ännu.

Har inte kommit vidare i sitt multiplikationstänkande. För Doris är skillnaden mellan att se mönstret som "sex plus sex" respektive "två gånger sex" en art snarare än en gradskillnad. För henne innebär det ett "kvalitativt språng" att betrakta mönstret av kvadrater som $6 \cdot 2$ istället för $6 + 6$. *Inte knutit ihop det tillräckligt väl ännu* implicerar att Doris tänker sig en naturlig utvecklingsgång från upprepad addition till multiplikation och att denna elev ännu inte är färdig med denna.

Jonas: /.../ Sen frågade du dom vad det är som det gör att man kan använda multiplikation, att det måste vara något speciellt och att det inte bara kan se ut hur som helst ... då var det en elev som sa något om jämna tal. /.../ Det här med jämna tal är det som jag är nyfiken på, för det kommer tillbaka sedan och det är någon mer som säger jämna tal ...

Doris: Ja, dom ser det som är jämnt det som slutar så där, på samma ställe va ...

Jonas: Jaha, dom menar jämn högerkant och jämn vänsterkant?

Doris: Ja, precis. Det är deras språk. Jag måste ju få reda på vad dom menar med jämna tal, för vi pratar ju om jämna och udda tal, men det var inte det som killen menade, utan jag uppfattade det som att det var samma höjd på staplarna ... att dom var jämna i kanten.

Genom att inte avfärda elevens "jämna tal" som fel, utan istället fråga vad han menar öppnar hon för att *jämna tal*, inte här har samma innebörd som jämna tal i uttrycket "udda och jämna tal". Doris öppnar för elevernas perspektiv, hon betecknar inte elevens svar *Det måste vara jämna tal* som felaktigt. För henne är det eventuellt legitimt utifrån elevens perspektiv. För att undersöka detta närmare frågar hon vidare och hon utgår då från att eleven har en egen logik och söker dennes förståelse. Hon relativiserar här elevens språkhantering men inte den matematiska innebörden.

Jonas: Vad tycker du att du får reda på om vad dom kan, när ni sitter i ett sådant här samtal, som du inte kan få reda på genom en diagnos i boken?

Doris: När man sitter och pratar om matte ... i en bok sitter man ju bara själv och fyller i ... Jag tycker att man inte vet vad som finns bakom siffrorna som dom skriver. Visserligen kan dom rita och det säger mycket mer, tycker jag, men om man sitter och pratar så kan man bolla tankar och funderingar och även det som är tokigt. Det leder framåt hela tiden, till en förståelse på ett helt annat sätt. Barnen lär sig förstå andra sätt att tänka, genom att höra att andra tänker på annat sätt och det kan bli rätt ändå.

Till skillnad från att tolka elevernas svar på skriftliga uppgifter finns här en "interaktivitet", en möjlighet att ställa uppföljningsfrågor och på djupet penetrera elevernas sätt att förstå genom att *bolla tankar och funderingar*. Det ger inte bara bättre möjligheter att förstå vad eleverna förstår. Barnen lär sig också andra än sina egna sätt att förstå.

Utvärdering blir en integrerad del av undervisningen. Lärande sker i en social kontext och handlar om att tillsammans upptäcka matematik och komma överens om innebörder (Jmf "negotiation of meaning" Bauersfeld (1988)). I sekvensen har vi sett att vid första anblicken ologiska resonemang "det måste vara jämna tal för att det skall vara multiplikation" och matematiskt sätt felaktiga sätt att tänka ($9 \cdot 3 = 12$) fyller viktiga funktioner för att Doris skall få tillgång till elevernas sätt att tänka och för den vidare undervisningen. Man kan kontrastera Doris sätt att fråga med Cecilias "tysta utvärderingar". Hos Doris är det ingen skam för eleverna att visa sin förståelse, istället blir det en förutsättning inte endast för deras fortsatta lärande utan också för hennes möjligheter att påverka det. Barnens sätt att tänka tas tillvara och reduceras inte till att bokstavligt läsa av deras kunnande.

Jonas: Det är inte bara ett sätt för dig att ta reda på vad dom kan då, utan det är även ett sätt för dom att lära...

Doris: Ja, absolut.

Jonas: Dom lär sig av varandra.

Doris: Ja, så känner jag det. Vi pratar ju mycket om hemuppgifterna också och dom får redovisa hur dom har tänkt och vad dom har kommit fram till och då lär dom av varandra.

Gunillas frågeepisod på sidan xy, "omkretsen 24 cm" är av samma typ: Hur många (explicit formulering) eller snarare *vilka* (den fråga som faktiskt besvaras) rektanglar har omkretsen 12 cm? Båda Gunillas och Doris frågor är öppna och har ett begränsat antal svar. Svaren har också formen $a \cdot b$ och båda leder till problemet: $a \cdot b = b \cdot a$? I båda fall refereras också till "verkligheten" utanför skolan för att finna exempel då $a \cdot b$ inte har samma innebörd som $b \cdot a$. I båda fallen är också elevernas perspektiv, deras förståelse av innehållet centralt i rummet för lärande. Även riktningar och deras karaktär överensstämmer.

Naturorientering

Elspelet

Doris undervisar inte endast en "1-3:a" Denna lektion är hämtad från den "3-5:a" hon undervisar i naturorientering. Lektionen inleds med en diskussion om vad man arbetat med tidigare.

Doris: Nu är det såhär vi har ju hållit på att koppla. Ni har fått lampor att lysa och ni har fått ... va mer?

E: Batterier å öppna sig

Doris: Batterierna att öppna sig.

E: Vi har gjort alarm!

Doris: Det tittade vi på förra gången. Vi tittade på insidan av batterier.

E: Jag har kört el-motorer.

Doris: Vi har alltså provat oli... vi har också provat vilka saker som leder ström. Och vilka som inte gör det. Eller hur, S?

S: Hm

Doris: Va me här nu så du vet vad vi skall göra. Vi har undersökt ... vi har undersökt vilka saker som leder ström och vilka som inte leder ström.

E: Jaa

Doris: Vi har tittat på saker som isolerar, som gör att vi inte kan få ström genom kroppen när vi tar i det. De här kunskaperna ni skaffat er skall ni använda idag.

E: Vad skall vi göra?

Den inledande frågeepisoden har karaktären rekapitulation. Det som repeteras är vad de har gjort eller tittat på, det är ingen innehålls-lik repetition i termer av varför lampor lyser, eller villkor som skall vara uppfyllda för att man skall ha en sluten krets. Inte heller diskuteras vilka material som leder respektive inte leder ström. Doris frågor leder till en uppräknig av olika saker.

Avsikten med den nya aktivitet som introduceras idag är att eleverna skall tillämpa sitt kunnande om elektricitet för att göra ett spel.

Doris: Vi, ni skall idag få göra ett litet spel

Eleverna: Jaaaaa [korus]

Doris: Ett spel, ett frågespel. /.../ Då kan man tänka sig att det står en fråga här t.ex. det kan ju vara mattspel också, multiplikationstabellen eller vad det kan vara. /.../ Då står det en fråga här så. Och nästanstans finns det ett svar på den frågan. /.../ Här står det en fråga till, såhär, säg att det blir fem stycken frågor. Och sen så finns det svar någonstans. Men ett spel skall ju inte vara så att man ser svaret på en gång. Man kan skriva det där. Det kanske står där nere

E: svaret på den, osså skall man trycka på den.

Doris: Då är er uppgift att med hjälp av grejorna vi haft, lampor och sladdar och vad man nu behöver, konstruera ett spel. Så man kan prova sig fram. Det kanske är ett spel där man inte kan svaren så man måste prova sig fram vad som är det rätta svaret. Och ... då på något man kan spela det här spelet så att man ser vad som är rätt och vad som är fel. Är det någon som har några tankar om det?

E: Hur skall man göra med lamporna; jag begriper ingenting; hur skall man kunna göra det?

M: Man kan ta en vanlig lampa så den lyser om man har rätt; man tar ett batteri och två kablar och så sätter man så det går till lampan så lyser den

Doris: Det var ett förslag från M, han berättar hur han tänkte [mummel]

Doris: Är det nån som har nå funderingar, jag vet att ni har massa funderingar, men nått ni känner att ni måste veta innan ni sätter igång, och går här ifrån.

E: skall man göra ett spel på den här lilla pappersbiten (besviken)

Doris: Jag tänkte att dethär skulle bli spelet det blir inte större än så här

E: Det blir inte så stort var skall man skriva svaret?

Doris: Du får skriva litet

E: Ja men frågan då, och det måste vara två svar

Doris: Det kanske blir två frågor då. Man kan ju göra så här att man konstruera spelet först, och hur det skall vara och sen kan man göra frågor och svar, man behöver inte börja med dom

E: Nä nä

Doris: man kan ju börja i andra änden så att säga, konstruera spelet. Är det någon som har ett sånt här spel hemma

E: Nä, men jag har sett på småskolan
/.../

E: Får vi börja?

Doris: Ni får jobba tillsammans, ni har ju jobbat i grupper förut /.../

Spelet skall utformas med frågor och svar så att eleverna med hjälp av sitt kunnande om elektricitet konstruerar en "maskin" som på något sätt indikerar om svaret är rätt (eller fel). Doris ber klassen kollektivt att komma med idéer om hur man skall gå tillväga. Hon öppnar för

elevernas tankar kring hur spelet skall fungera, inte hur det skall konstrueras. I sekvensen finns två förslag på funktion. Det första uttrycker en lösning där rätt svar indikeras med en lysande lampa. Det andra förslaget innebär att varje fråga bör ha flera svarsalternativ, varav något är rätt. Dessa två förslag kommenteras mycket kortfattat av Doris.

Det finns flera tänkbara sätt att designa ett spel enligt Doris specifikation:

- En lampa som lyser när svaret är rätt, inte när det är fel.
- Två lampor, en lyser när det är rätt, en annan när det är fel.
- En lampa (eller två) för varje enskild fråga.
- Lampor kan bytas mot indikering t.ex. ringklockor

Dessa förslag är bara ett axplock bland de möjligheter som föreligger. Det finns ingen gräns på den variation som frågan potentiellt öppnar för. Den stora öppenheten begränsar möjligheten att fokusera elevers förståelse av "sluten krets" eller andra innehåll relaterat till elektricitet, eftersom deras handlingar i klassrummet måste relateras till den typ av konstruktion de tänker sig. När både akt- och objektaspekten av elevernas kunskande varierar, blir det problematiskt att urskilja deras förståelser i och om elektricitet.

Materialet eleverna har tillgång till är batterier, lampor, sladdar, gem, tejp, färdiga kartongbitar. Det finns också några ringklockor och diverse verktyg. Eleverna kommer snabbt igång med arbetet inom grupperna. Aktiviteten innebär att eleverna använder kunskande i en för många ny situation. Det gäller att bygga en konstruktion med vissa egenskaper och givet materiel. Aktiviteten ger potentiellt upphov till många möjligheter för Doris att erfara vad eleverna kan och har lärt sig.

Exempel på interaktioner under konstruktionsarbetet

E: Nu håller ni på att förstöra batteriet [en annan elev kortsluter mellan polerna]

Doris: De kanske prövar sig fram. Låt dom sköta sig själv du E. Du gör ditt du [ohörbart] men ni har prövat. Vad var det som inte gick med ert batteri?

E: Det kom ingen ström

Doris: Att få lampan att lysa eller?

E: [ohörbart] Det kom ingen ström till lampan. Skall vi känna på den?

E: Tror du man känner där om det kommer ström?

Doris: Inte konstigt då att det inte kommer ström. Kan man se det på nått sätt om det kommer?

E: Jag vet inte!

Doris: Tänk efter lite grann, vad du har för grejor framför dig. Finns det nått sätt man kan se, gör om man kan se om det leder ström? Om Du skall kolla ett batteri, ibland är ju batterierna gamla så man inte kan använda dom. Hur kan man göra det?

E: Ta en lampa; Och sätta så här, det har vi redan gjort den funkar

Doris: Det funkar.

E: Ja

Doris: Kolla om man kan få ström att leda dit då.

E: Det är det jag fortsätter nu med två till.

Doris: Hur kan man se det?

E: Det vet jag inte.

Doris frågar öppnar för att eleverna skall tillämpa sitt kunnande om elektriska kretsar och göra en felsökning på kretsen. Spelet fungerar inte och Doris försöker minska variationen genom att rikta uppmärksamheten mot en del av spelet. Hon frågar om de kontrollerat batteriet och lampan. "Kolla om man kan leda ström dit då", säger hon och pekar på en del av konstruktionen. Nästa grupp har svårt att fästa sladdar, batterier och lampor så att de får god elektrisk kontakt.

Doris: Har ni tänkt använda er av de här?

E: Ja

Doris: Också skall ni på nått sätt få... Hur funkar detta?

E: Jag vet inte, det var han som kom på det här, jag kom på att sätta en röd, och sen så kom han på de där.

Doris: Är det bra med tejp? Kan man göra på nått annat sätt?

E: [eleven lindar fast trådändan istället]

Doris: Det är ingen dum ide, försök att linda det runt istället.

Det kan vara fler skäl att en konstruktion inte fungerar som eleverna avsett. Fungerar batterierna, är det elektrisk kontakt mellan olika delar? Är det kortslutning någonstans där det inte skall vara det? Komplexiteten och mängden öppna dimensioner gör det svårt att avgränsa elevernas problem på ett effektivt sätt. Doris har svårt att

söka reda i elevernas sladdhärvor. Mångfalden dimensioner i uppgiften och därmed rummets öppna karaktär gör det svårt både för Doris och eleverna att urskilja kritiska dimensioner. En del av interaktionen handlar också om de frågor som skall finnas på spelen.

E: Leder ett papper ström?

E: ha; det får inte vara ja och nej frågor

E: det skall jag ha

E: Doris det kan väl inte va ja och nej frågor eller?

Doris: Det tycker jag inte, jag tycker att man kan hitta på andra. Har ni fått kontakt?

E: ja, titta här då

Doris: Så du har liksom bara en fråga och ett svar du eller?

E: ja, jag gjorde en sån bara för att testa

Doris: Det är ganska enkelt, du kan inte konstruera så att du har två frågor?

E: jorå, kan flera; annars blir det jättenkelt; Kan du hämta en lampa då; det står i kartongen där

En grupp upptäcker att spelet inte fungerar som de önskar.

E1: Det lyser även om de har fel!

E2: Gör det?

E1: Ja. Kolla här nu: Vad heter en cykelgenerator, så står det här pellepalle; ja det är rätt!; eller så står det här: ja det är en dynamo; rätt det med!; Men det skall ja va en fråga till; ja men de kan ju välja vilken som helst! ... Vad heter Kalle Bildt i förnamn? Vart ligger Sverige?

Doris går inte in och diskuterar ledningsdragningar i enskilda spel. Eleverna lämnas åt sig själva när det gäller att göra kopplingar. Det är för övrigt väldigt svårt eftersom de flesta spel är en härva av sladdar och det är mycket svårt att följa. Jag behöver uppbåda all min vana att följa sladdhärvor, men har svårt att reda ut logiken (trots att jag är el-teleingenjör) och finna elektriskt sett ekvivalenta men enklare kopplingar. Doris är i praktiken tvungen att anta utgångspunkten att antingen fungerar spelet och då har eleverna gjort rätt. Om inte är det fel kopplat. Hon ställer frågor till eleverna för att rikta deras uppmärksamhet mot hur de kan kontrollera om materialet fungerar.

Doris introducerar aktiviteten och eleverna arbetar självständigt med att finna konstruktioner som uppfyller hennes specifikationer. Det är eleverna som fyller episoden med innehåll i form av sina konstruktioner. Den innehållsliga riktningen är ändå otydlig, det finns inget som riktas, eller så mycket som riktas åt många olika håll. I intervjun menar Doris att:

Doris: Jag ville att dom ska kunna angripa problemet och hitta lösningar, som kanske inte jag hade tänkt mig. /.../ När jag gick runt tipsade jag dom inte, utan jag bara försökte ställa frågor till dom. Jag vill att dom ska få igång tankeprocessen och hitta egna lösningar. Det ska genomsyra all undervisning. Man ska inte få allt serverat, utan man ska använda den kapacitet man själv har. Jag inbillar mig att den kunskap dom behöver när dom slutar här, att det är sådan kunskap, att kunna lösa problem och utvecklas och inte bara få panik och känna att man inte klarar av det, utan ha känslan av att "Det här grejar jag."

Det deklarerade innehållet elektricitet, att få lampor att lysa finns inte i begreppslig mening. Eleverna får och försöker lösa andra problem, ofta av mekanisk karaktär, som t.ex. hur olika saker skall fästas vid varandra. De får också problem beträffande de frågor spelet skall ha. Vad skall de fråga om? Episoden blir till stora delar "innehållslös", den handlar om så generella saker (problemlösning, lita till sig själv ...) att elläran kommer i bakgrunden. Elevernas förståelse av innebörden i begreppet "sluten krets" blir ej tematiserat. Vare sig i interaktionen inom grupperna, eller tillsammans med Doris.

Jonas: Varför är det här med lampor och ström så viktigt?

Doris: Varför det är viktigt?

Jonas: Ja, varför gör ni det?

Doris: För att vi ska syssla med det och det är ju viktigt. Elektricitet måste man ju...

Doris nämner inte elevernas förståelse av elektricitet. När jag försöker föra in samtalet på "lampor och ström" och varför det är en viktig del, kommenterar Doris med att det är viktigt och att man måste syssla med det. Det hon istället lyfter fram i intervjun är icke innehållsrelaterat lärande. Generella förmågor som att lösa problem, eleverna skall utvecklas och de skall få ökat självförtroende. Möjligen menar Doris att hon kan få ledtrådar angående dessa förmågor genom att betrakta aktiviteten i klassrummet.

I intervjun talar Doris om olika hinder för undervisningen. Hon nämner organisation av grupper, brist på material och sitt eget kunnande.

Doris: Den gruppen som höll på med lamporna, en del var treor, en del fyror och en del femmor och en del var ju treor och femmor ihop eller hur det nu såg ut och några är ju jätteduktiga på det här och man önskar ju att man kunde dela upp dom, så att man skulle ge dom möjligheter att verkligen jobba på med det och jag känner också att ... Vi pratar om allihop på skolan och att vi ska skaffa större förutsättningar för dom som kan då, så att dom kan gå vidare ... Nu känner jag att ... dels är det min egen okunskap och sedan skulle vi behöva lite mer materiel, motorer och sådant, så man skulle kunna konstruera egna saker här.

Det verkar inte finnas några explicita mål i termer av begreppsligt kunnande om elektricitet. Aktiviteten, problemlösningen och konstruktionen och känslan av självförtroende eller självtillit utgör figur för Doris medan elläran är det underordnade sammanhang mot vilken denna figur framträder. Eleverna lägger ned mycket tid på hur man skall gå tillväga för att fästa sladdar, lampor och batterier. Det är svårt för dem att få god elektrisk kontakt mellan de olika komponenterna med det material de har till förfogande. Den tekniska lösningen på mekaniska problem blir fokus på bekostnad av det eltekniska innehållet. Eleverna arbetar också mycket med att fundera på vilka frågor som skall finnas i spelet och hur dessa skall se ut.

Å ena sidan kan man se spelet som en öppen och elevcentrerad aktivitet som ger utrymme för Doris att förstå elevernas sätt att lösa problem och sätt att ta sig an en komplex uppgift. Å andra sidan ger den mycket begränsade möjligheter att förstå kvaliteter i elevernas förståelse av t.ex. villkoren för att få en lampa att lysa eller andra elektricitetsbegrepp. I denna begreppsliga mening är Doris här inte fokuserad på innehåll i elevernas kunnande. I intervjun talar hon inte heller om elevernas förståelse av elläran.

Episoden med "el-spelet" påminner mycket om Gunillas arbete med vinterekologi, "tittskåpen" som redovisas längre fram. I båda fall hamnar innehållet i bakgrunden. Figuren utgörs av grupparbete, ett sätt att arbeta och i någon mån konstruktionsarbete. I båda dessa episoder är eleverna mycket aktiva, "det ser bra ut". I båda fall är resultatet en materiell produkt, en artefakt snarare än utvecklande av särskilda sätt att se på innehåll.

Sammanfattning Doris

Elspelet

Elevernas invarianta objekt: Ingående frågors formulering (stoff), Spelets mekaniska konstruktion (färdighet), Inte dess "elektriska" konstruktion, eller "elektricitet" inom den begreppsliga zonen.

Akter som varierar: Akter av konstruktion (färdighet) Akter av frågeformulering (stoff)

Eleverna har svårigheter att fästa sladdar, lampor och batterier så att de får god elektrisk kontakt mellan de olika delarna. De påkallar Doris uppmärksamhet när de vill ha hjälp med detta och när de vill att hon skall se om de har kopplat fel när spelet inte fungerar som de tänkt sig. Eftersom orsaken till fel funktion kan bero på så många olika saker kan Doris omöjliggen urskilja deras sätt att förstå t.ex. "sluten krets", "isolator" eller "elektrisk kontakt". Det finns inga invarianta objekt inom den begreppsliga zonen eftersom komplexiteten i elevernas kopplingar är för stor.

Multiplikation

Elevernas invarianta objekt:

- multiplikation (både som stoff och begrepp)
- jämna tal (begrepp)
- redovisa och argumentera för sina åsikter, lyssna på och respektera andra (färdighet)

Akter som varierar: Variation inom samtliga zoner

Episoden öppnar för interaktion kring flera invarianta objekt. Elevernas akter av kunnande tillåts variera inom stoffzonen ($2 \cdot 6$, $12 \cdot 1$, $9 \cdot 3$, $6 + 6$) och Doris har här möjligheter att göra distinktioner i termer av legitimt ej legitimt svar inom denna zon.

I episoden förekommer det två invarianta objekt i den konceptuella zonen: "Jämna tal" och "Multiplikation". Flera innebörder, och därmed flera akter av kunnande i relation till "jämna tal" uttrycks i episoden.. Doris frågor öppnar för eleverna sätt att förstå "det måste vara jämna tal" som villkor för att behandlade ruttmönster kan beskrivas med en multiplikation. Doris kan också fokusera elevernas argumentation och respekt för varandras sätt att tala och förstå vad multiplikation är och villkoren för att det skall kunna illustreras med ruttmönster. Detta objekt finns i den proceduriella zonen.

Elisabet

Matematik

Eleverna i hennes åldersintegrerade "trefemman" räknar i sina böcker två och två eller fyra och fyra som de sitter i klassrummet. Elisabet gör inledningsvis ingen särskild genomgång, utan eleverna sätter igång och arbetar på de ställen i boken där de är. Eleverna påkallar Elisabets uppmärksamhet genom att räkna upp handen och/eller ropa på henne.

En elev (skolår tre) som Elisabet besöker under observationen beräknar $63 - 54$ med en algoritm. Han räknar $4 - 3$ istället för att växla och får då resultat 11. I intervjun frågar jag Elisabet om detta.

Elisabet: Det här brukar för dom flesta sitta när dom kommer till mig i fyran annars, om man säger så. Jag har inte hittat någon bra modell för att samla fel för genomgångar. Någon gång har en lågstadielärare haft genomgångar i exempelvis subtraktioner för dom...

Jonas: Vad säger ett sådant fel dig?

Elisabet: Det säger mig att han förstår inte. Han förstår inte vad det är han gör. Han kanske till och med förstod att svaret blir fel och om han hade gjort det i huvudet, så hade han klarat det. Dom är duktiga i huvudräkning, men däremot kunde han nog inte själva metoden för att ställa upp det.

Elisabet säger sig ovan vid denna typ av fel. Eleverna brukar inte räkna på detta sätt. Hon menar att eleven antagligen vet att han räknar fel och inser att svaret borde bli nio, men att problemet är att eleven inte kan relatera algoritmens svar till det svar han fått om han räknat i huvudet. Enligt Elisabet består elevens svårighet i att han inte behärskar tekniken eller metoden att beräkna algoritmen.

Ungefär mitt i lektionen låter Elisabet en elev gå fram och lösa en uppgift på tavlan. Hon utför multiplikationen: $5 \cdot 113$ genom att bokföra delberäkningar i en standardalgoritm. När eleven bokför $5 \cdot 3 = 15$ förväxlar hon entals- och tiotalssiffran när hon skriver upp minnessiffran. I intervjun kommenteras detta:

Elisabet: Ja, det är ju typiskt för treorna har ju inte gått igenom det här. Jag försöker helt enkelt lära dom att man sätter den första siffran... Jag säger att den första siffran är den andra siffran där nere...

Jonas: Med minnessiffran och resultat.

- Elisabet: Ja, det är ju ett problem som dom har även i addition och subtraktion, att dom kastar om entalssiffran och tiotalssiffran.
- Jonas: Vad säger dig sådana fel om vad dom kan och hur dom förstår multiplikation?
- Elisabet: Det här förstår dom ju inte. Det tror jag är väldigt få som förstår, vad det är man egentligen gör där, om man inte förklarar... Jag gick nog hela grundskolan, innan jag fattade vad det var man gjorde. Jag kunde bara en metod att räkna.

Samma beräkning utförs också genom att Elisabet beräknar $5 \cdot 113$ genom "skriftlig huvudräkning". Beräkningen av $5 \cdot 113$ har nu gjorts på två sätt, dels i standardalgoritmen, och dels genom att dela upp 113 i hundratal, tiotal och ental och multiplicera med fem var för sig för att därefter utföra en addition ($5 \cdot 113 = 500 + 50 + 15 = 575$). Vi har här en situation där två akter av multiplikation är relaterade till samma objekt ($5 \cdot 113$). Relationen mellan dessa båda akter tematiseras inte annat än att Elisabet säger att resultatet blir detsamma. Jag frågar Elisabet i intervjun om hennes genomgång:

- Jonas: Kan du berätta vad du hade för idéer eller syften eller vad du tänkte med den genomgången?
- Elisabet: Syftet är att förklara hur man på ett enkelt sätt kan räkna i huvudet... Sådana bra modeller för huvudräkning, som inte jag själv hade tänkt på innan vi fick denna boken... Det här var ett exempel att man multiplicerar med entalet först och svaret blir entalet och så gjorde vi det och sen multiplicerade vi med tioalet...
- Jonas: Tvärtom va? Du tog väl hundratalet först? (Nä) Jo, det gjorde du... 500 plus... 50.
- Elisabet: Ja, det gjorde jag ja... Det spelar ju ingen roll egentligen, men tanken är ju att dom inte ska skriva upp det, utan att det ska vara huvudräkning. Då kan man ju tänka sig att det är bättre med entalet först, för det är ju mindre siffror. Men här tog jag nog hundratalet först och sen tioalet och sen entalet.
- /.../
- Jonas: När du gjorde detta, så hjälpte du barnen, för du pratade om fem gånger 113 och du frågade först vad fem gånger 100 är...
- Elisabet: Ja, delade vi inte upp talet först i hundratal och ental? Det kanske jag inte gjorde. Ibland gör jag det.
- Jonas: Om jag minns rätt så gjorde du kanske det... Du skrev inte upp det, men du sa siffrorna... Dom här frågorna du ställde till

barnen, till exempel när du frågade vad fem gånger 100 är... och så skrev du ner svaret och sen frågade du vad fem gånger tio är... Den här dialogen med frågor och svar, vad har den för funktion? Varför gör du så?

Elisabet: Det är för att man inte bara ska berätta själv, utan man gör det via frågor.

Jonas: Får du reda på någonting av elevernas svar?

Elisabet: Som jag inte vet? (Ja) Nä, men jag ser ju hur många som är aktiva, genom hur många händer som är uppe och hur många som kan det och hur många som är engagerade.

Genom att bryta ner huvudfrågan i mindre delar och ställa delfrågor menar Elisabet att hon inte behöver vara den enda som är aktiv. Genom delfrågorna varierar hon den som talar och kan på så sätt se om eleverna är aktiva och engagerade. Syftet är inte att eleverna skall bidra med sin förståelse.

Jonas: /.../ Du pratade om dom här två olika sätten och sa att... Du menade att det var viktigt att dom kunde båda sätten och att det inte bara räcker med det ena. Varför tycker du det?

Elisabet: Det är ju en fördel om man ska räkna med tvåsiffriga... om man har två siffror i en faktor så är det ju viktigt att man kan uppställningen, för det är ju en grund för att kunna utveckla och räkna större tal.

Jonas: 51 gånger 113 är inte så himla lätt att räkna...

Elisabet: Ja, det går ju, men det är svårt att ta det i huvudet, men många skulle säkert försöka. Dom får ändå känna till det andra sättet, för sen kan dom ju få välja och dom får väldigt ofta välja själva vilken metod dom vill använda sig av och jag tycker att uppställningen är en grund för att kunna gå vidare.

/.../

Jonas: Du frågade dom också vilken metod dom föredrar och dom svarade nästan allihop att dom tyckte den första metoden.

Elisabet: Det här är bara krångligt att hålla ordning på var man ska ställa alla siffror, men i det första förstår dom vad dom gör.

Elisabet menar att beräkningen där man delar upp ena faktorn, utför multiplikationen stegvis utan att använda standardalgoritmen är det sätt som eleverna har lättast att förstå och använda. Hon vill dock att de skall behärska även standardalgoritmen eftersom den är att föredra när båda faktorerna är mer än tvåsiffriga. (Jämför Cecilia som också

föredrar standardsättet att göra procentberäkningar, dock utan att motivera varför).

I både subtraktions- och multiplikationsexemplet skiljer Elisabet på den konceptuella aspekten av beräkningen och det proceduriella genomförandet. I båda fallen menar hon att elevernas svårigheter består i att relatera tekniken till deras förståelse av subtraktion respektive multiplikation. Elisabet menar att de vet vad multiplikation och subtraktion är. De vet även vad svaret på uppgifterna borde bli. Den algoritmiska beräkningen kan ses som om den har flera aspekter. En konceptuell. Hur operationen förstås, "vad är" multiplikation eller subtraktion? En annan aspekt är den tekniska beräkningen, eller om man så vill hur delmoment i operationen bokförs. Elisabet visar i dessa exempel att hon uppmärksammar båda dessa aspekter. Vidare menar hon att eleverna i exemplen inte relaterar dessa aspekter till varandra. Annorlunda uttryckt: eleverna fokuserar båda aspekterna men inte simultant. Den begreppsliga bakgrunden till operationerna är klar för eleverna (de kan och förstår subtraktion och multiplikation) menar Elisabet, men när beräkningen skall operationaliseras i algoritmen klarar inte eleverna att samtidigt fokusera båda dessa aspekter. Både den begreppsliga och den operationella.

Jag frågar Elisabet om vad det är blir för skillnad på elevernas kunskande när de blir äldre.

Jonas: Det är någon sorts stegring (3:an till 5:an) där då, men vad ligger i den här stegringen?

Elisabet: Det är ju algoritmerna, att man räknar ut, med tvåsiffriga tal för femmorna, medan fyorna lär sig mer ensiffrig multiplikation utan minnessiffra och sen med minnessiffra. Det är det som är skillnaden. Dom jobbar på i böckerna och jag tycker att dom lär sig bra på det sättet, men när fyorna har jobbat med den här boken i ett år och nästa år när dom kommer tillbaka, när dom ska börja femman, så gör vi en liten fördiagnos, för att se efter vad dom har kvar för kunskaper och om dom har glömt en del under sommaren... Det har dom ju gjort och därför gör vi ett förtest, för att se om dom kan och om dom kommer ihåg och då tittar jag på det och så vet jag vad dom har missat och då får jag repetera det innan vi går vidare i femmans bok. På så sätt kollar vi ju av vad dom behärskar och vad dom kommer ihåg då...

När det gäller multiplikation och skillnader över årskurser berättar Elisabeth om algoritmer och hur dessa blir svårare genom att antalet faktorer ökar och att beräkningar med minnessiffror kommer senare.

Jonas: Var det här en typisk mattelektion?

Elisabet: Ja, det var precis typiskt, för jag hade ju faktiskt bestämt att det skulle vara en mattelektion och vi gjorde precis som vi brukar med matten.

Det finns en tydlig riktning från Elisabet (och läroboken) till eleverna. Det är hon som fyller lektionen med innehåll och hennes frågor till eleverna har som syfte att kontrollera om de kan använda matematiken på ett avsett sätt.

De frågor som ställs pekar mot stoffet självt. Elisabet gör ansatser att förklara att de två olika sätten att beräkna $5 \cdot 113$ är likvärdiga men det blir en ytlig förklaring i den mening att hon inte öppnar för djupare relationer än att svaren blir identiska.

Det rum för lärande som spänns upp omfattar tillämpning av algoritmer. Elisabet öppnar därmed ett rum för eget lärande som innebär att hon har möjlighet att se om eleverna tillämpar legitima sätt att räkna. Hon tolkar vid åtminstone två tillfällen elevers fel som om de reflekterar elevens brist på förståelse att relatera två aspekter, den beräkningstekniska och den begreppsliga, till varandra.

Vad gör det möjligt för Elisabet att urskilja dessa båda aspekter och bristen på relation dem emellan? Jag menar att det till stora delar möjliggörs av aspekter som ligger utanför mitt empiriska material. Elisabet har kunskap om sina elever och deras sätt att räkna och förstå som inte kommer till uttryck i mina data. Hon tolkar eleverna på ett mer differentierat sätt än t.ex. Cecilia. Hon konstaterar inte endast att svaret blir fel. Hon urskiljer olika aspekter av elevernas kunnande och relaterar sättet att räkna till en av dessa, bokföringstekniken.

Naturorientering

No-verkstad

Lektionen omfattar två olika aktiviteter och ingår i en försöksverksamhet med alltifrån förskoleelever till femmor i samma klassrum. Elisabet inleder med att fråga eleverna om de kommer ihåg vad de gjorde förra gången. En av eleverna berättar om hur de öppnade fiskar och tittade på det som fanns inuti. Jag frågar henne om detta i intervjun.

Jonas: /.../ Sen frågade du dom också om dom kom ihåg vad dom lärde sig förra gången och då var det en som svarade "Vi lärde oss att öppna fiskar förra gången." Och så var det en som sa att

dom lärde sig mycket... Brukar du börja så här på det sättet att knyta bakåt och fråga?

Elisabet: Ja, jag knyter ofta bakåt. Det kan vara långt bakåt också och jag försöker knyta ihop det som dom har lärt sig, för allt hänger ju ihop och därför försöker jag få dom att tänka på det dom har lärt sig för att gå framåt. Jag sa att jag skulle köpa akvariefiskar... så vi skulle ju nu gå vidare med fiskar, men det var inte riktigt sant det jag sa... (Vad hade du sagt?) Att jag skulle köpa en akvariefisk, utan det var ju mer... (Ja, okej) Det försöker jag ofta göra och just det att koppla tillbaka och se vad dom kommer ihåg och diskussionerna man har haft.

Jonas: Vad är det du kopplar tillbaka till?

Elisabet: Det kan vara vad som helst inom ämnet, som dom kan få tillbaka minne av, för då ser man ju att dom kommer ihåg väldigt mycket. Man kan börja ett nytt arbetsår genom att koppla tillbaka och man kommer in på vad man gjorde då och då och vad som hände då och man försöker utveckla det som man har gjort tidigare.

Jonas: Du knöt tillbaka till det här med fiskarna... Vi pratade förut om att se sammanhang och så, har det någon relation till den här kopplingen som du gör bakåt?

Elisabet: [Suckar] Ja, på ett sätt har det, det, men jag kan inte riktigt beskriva hur.

Återkopplingen är inte av innehållslig karaktär. Förut har elevgruppen arbetat med havet och fiskar. Här blir övergången, fiskar – akvarium – vatten. Det sammanhållande temat är vatten men återkopplingen ligger inte på ett innehållsligt plan utan på ett tematiskt plan.

De två uppgifterna eleverna får är:

1. Eleverna skall med hjälp av modellera göra en båt som har sådan form att den kan bära så många gem som möjligt.
2. Eleverna skall med hjälp av en hävert byta en fjärdedel av vattnet i en skål som sägs symbolisera ett akvarium.

Elisabet: Nu får ni lyssna på mig! Nu får varje grupp en bit lera av mig. Och först skall ni känna på den och gissa om den flyter eller inte. (A: Den sjunker) Men A, det kan inte Du veta det är en särskild sorts lera [upprörd]! Den som går i femman i varje grupp frågar de andra säkert, så man vet säkert om den flyter eller ej.

E: den flyter inte

Elisabet: Kan man få den att flyta?

Elisabet tycks irriterad för att en elev nämner det rätta svaret på frågan. Leran sjunker, men hon tycks vilja att eleverna upptäcker detta själva och inte att någon säger hur det är. Frågan skall öppna för egna undersökningar. Det är de egna undersökningarna som hon vill skall vara elevernas fokus, inte det korrekta svaret.

Eleverna arbetar i grupp. Det är Elisabet som gjort gruppindelningen så att variationen i ålder skall återspeglas i varje grupp så långt det är möjligt. Först får eleverna pröva om leran flyter. Samtliga grupper inser snabbt att den sjunker och kan också relativt snabbt forma lerklumpen som en skål eller en båt och på så sätt få den att flyta. Eleverna för anteckningar om sitt arbete som Elisabet samlar in. En grupp har inte räknat antalet gem och Elisabet frågar de andra grupperna. Ingen grupp svarar jakande.

Ett rum för lärande växer fram. I rummet finns flera potentiella dimensioner av variation inom den begreppsliga zonen. Till exempel varierar flera aspekter av båtarnas form. Grupperna fick ungefär lika stora lerklumpar men deras båtar blir olika. Några är långa och smala som kanoter medan andra ser mer ut som skålar, lika långa som breda. Relingarnas tjocklek och bredd varierar och de kan fyllas med olika många gem innan de sjunker. Någon grupp prövar ett par båtar med olika form. De konstaterar att den ena bar fler gem än den andra, utan att diskutera varför.

Elisabet gör inga ansatser att lyfta fram och tematisera de möjligheter som rummet öppnar. Det förs ingen gemensam diskussion och Elisabet ställer inga frågor som öppnar för elevernas syn på likheter och skillnader mellan olika båtar och deras bärförmåga. Hon skulle t.ex. kunna fråga om båtens längd eller bredd spelar någon roll eller hur relingarnas höjd påverkar maximalt antal gem båten kan bära. Elisabet går runt bland grupperna i klassrummet. I intervjun frågar jag henne vad hon pratar med eleverna om.

Jonas: När du gick runt och pratade och tittade på vad dom gjorde, vad är det du tittar efter eller frågar om?

Elisabet: Ja, jag ser ju vad dom gör och funderar om jag kan få dom att komma på... Dom fick ju i uppdrag att få den att flyta och då ska dom fundera ut hur dom kan få den att flyta och om man kan tänka på någonting, som flyter i verkligheten... som dom kan forma det till. Jag försöker få dom att koppla till verklighe-

ten. Vissa saker flyter i vatten och då kan dom tänka på det och dom kopplar ju det till båtar, det gör dom ju.

Jonas: Ja, dom gjorde ju båtar ganska snart.

Elisabet: Ja, det har dom gjort varje gång.

Elisabet ser att eleverna kopplar lerbåtens geometriska form eller ytliga form till något likformat som flyter. En flicka formar sin lera som en träbit:

Elisabet: Det var en annan liten flicka som hade gjort den helt platt och hon var helt säker på att den skulle flyta, men så sjönk den och du frågade jag om hon tänkte på något annat och hon svarade "Ja, en träbit"

Jonas: Så flytförmågan ligger i formen då, på något sätt.

Elisabet: Mm...

/.../

Jonas: Du frågade i någon grupp: "Varför flyter den inte?" när dom hade gjort det här första om klumpen flöt eller inte... så frågade du varför den inte flöt och då var det en i den gruppen som svarade "Det finns ingen luft inuti."

Elisabet: Ja, just det. Det stämmer ja.

Jonas: Vad säger ett sådant svar dig?

Elisabet: Den eleven har erfarenhet av något, förstås, som... av saker som flyter då kanske... En boj som flyter eller något liknande.

Jonas: Du tror att han anknyter till något konkret.

Elisabet: Ja, det tror jag att han gör.

/.../

Jonas: Sedan nästa steg fick dom nya frågor av dig och det var någon grupp som sänkte sin båt där och det var en liten kille som svarade att det kom vatten in i båten. Vad säger du om ett sådant svar?

Jonas: Jaa... Det är ju också kopplat till tidigare erfarenheter, förstås, hos honom då, att om det kommer in vatten, så sjunker båten.

/.../

Elisabets förståelse av elevernas förståelse innebär att hon menar att eleverna har konkreta erfarenheter av föremål med liknande form. En boj eller en träbit som flyter. Jag tolkar henne som om hon menar

att eleverna tror att flytförmågan ligger i den yttre formen. Detta bekräftas senare för henne när eleverna börjar forma leran som båtar.

Elisabets fokus är på elevernas konkreta erfarenheter av vad som flyter, en båt, en träbit eller en boj. Hon kopplar eleverna handlingar och resonemang som uttryck för deras erfarenheter av vardagen, inte i relation till deras begreppsliga förståelse om varför föremål flyter. Ett annat fokus är elevernas sätt att undersöka, pröva på nya saker samt deras nyfikenhet.

Jonas: Om vi tar det här med modelleran och det först... Kan du berätta först kort om vad du hade för idéer med det här försöket, eller experimentet eller problemet som dom fick utav dig?

Elisabet: Tanken är ju att det ska handla om vatten. Det är ju grunden för allting, att dom ska jobba med vatten på olika sätt.

Jonas: Jaha, det är det som är kopplingen till temat om fiskar.

Elisabet: Ja, det handlar alltså om havet och allting går på tema havet... Här var det ju båtar, barkbåtar i skapargruppen då och så var det segelfartyg och så var det då den här modellera-båten hos mig och det var den övning som alla grupper som kom till mig gjorde och det var spännande att se vad dom hade för idéer om den här modellen. Först fick dom i uppgift att säga om den flöt eller inte och det var ju blandat. Några trodde att den flyter och några trodde att den sjunker och många sa att det är modelleran som sjunker, men jag sa att detta var en speciell sorts modellera.

Aktiviteten öppnar för fundamentala och svåra frågor kring densitet och bärkraft. Elisabet och eleverna endast nuddar vid problemens kärna. Densitet och flytkraft är komplext och svårt att förstå (se t.ex. Lybeck, 1981). Något djupare kunnande om eleverna kunnande är det svårt att få tillgång till för Elisabet. Därför kommer istället elevernas nyfikenhet, glädje och intresse i fokus.

Elisabet: /.../ Dom skulle ju försöka ändra formen på båten, så...

Jonas: Ja, det var ju nästa uppgift...

Elisabet: Då började dom ju tänka och så kom dom fram till att det var möjligt, för det kom alla fram till, tror jag, att det var båtens form som gjorde att den flöt. När vi jobbar med sexorna, har vi ofta sammanfattningar och teoretiska förklaringar, men jag tycker inte det hör hemma här, utan här handlar det om att väcka nyfikenhet och intresse och upptäckarglädje och lust att undersöka och pröva sig fram och det gjorde dom ju verkligen.

Man såg ju att sexåringarna var nästan bäst på att pröva sig fram, tyckte jag.

/.../

Jonas: Den här teoretiska förklaringen då?

Elisabet: Den är ju viktig högre upp, om man säger så, i sexan eller i femman och sexan. Jag tyckte det var svårt att sammanfatta det med någon mer teoretisk förklaring här, för man visste att även i sexan var alla så olika. En del kanske förstod precis, men andra förstod inte, eftersom dom är i olika steg av utvecklingen.

Här uttrycker Elisabet att hennes fokus är på elevernas glädje och intresse. Den förståelse (av flytkraft) som hennes fråga öppnar för är inget hon nämner i intervjun. Min tolkning är därför att hon inte fokuserar eleverna förståelse. Den är något som eventuellt blir aktuellt i högre årskurser men inte nu.

Akter varierar (eleverna gör olikformade båtar som bär olika antal gem). Objektet är invariant (lerbåten). Elisabet har möjlighet att urskilja akter och objekt sammanhållet, men hon tematiserar inte sambandet mellan båtarnas form och antalet gem de bär. Hennes frågor fokuserar inte detta latenta samband. Istället tolkar Elisabet eleverna som om de relaterar den yttre formen på sina båtar till andra saker som flyter.

Byta vatten i akvarium

Elisabet: Hur skall man få ut en fjärdedel av vattnet. /.../ Du kan inte hälla ut det. Guldfisken är ju i!

Elevernas uppgift är att byta en fjärdedel av vattnet i en rundbottnad skål, utan att först hälla ut vattnet och mäta hur mycket det är (det finns därför en tänkt guldfisk i skålen). Tre fjärdedelar av det gamla vattnet skall vara kvar i skålen. Elisabet introducerade uppgiften genom att visa för eleverna att en fjärdedel av vattnet i klassrummets akvarium motsvarade en fjärdedel av höjden. Akvariet är format som ett rätklock och elevernas runda skålar innebär därför en annorlunda uppgift för eleverna. I intervjun frågar jag Elisabet vilka mål hon har med aktiviteten.

Elisabet: Jag var väldigt nyfiken på att se hur dom skulle lösa problemet och hur dom skulle... Jag var egentligen mest nyfiken själv på att se hur dom skulle arbeta med det... Några speciella mål hade jag nog inte satt upp innan. Jag tänkte ju att dom skulle

upptäcka då hur en hävert fungerar, för det är en kul upptäckt, som man kan få nytta av senare i livet.

Jonas: Det är inga enkla grejer du börjar med, för en hävert är inte så lätt...

Elisabet: Nä, inte om man ska förklara i alla fall, men det gjorde jag inte, utan här var bara själva upptäckten då och sen ville jag se hur dom resonerade och vem som ledde jobbet och det var ju femmorna till stor del.

Elisabet vill att eleverna skall lära sig använda en hävert. Hon tycks förvänta sig att de skall upptäcka hur den fungerar helt på egen hand. Eleverna har svårt med uppgiften. Deras skålar har sådan form att de inte på ett enkelt sätt kan beräkna eller uppskatta volymen. De kan inte heller hålla ut vattnet och mäta hur mycket skålen rymmer. Då får den tänkta guldfisken inget att simma i.

I en grupp finns en elev som med linjal och måttband mäter skålens vattendjup och dess omkrets nedtill och upp till. Jag tror att han försöker uppskatta volymen genom att multiplicera vattendjupet med den genomsnittliga tvärsnittsarean. Han försöker förklara för de andra i gruppen. När de inte förstår försöker han förklara för Elisabet hur han tänker gå tillväga. Elisabet berättar om denna sekvens i intervjun:

Elisabet: Då kom jag att tänka på en dag, när det var en pojke som skulle koka Oboj till allihop på eftermiddagen och så frågade någon "Räcker det till allihop?" och han svarade "Ja" och stoppade i en sked i mitten av kastrullen och mätte och sa "Det är ju så här mycket." Han tyckte att man kunde mäta så och dom gjorde likadant här på övningen och det enda jag kan tänka mig att det kommer ifrån är ju dom här regnvattenmätarna. Det är ju ett samband mellan pinnen och behållaren så att säga, men det hade dom inte klart för sig här, utan dom bara mätte med fingret eller ett måttband.

Jonas: Jag tror i och för sig att det var en kille som var inne på det där för han mätte både omkretsen där nere och där uppe och han tänkte sig ta något mittemellan tänkte jag mig, men jag är inte säker.

Elisabet: Det gjorde han säkert. Man kunde ha utvecklat hans resonemang där...

Jonas: Ja, han gav upp till slut, för han tyckte inte att det var roligt när ingen förstod vad han menade.

Elisabet: Han är duktig. Hade han jobbat med några andra, kanske dom hade kunnat... Dom kanske inte hade löst det, men vi hade kunnat få en modell och det är ju sådana tankar man vill väcka hos dom... Det var intressant...

Eleven ovan fokuserar både mängden vatten som skall bytas och att tre fjärdedelar av det ursprungliga vattnet skall vara kvar i skålen. Han försöker finna ett sätt att beräkna höjden då en fjärdedel av vattnet är urtappat. Varken hans klasskamrater eller Elisabet tycks se vad det är han försöker åstadkomma.

En annan grupp bryter helt sonika mot förutsättningarna och mäter mängden vatten med ett litermått. De tömmer vattnet i vasken och när de fått den totala mängden beräknar de tre fjärdedelar och fyller skålen med nytt vatten från kranen. Deras fokus är därmed på mängden vatten som skall tas bort.

Jonas: Ja, just det, dom stod där och hällde och dom gjorde en del fel också, så dom fick inte riktigt ihop det på slutet

Elisabet: Ja, dom hällde tillbaka till slut, så att det blev tre fjärdedelar kvar.

Jonas: Dom tog nytt vatten.

Elisabet: Ja, det kanske dom gjorde... Ja, dom frågade ju mig vad dom skulle ha gjort om dom hade haft en fisk i och då pratade vi om att man inte fick ta ur fisken och till slut så sa jag att när jag köpte akvariet, hade man nog mätt upp hur mycket vatten och sen med hjälp av häverten då, ta ut en fjärdedel, så dom hade ju mycket frågor runt omkring det, men jag tror att jag gav dom min lösning.

Det Elisabet fokuserar är inte primärt "en fjärdedel av vattnet". Hennes fokus ligger inte på den exakta, eller kanske inte ens den ungefärliga mängden vatten som skall bytas ut. Hennes fokus är istället på om eleverna kan använda en hävert. Hur själva bytet av vattnet skall utföras. När ingen av grupperna spontant använder de slangar de fått som hävertar visar Elisabet hur det skall gå till.

Eleverna har flera olika objekt. En grupp fokuserar mängden vatten som skall tas bort. En annan grupp mängden vatten som skall vara kvar. En elev fokuserar både mängden vatten som skall vara kvar och den mängd som skall tas bort. Både elevernas akter och deras objekt varierar således. Elisabets fokus ligger på *hur* vattnet skall tas bort, på användningen av häverten.

Sammanfattning Elisabet

Elisabet bidrar med innehållet. Det är hon som vet att leran inte flyter men hon är angelägen om att eleverna får utrymme att upptäcka det själva. Det är också hon som vet hur man använder en hävert men hon vill också här att eleverna själva skall komma på hur man gör. Det rum som lerepisoden öppnar tolkar Elisabet i termer av hur eleverna relaterar båtarnas geometriska form till föremål som flyter. Deras erfarenheter av vad som flyter och sjunker utgör enligt henne den bakgrund gentemot vilken de resonerar och arbetar med leran. Hon gör inga försök att fördjupa eller vidare undersöka elevernas förståelse kring *varför* vissa båtar bär fler gem än andra. Episoden lämnar en möjlig öppning att jämföra olika typer av båtar, gjorda av samma lermängd, bärförmåga. Genom att lyfta fram olika gruppers konstruktioner för jämförelse skulle hon haft möjlighet att öppna för ett större djup i elevernas förståelse. Även i akvarieepisoden stannar hon på ett ytligt plan. Elevernas förståelse av hur man kan uppskatta ett kärls volym, eller varför en hävert fungerar som den gör tematiseras inte. Elisabets fokus ligger på elevernas användning av häverten. En förklaring till hävertens funktion kan bestå av en analogi där t.ex. ett pärlhalsband eller kedja "rinner" över en rund kant så länge den fria massan på ena sidan kanten är större än på den andra. Kedjan stannar när antalet fria kulor är lika stort på båda sidor i analogi med att vattnet i häverten slutar rinna när vattennivån i de båda kärnen är densamma.

I aktiviteten med lerbåten relaterar Elisabet sambandet mellan båten och dess form till elevernas erfarenheter av vad som flyter, riktningen är därmed bortom stoffet och den har horisontell karaktär. En vertikal karaktär saknas. Elisabet går inte på djupet och tematiserar inte elevernas förståelse om orsaker till varför leran flyter, eller varför vissa båtar bär fler gem än andra. I akvarieuppgiften stänger Elisabet för vertikala riktningar när hon inte förstår vad eleven som mäter skålens omkrets försöker göra. I denna episod är också den vertikala riktningen svår att se. Det som är i fokus är istället det speciella sätt att byta vatten som Elisabet tänker sig, genom att använda en hävert.

Algoritmer

Invariant elevobjekt: $5 \cdot 113$ (stoff)

Variérande akter: $5 \cdot 113$ beräknas på två olika men relaterade sätt, i standardalgoritm och med skriftlig huvudräkning.

Elevens förväxling av entals- och tiotalssiffrans placering i standardalgoritmen visar potentiellt för Elisabet att elevens förståelse av algoritmen är instrumentell. Den behärskas endast delvis av eleven. Det andra sättet att räkna $5 \cdot 100 + 5 \cdot 10 + 5 \cdot 3$ visar enligt Elisabet endast ett annat sätt att få fram samma svar. Likheter mellan de båda varianterna tematiseras inte. Ett alternativ hade varit att Elisabet öppnat för elevernas syn på relationen mellan dessa olika sätt genom att ställa vertikalisierande frågor om skillnader och likheter mellan beräkningsmetoderna, eller frågat om varför det blir samma svar, inte bara konstaterat att svaren blir identiska. Sådana frågor hade öppnat för potentiellt invariant elevobjekt inom den begreppsliga zonen.

Lerbåtar

Invariant elevobjekt: Få lera att flyta (färdighet)

Variérande akter: Olika båtar med olika utseenden och olika bärkraft görs av eleverna. Akter varierar således inom den proceduriella zonen.

Hävert

Invariant elevobjekt: Flytta bestämd mängd vatten mellan skålar genom att använda hävert

Variérande akter: Mängden vatten uppskattas och flyttas på olika sätt. Akter varierar inom den proceduriella zonen

De naturvetenskapliga områden som berörs i denna episod är svåra ämnesteoretiskt sett. Dock kan man utan att explicit diskutera Arkimedes princip fråga barnen om relationer mellan båtarnas bredd, höjd, tjocklek mm. och deras bärkraft mätt i antal gem. Elisabet hade också kunnat fråga eleverna om varför häverten fungerar som den gör. Sådan vertikalisierande frågor skulle potentiellt öppna för ett invariant begreppsligt objekt. Här sker inte detta. Episoden handlar istället om själva görandet av båtar, användandet av häverten och genomförandet av aktiviteter såsom räkna gem, mäta vatten. I intervjun nämner Elisabet de distinktioner hon gör: Glädje, nyfikenhet, upptäckarglädje etc. som alla relateras till den proceduriella zonen.

Filippa

Eleverna som går skolår fem har gjort egna uppgifter i matematik. Uppgifterna har inte föregåtts av någon specifik fråga. De har haft i hemläxa att göra ”matteuppgifter en om subtraktion och en om mätning”. Enligt Filippa har flera av eleverna engagerat föräldrar i arbetet. Uppgifterna redovisas gruppvis i helklass. En grupp elever går fram och berättar om sin uppgift och de övriga i klassen försöker lösa den.

E: Anna och Andreas har fem Toyota, tre Volvo, fyra Fiat, sex Messerschmit tillsammans. De skall räkna alla hjul. Deras föräldrar har fyra bilar. En Fiat, två Messerschmit, en Volvo. Vi skall hjälpa dem att räkna. Hur många hjul är kvar nu?

Denna fråga är alltså ett svar på den fråga, eller den uppmaning om att göra uppgifter som Filippa gett eleverna. Uppmaningen och elevernas fråga ger upphov till en fortsatt interaktion i klassrummet. Den muntliga formuleringen öppnar för flera olika tolkningar. Är det totala antalet hjul, eller skillnaden mellan barnens och föräldrarnas som skall beräknas? Denna öppenhet begränsas av en tabell som eleverna skriver på tavlan. Det blir då tydligare att de som gjort uppgiften tänker sig att det är skillnaden mellan antalet hjul på barnens och föräldrarnas bilar som skall beräknas:

– 1	Volvo	3
	Toyota	5
– 1	Fiat	4
– 2	Messerschmit	6
Svar:		

Eleverna räknar spontant för sig själva eller i mindre grupper. Här följer ett exempel på elevkommentarer under arbetet

E: Är det tre hjul på en Messerschmit?

E: Tyst jag skall räkna.

Filippa: Vänta nu med svaret!

E. Nu vet jag vad det är, det är tre hjul!

E: Tysta!... Kan ni inte tänka tyst!

E: jag vet inte hur jag skall svara

Filippa: Får jag se hur du gjort då

E: Är det en tysk bil?

E: Ja, Lasse Åberg hade en sån i sällskapsresan

E: Det är ett flygplan också!

E: Ni får vänta lite tills alla gjort

När eleverna hållit på ca 20 minuter får de redovisa sina svar för gruppen som gjort problemet. Uppgiften öppnar för många olika sätt att räkna men det blir ingen diskussion om dessa olika sätt. En av eleverna vid tavlan säger:

E: När skall vi berätta Filippa?

Filippa: Ni får fråga om de andra behöver mer tid?

(Spridda ja, nej och nja hörs från klassen.)

E1: Ska vi säga det nu?

E2: Nej, jag vill...

Filippa: Ni får gissa nu!

Filippa verkar angelägen om att avsluta problemet och eleverna får redovisa de svar de kommit fram till: 52, 52, 56, 66, 52, 56, 36, 32 och 20. Eleverna som gjort uppgiften meddelar det rätta svaret: 52 *

E: Kan de [som gjort uppgiften] inte visa hur de tänkte?

E: Kan inte någon annan göra det [säger elev framme vid tavlan]

Filippa stänger för elevernas förslag om att redovisa lösningar på uppgiften, istället kommenterar hon de olika svaren och lösningarna:

Filippa: Det var roligt att gå runt och titta på olika sätt /.../ Den var rolig, tre hjul det var det som var finnessen. Nu är det Mätahäftet och Räkneresan tre.

Filippa har introducerat hemläxan att göra uppgifter men riktningen kan här sägas vara från eleverna. Det är de som gjort uppgiften och därmed de som huvudsakligen/ bidrar med innehåll. Filippa verkar ställa sig utanför och inte ta uppgiften riktigt på allvar. Hon intervernerar inte, ställer inga frågor och hjälper inte till att tematisera de olika lösningar och svar som finns. Det är många delberäkningar som

* fås t.ex. genom: $(12 \cdot 4 + 6 \cdot 3) - (2 \cdot 4 + 2 \cdot 3)$

måste göras men den kritiska delen i uppgiften ligger utanför matematiken och handlar istället om kännedom om olika bilmärken. Nyckeln till rätt lösning är att känna till att en Messerschmit har tre hjul, och inte fyra som man lätt kan tro. Det elevernas diskussioner handlar om är också just detta. Den ursprungliga frågan "Gör matteuppgifter!" öppnar ett rum för lärande där kunskap om antal hjul hos olika bilmärken hamnar i fokus. Filippa uppmärksammar också elevernas framåtanda. Eftersom olika sätt att beräkna hjulantalet inte tematiseras är här både akter och objekt för kunnande invariant. Potentiella objekt är tagna för givna och olika akter tematiseras inte.

Ur intervjun:

Filippa: Dom hade varit och frågat mig [om de fick ge sin uppgift], men sen när dom började och dom höll på, så tänkte jag "Hjälp, vad blir detta?" och så satt jag där framme själv och så tänkte jag att nu är jag inte klok i huvudet. Om jag nu har sagt att dom får göra det, då får dom ju ta hela lektionen... Jag kan ju inte komma sen och säga att det verkade för jobbigt och att dom får lägga ner, utan nu får vi köra, men jag kände... Nu har jag sagt till dom att dom får göra det, så nu får vi köra på detta och det var ju suveränt! Jag blev så full i skratt, för en Messerschmit... Jag visste bara att det var ett flygplan...

Filippa vågar släppa fram eleverna. Hon vet inte riktigt vad som kommer att hända. Hon kan heller inte lösa problemet, eller räkna ut svaret eftersom hon inte vet att Messerschmit är en trehjulig bil. Detta verkar dock inte vara något bekymmer för henne. Andra lärare i studien t.ex. Cecilia uttrycker stark önskan om att vara "bäst i klassen" när det gäller matematik

Jonas: Om du tittar på den i termer utav vad dom här eleverna som har gjort den här, vad dom kan då...

Filippa: Dom eleverna är ju inte... Dom är inga såna spjutspetsar i matte... Dom är intresserade och tycker att det är roligt och dom klarar av det, men dom är ganska framåt och tjejer är dom ju då... men att göra... Där ser man ju hur dom spänner bågen när dom får en sån uppgift, för dom funderar hemma och tar med sig hem och har diskussioner och drar in föräldrarna... och det är ju jättebra.

Eleverna som gjort uppgiften visar enligt Filippa framåtanda, intresse och glädje, hon nämner dessa aspekter, men inte deras sätt att förstå matematiken. Elevernas kunnande benämns som "de är inga såna

spjutspetsar i matte”. Hon uttrycker en normativ snarare än kvalitativ beskrivning av deras kunnande. Hon tar därmed inte tillvara de möjligheter uppgiften öppnar beträffande kvaliteter i elevernas kunnande. Kanske ser hon den som trivial eftersom en väsentlig svårighet med uppgiften ligger utanför matematiken. Eleverna i klassen kommer fram till olika svar och har räknat på olika sätt. Potentiellt kan man här ha en diskussion om relationen mellan uppgiftens formulering och de matematiska modeller eleverna använder. Vidare lämnar uppgiften öppningar för att diskutera olika sätt att beräkna antalet hjul. Skall man t.ex. ta varje bil för sig och summera, eller beräkna antalet fyrhjulingar och multiplicera med fyra. Uppgiften kan lösas på flera olika sätt och avslutas när de som presenterat den är nöjda med svaret. Potentiellt öppnar frågan för variation i akter av kunnande i relation till ett invariant objekt. Eftersom olika sätt att beräkna inte redovisas i interaktionen blir även akterna invarianta. Fokus ligger på rätt svar och det antal hjul en Messerschmit har.

I intervjun diskuterar vi också uppgifter som eleverna fått vid andra tillfällen. Filippa berättar t.ex. om en elev som löst uppgiften, ”En tårtbit har omkretsen 10 cm, varje bit är på 2×3 cm. Hur stor omkrets har 20 tårtbitar?”

Jonas: Vad säger dig såna här uppgifter om vad dom kan då?

Filippa: Där... tycker jag det här med... Det jag vill se är ju hur dom löser dom, framför allt... Han den killen som gjorde så... Han hade ju gjort fel och han hade löst den här genom att han hade räknat ut då att om en tårtbit har... eller en bit har omkretsen tio och om det är 20 bitar så är det 20 gånger tio och då var han nöjd... men där... Jag pratar mycket om att rita och göra tabell... att rita och att ha kladdpapper och testa och prova och försöka se ett mönster... Om man tittar på den här... om man har en tårtbit så är det så många och så ökar det med fyra första gången och hur mycket ökar det med andra gången... fyra då också... Jaha, vad ökar det med en tredje gång? Jo, det måste vara fyra då också... Det här med mönster... Jag vill framför allt se hur dom går tillväga... Dom flesta hade ritat upp 20 stycken såna här [2×3 bitar]...

Uppgiften öppnar potentiellt för flera olika lösningar. Tårtbitarna kan läggas i många olika mönster som har olika omkrets. Jag ger några exempel för att visa på möjligheterna. Om man antar att de 20 bitarna skall bilda en helt täckt rektangel får man flera huvudfall: De 20 bitarna kan bilda en lång rad långsida mot långsida, eller kortsida mot kortsida. De kan också ligga som 2×20 bitar på två olika sätt.

Fyra rader med 5 bitar i varje ger olika omkrets beroende på bitarnas orientering. Bitarna kan också läggas i täckande mönster om de ligger kortsida mot långsida. Man kan också tänka sig andra mönster än täckta rektanglar, t.ex. där bitarna är förskjutna i sidled jämfört med varandra, eller i ej heltäckande mönster, då öppnas för ett oändligt antal lösningar.

Filippa kommenterar typen av uppgift:

- Filippa: /.../ Där är jag framför allt intresserad av att se hur dom har löst det och så brukar vi gå igenom dom här på tavlan, så att dom får visa hur dom har löst det och om det finns olika lösningar då va...
- Jonas: Okej... så han du pratar om som är duktig i matematik, sa du... Han är duktig på att räkna då?
- Filippa: Ja, han tycker det är för jobbigt så här... eller vad ska man säga? Han är duktig, men han är så blasé, för han tar inte till sig utmaningar, utan det ska gå lättvindigt. Han är van vid att det alltid går lätt och när det då krävs lite grann, som här när man ska rita och fundera lite grann... Då letar han efter två saker som han kan göra någonting med och så får man fram ett svar... sen funderar han aldrig på om det är rimligt...

Filippa återger ett problem där hon explicit anger att hon är intresserad av både olika lösningar och olika sätt att lösa uppgiften. Här uttrycks en distinktion beträffande en elevs matematiska kunnande som jag tolkar i termer av en skillnad mellan att vara duktig i *att räkna* och att vara duktig i *matematik*. Skillnaden syns i hur eleverna hanterar ett problem med många olika lösningar. Om eleven bara räknar på, kanske t.o.m. finner ett legitimt svar, men inte analyserar problemet och upptäcker att det finns flera lösningar är kunnandet enligt Filippa mindre djupt. Skillnaden ligger således inte i om eleven räknar rätt eller ej. Uppgifter som den med tårtan blir då ett sätt att ta reda på djupet i elevernas matematiska kunnande. Eleven i citatet kanske "bara har läst av uppgiften på ytan" när han räknar

$$10 \text{ cm} \cdot 20 \text{ tårtbitar} = 200 \text{ cm} = 2 \text{ m}$$

Filippa uttrycker här ett fokus på elevens sätt att förstå uppgiften och matematiken i den snarare än om svaret är rätt eller fel. Det är hennes val av uppgifter med flera legitima lösningar som möjliggör detta fokus. Uppgifter öppnar för flera olika akter av förståelse [här flera olika sätt att täcka en rektangel med smårutor på 2×3 cm] där objektet är konstant [här omkrets].

Filippa utnyttjar inte djupet i den uppgift om bilar och hjul som elever själva gjort och som redovisades i inledningen på fallbeskrivningen. Uppgiften öppnar potentiellt för tematisering av olika sätt att tolka frågan, olika sätt att teckna med parenteser mm. På ungefär samma sätt resonerar Filippa själv om eleven ovan. Enligt henne ser han inte djupet i uppgiften och väljer den enklaste lösningen som visserligen kan vara korrekt matematiskt sett men inte är den rimligaste eller mest uttömmande. Det finns likheter mellan hur hon själv agerar i förhållande till vad elevernas egna uppgift öppnar för och hur den nämnda eleven agerar inför hennes uppgifter.

Eget arbete, mätahäftet

Elevhäftet, som är producerat på skolan med Filippa som medförfattare, innehåller uppgifter som handlar om att uppskatta och mäta längder med flera olika mätverktyg. I följande fall handlar det om att uppskatta längder. Först skall eleverna göra en uppskattning, därefter välja en lämplig metod att mäta. Det finns linjaler, måttband i olika längd och ett mät hjul till elevernas förfogande. Filippa inleder lektionen med att skriva på tavlan medan barnen plockar fram sina böcker:

<i>Ett granbarr är</i>	<i>1 mm</i>	<i>1 cm</i>	<i>1 dm</i>
<i>Sofia är</i>	<i>1 m</i>	<i>1 cm</i>	<i>1 dm</i>
<i>Filippa är</i>	<i>164 mm</i>	<i>164 cm</i>	<i>164 dm</i>

Eleverna får första frågan och flertalet räcker upp handen.

Filippa: Vi börjar med det vi slutade igår. Vi pratade om vilken enhet man har när man räknar med ... Det kan vara bra att känna till om man tycker att det är rimligt eller inte va. Ett granbarr, kan ni berätta för mig hur tjockt ett granbarr är?

E: En millimeter

Filippa: En millimeter ja, I matteboken finns ett måttband där man kan se ungefär hur stor en millimeter är. Man kan också jämföra med varandra. Kan ni titta på varandra och se om ni kommer fram till samma slutsats. ... En centimeter då? ... En decimeter? ...

Eleverna räcker upp handen och Filippa nickar mot olika elever varpå de visar det efterfrågade måttet med händer och fingrar. Olika elever får samma fråga och samma elev får med fingrarna visa olika längder. Eleverna uppmanas att titta på varandra och jämföra. Frågan öppnar därför för variationer av samma längd mellan elever och olika längder uppskattade av samma elev.

Filippa: Nästa fråga då, det är min längd då? Vi får mäta. Det måste ju vara sant vi kan inte fara med osanningar. Då är det frågan, om ni skulle beskriva hur lång jag är vad skulle ni säga då? 164 mm, 164 cm eller 164 dm? ...

E: Hm centimeter.

E: Om jag nu är 164 cm på det hållet, hur långt är det mellan mina fingerspetsar då? [Filippa sträcker armarna rakt ut från kroppen]

Det är nu tyst i hela fem sekunder. Jämfört med övriga observationer är detta en ovanligt lång paus för att vara under en matematiklektion.

E: en och sextiofyra

E: det stämmer inte på alla... På Filippa stämmer det inte

Filippa: Det är ju såhär då, det stämmer inte riktigt utav den anledningen att på er, ni växer mer på längden än armarna eller tvärtom. Ni känner kanske att armarna känns väldigt långa. Då kan det vara så att armarna växt mer än kroppen. När man vuxit färdigt när man inte växer mer, i alla fall inte på längden såhär då va

E: När har man växt färdigt på längden då

Filippa: Vid arton ungefär. Kommer ni håg dethär då ... om ni jämför handleden med halsen. Om ni håller om handleden fick ni runt fingrarna då? ... Kunde ni ta med en hand om halsen då? [korus: nej] Kunde ni ta med två? ... [Inget svar] Vad kan man säga om man jämför handleden med halsen då (två ggr)

E: Två

Filippa: Två handleder... En om handen, två om halsen. Hur stor är halsen då om man jämför med handleden?

E: dubbelt så stor

Filippa: Det fick jag lära mig en gång när jag skulle handla byxor på en marknad och man inte fick prova. Då sa han det att om man tar byxorna och håller dom runt halsen och de känns lagom där så ... Midjan är ungefär dubbelt så stor som halsen. Så om byxorna gick runt så skulle de passa. Det trodde inte jag men jag provade och de passade. Om man inte har ett omklädningsrum så kan man prova och hålla byxorna runt halsen såhär.

E: Varför lär Du ut det till oss då?

Filippa: Ni kan hamna på en marknad och skall köpa byxor, ni kan ju testa nästa gång när ni har idrott och hålla byxorna mot halsen, eller ni kan prova ikväll när ni tar av er.

Samma mått används här på olika kroppsdelar. Kroppens längd jämförs med armarnas omfång, handlederna jämförs med halsen och midjan. Invariant är i andra fallet fingrarnas omfång (ibland i multipplar av två och fyra).

Efter denna episod övergår en del elever till att räkna i sina böcker, andra fortsätter med "mätahäftet".

Sammanfattning av del av episoden ovan:

- Är Filippa 164, mm, cm el. dm?
- Hur långt är det mellan fingerspetsarna om man håller ut händerna?
- Handleden jämförs med halsen. Runt handleden? Runt halsen, en hand?
- Hur stor är halsen jämfört med handleden?
- Midjan – halsen, byxorna runt halsen (ingen fråga, påstående)

Filippas frågor öppnar stegvis för ett ökande antal dimensioner. Hennes första fråga öppnar för en dimension då eleverna skall välja ett av tre föreslagna mått där mätetalet är konstant och enheten varierar. Därefter uppmanas eleverna skatta fingertoppsavståndet jämfört med kroppslängden, vilket innebär att två dimensioner skall relateras till varandra. Att därpå jämföra handleden med halsen kräver att man först bildar ett överförbart mått. Här används fingrarnas grepp runt handleden som därefter hålls runt halsen (två händer). Den kräver därför att man samtidigt urskiljer handledens förhållande till handen och händernas förhållande till halsen. Exemplet med midjan följer samma struktur. Runt midjan är det lika långt som runt byxorna – byxorna hållna dubbelt är lika långt som runt halsen.

Sekvensen innebär en stegvis utökning från det enkla till det mer komplexa. Innehållet riktas från Filippa till eleverna och dess karaktär är såväl horisontell som vertikal, horisontell eftersom uppskattningarna kontextualiseras med "klädköp". Att känna till relationer mellan olika kroppsmått beskrivs som användbart utanför skolan. I intervjun som delvis redovisas nedan berättar Filippa om ett historiskt perspektiv. Även detta bidrar till riktningens horisontella karaktär. Under det konkreta exemplet med kroppens längder ligger jämförelser mellan och försök att relatera olika storheter till varandra. Riktningen får därför också en vertikal karaktär.

Ur intervjun:

- Jonas: Det här mäta-häftet... kan du berätta lite om idén bakom det här... Vad det var meningen att dom skulle lära sig...
- Filippa: Det var meningen att det skulle vara ett häfte där man jobbade praktiskt mycket först och att man utgick ifrån kroppen... att man fick också... röra sig ganska fritt och jobba tillsammans med någon under en längre tid och hålla på med ett visst ämne... och ta reda på dels lite det med sin egen kropp och sen dom olika måtten, dom gamla måtten... att man faktiskt använde sig av kroppen när man mätte förr, innan man hade linjal och alla dom här hjälpmedlen som vi har...
- Jonas: Är det något historiskt intresse då, eller hur menar du?
- Filippa: Ja, jag tycker att det är roligt att veta hur man gjorde förr och hur man tog sig an problemen när man inte hade mätthjälpmedel, utan att man hade just... Armarna hade man ju alltid med sig och... sen också det här med att uppskatta... att uppskatta avstånd och överhuvudtaget att uppskatta saker... Vi har talat om att uppskatta tid... Hur lång tid tar det att gå dit? Hur långt kommer man på en kvart? Det var samma sak här... Hur långt är tio meter? Hur långa steg tar du? Så fick man uppskatta hur långt man kommer på tio meter och så mäta... Sen så från det praktiska, gå in på det här med måttenheter...

Filippa menar att uppskattning i sig är något klassen har arbetat med både i samband med längder och tid ordning. Uppskattning blir då ett invariant objekt inom den proceduriella zonen.

- Jonas: Vad är det du tittar på när du tittar på dom?
- Filippa: Dels hur det här med... när dom till exempel stegar och mäter och så där... hur dom...
- Jonas: Där har jag ett exempel. Det var en elev som hade svarat 9, 47, 97 på denna [Här är det frågan om en uppgift där eleverna skall uppskatta avstånden 10, 50 och 100 m]...
- Filippa: Den har jag inte frågat om, till exempel... men det skulle vara väldigt intressant att veta om dom är så jättebra på detta, för jag tror inte själv att jag på 100 meter skulle lyckas pricka in 97.
- Jonas: Klarar man det på plus minus 20 får man nog vara glad.
- Filippa: Visst. Där är frågan om hur mycket förståelse det blir. Egentligen kanske det skulle räcka med att göra det på tio meter för 100 och 50 meter är så långa sträckor, så det är svårt att egentli-

gen göra det, dels är det svårt att genomföra att mäta och sen är det också så att uppskatta det... Att uppskatta kanske är en sak då, men sen att mäta... och gissa sig till där och få fram siffror... Det vet jag inte men jag tycker att det... Det hade jag med dels för att jag tycker att det är en rolig sak att göra och att få testa och många har ju gjort det... där dom inte har kommit alls så här nära, men varit väldigt nöjda i alla fall, trots att dom kanske gissade fem meter...

Här uttrycker Filippa (och jag) osäkerhet angående hur, och framförallt i vilken ordning eleverna arbetat. Har några elever kanske mätt sträckorna innan uppskattningen sker? För eleverna kan det vara viktigt att "gissa" så nära det verkliga måttet som möjligt, snarare än att träna på att uppskatta sträckor. En legitim gissning inom stoffzonen kan eventuellt vara viktigare för eleverna än att göra uppskattningen på ett rimligt sätt inom den proceduriella zonen.

Jonas: /.../ Det händer en massa saker i ditt klassrum. En del jobbar i sina böcker och en del jobbar i sitt häfte och en del sitter i något hörn och gör något annat och det är en massa folk som springer runt och mäter på en massa olika sätt... Vad är det du tittar på, när du går runt och vad är det du pratar med dom om?

Filippa: Det... Jag tycker... just det här med att mäta, har jag känt att i den ena klassen har det varit ganska rörigt, så där har jag inte tänkt så där jättemycket. Jag har inte haft tid att tänka, utan jag har haft andra saker att göra under lektionen, som jag har känt att tyvärr har jag inte hunnit och se dom sakerna som jag skulle vilja se, utan jag har fått ägna mig åt att hålla vissa människor i schack och det är det som alltid är problemet när man har såna här friare uppgifter, att ibland så är det en del elever som inte klarar av dom och då innebär det att jag får så att säga lämna min egentliga uppgift och så får jag ägna mig åt... Min egentliga uppgift är ju att hålla ordning också, men det jag egentligen vill göra är ju inte att sitta och hålla ordning på dom, utan jag vill ju gå runt och vara med och se hur dom bär sig åt, när dom ska mäta varandra och hur dom gör och om dom kommer på att dom kan lägga en bok på eller hur gör dom... Håller dom i där uppe eller börjar dom nerifrån eller? Ja, hur dom tar sig an det... Det här, till exempel... Vad är det som gör att den här eleven envisas med att mäta rummet med 30-centimeterslinjal, när det finns måttband som är en och en halv meter eller hjul eller så? Någon vet jag att jag sa till och då sa dom "Jag vill mäta med linjal." men sen frågade jag aldrig vidare varför... för det vet jag inte.

Filippas frågor får funktionen att hålla eleverna i arbete och i schack. De har därför ett disciplinerande fokus. Hon uttrycker en önskan att egentligen se hur de gör och varför de gör som de gör när de mäter. Filippa antyder en vilja att fråga om varför elever mäter klassrummets längd med en 30-cm linjal, trots att det finns långa måttband nära till hands, men hon gör inte det. Den stora mängd variation (många elever gör olika saker med olika saker) som konstitueras i klassrummet begränsar Filippas fokus som blir disciplinerande istället för innehållsrelaterat.

Jonas: Jag såg på några stycken [elever], /.../ dom höll på med det här mätthjulet och dom hade ett problem som jag såg, och det var att det var svårt för dom att någonstans i klassrummet hitta en sträcka som var fri... Dom började i ena änden, så att säga, och så gick dom och det verkade inte som att dom... visste vart dom var på väg, för helt plötsligt kom det en stol där va... och vissa gjorde en krok runt den här stolen och andra flyttade parallellt och fortsatte och en del vek av och så där va... Om du tänker på dom olika sätten att ta hand om det här problemet, det här hindret som dyker upp då va... Kan du...? Säger det dig någonting om hur dom ser på längder och sträckor?

Filippa: Där är dom så koncentrerade på att komma ifrån start till mål, så dom tänker inte på att om dom nu kör runt den här stolen... vad är det som händer? Där har dom inte den förståelsen att dom lägger på en och en halv meter och då har dom inte den tanken att det är därifrån och dit, som dom ska mäta och att det måste vara en rak linje, för om dom ska mäta det här rummet, så är det så att den här väggen är rät. Om man tittar på den väggen, så är den rät och då måste linjen också vara rät och kör jag då runt det här, så måste jag räkna bort det och den förståelsen har dom inte, utan dom är mer inställda på att dom ska ta sig härifrån dit bort.

Man kan beskriva Filippas kommentar till min återgivning av händelsen under observationen som om hon menar att eleverna fokuserar mätningens början och dess slutpunkt men inte simultant urskiljer att sträckan däremellan skall ligga på en rät linje. I mätningen är det således flera dimensioner som skall urskiljas samtidigt för att få ett legitimt resultat. Eleverna urskiljer inte alla och Filippa uppmärksammar detta när jag nämner det. Det verkar dock inte som om hon såg detta i klassrummet när det ägde rum.

- Jonas: Är detta något som du tar hand om senare eller hur...?
- Filippa: Det vet jag inte. I och med att du säger det nu, kommer jag säkert att tänka på det, annars hade jag inte tänkt på det, i och med att jag själv inte... /.../ för det är ju såna här saker som man önskar att man hade tid med... Det är ju alltid det man önskar, att man skulle ha precis den här tiden som du har, att man kan sätta sig ner i ett hörn och bara observera vad det är som händer, men den tiden har man ju tyvärr inte... Sådana här saker tycker jag är väldigt roliga, för då kan man ju ta upp det och fråga vad dom tänkte när dom körde och vad det är som händer och hur mycket längre blir faktiskt klassrummet om man kör runt dom här stolarna och hur skulle man kunna göra problemet på ett annat sätt...

I klassrumssituationen är Filippas fokus ibland ett annat än elevernas innehållsliga kunnande. Detta val inte nödvändigtvis ett medvetet val. Detta "något annat" är ibland ordningsfrågor eller elevernas aktivitet. Elevernas aktivitet, *vad de gör* likställs också med *vad de kan*.

- Jonas: Så man kan liksom... Det är naturligtvis långsökt, men i en mening så säger ju... deras sätt att lösa det här hindret någonting om hur dom ser på ett avstånd eller en sträcka här va...
- Filippa: Ja, precis. Det kan man ju ta in sen också när man pratar om fågelvägen och bilvägen... Fågelvägen är ju ungefär som när man ska mäta därifrån dit, rakt över, men när vi åker så är det ju oftast så här när vi åker på en väg nu...
- Jonas: Ja, när jag åker hem nu, så är jag ju helt ointresserad av hur långt det är fågelvägen va...
- Filippa: Precis. Då kan man egentligen säga så här... Hur lång är väggen i klassrummet egentligen och hur lång är den när man kör den med alla hinder? Sen kan man jämföra hur mycket längre vägen blev, när man tog sig runt alla boxar och alla bänkar och stolar och alla som satt där... Hur många meter extra fick jag köra? Det kan vara ganska intressant, för det kanske är fyra meter...

Jag påminner Filippa om en elev som var osäker angående vilken sida på linjalen, centimeter- eller tumgraderingen, hon skulle använda när hon mäter och skall ange svaret i centimeter. Filippa säger sig minnas situationen och jag frågar:

- Jonas: Vad säger ett sånt samtal dig om vad hon kan?
- Filippa: Jag vet ju att hon... Hon är allergisk mot matte och hon har bestämt sig och jag jobbar jättemycket för att försöka få henne att inse att hon inte är urkass på matte, men hon tror det själv och hon bara pustar och stånkar... /.../ För henne så... så tror jag egentligen inte att hon... vet ju egentligen det här med centimeter och millimeter, när jag frågade henne, men där blev hon osäker, när det fanns två saker att välja på och då har hon inte den riktiga förståelsen, för att kunna se att det här inte är något mått som finns... Det var inte millimeter och det var inte centimeter och det var inte decimeter och det var inte meter... Vad var det då? Då var det något som hon inte kände till och då blev hon frustrerad och undrade vad det är... Är det en tum eller en aln eller fot... Vad kan det va för någonting? Då blev hon jättestressad över detta och undrade vilken sida hon nu skulle använda...

Även här försöker jag styra samtalet mot innehållet. I Filippas perspektiv blir flickan som frågar om vilken sida på linjalen hon skall använda, osäker och stressad i valsituationen. Hennes fokus blir här flickans stress och frustration snarare än kvaliteter i hennes kunnande i termer av hur hon förstår vad en centimeter är och hur den skiljer sig från en tum. Filippa relaterar inte spontant denna händelse till de uppskattningar av längder som klassen arbetar med.

Naturorientering

Vatten

Eleverna har gjort experiment (t.ex. undersökt om ett kokt ägg flyter eller sjunker i sött respektive salt vatten) och de har byggt modeller av vattenmolekyler med flirtkulor och tandpetare. Efter de experimentella aktiviteterna får de göra en utvärdering. Tre frågor skall besvaras i grupp. Filippa skriver frågorna på tavlan:

Utvärdering Vatten
Vad har vi lärt oss idag?
Vad var roligast?
Varför?

Som svar på frågorna skall eleverna göra affischer. På nästa sida visas i översikt hur de olika grupperna besvarat Filippas frågor.

Grupp	Vad har ni lärt er idag?	Vad var roligast?	Varför (var det roligast)?
1	Hur en vattenmolekyl ser ut	experimenten	skoj att experimentera
2	Hur man bygger en vattenmolekyl	experimenten	jobbigt skriva i häftet
3	Varför ägg flyter/ inte flyter Att vi består av vatten	"påsen" [ett av experimenten min kommentar.]	experiment är roligt
4	H ₂ O = vatten vad vattenmolekyl är	göra vattenmolekyl	roligt att pyssla
5	H ₂ O = vatten experiment	experimenten (tråkigt ty hann ej)	för att man fick sätta saker i vattnet

När jag frågar Filippa om hon har prov i naturorientering på liknande sätt som hon säger sig ha i matematik kommer hon in på utvärderingen beskriven ovan:

Filippa: ... Jag har aldrig haft ett prov, så att säga, inte i no, att vi har haft ett prov på att det här har jag lärt mig, utan mer kanske då som när vi jobbade med vatten då, en utvärdering över vad har ni lärt er under dagen och vad kommer ni ihåg? Skriv ner någonting. Då ser man ungefär vad det är som fastnar och vilka minnesbilder... Den här vattenmolekylen var ju någonting som var genomgående.

Filippa nämner vattenmolekylen som något genomgående. Det eleverna nämner i sina redovisningar är flera saker, hur den ser ut, hur man bygger en och vad det är. Hon erbjuder därmed en variation. Det som varierar är aspekter eller perspektiv på "vattenmolekylen". Hur den ser ut, hur den görs och att den kan betecknas med H₂O. Den distinktion Filippa gör är att alla elever nämner ordet vattenmolekyl. Av elevernas texter framgår däremot inte t.ex. olika sätt att förstå vad en vattenmolekyl är, eller vad modellen kan användas till. Jag tar fram foton på elevernas affischer som vi studerar gemensamt

Jonas: Vi skulle kunna ta det... Jag tog några bilder på dom här... affischerna eller redovisningarna som eleverna gjorde... Det går att läsa texten i alla fall, även om det inte går att se färgerna

och så där... Om du tittar på dom här lite grann, vad säger dig dom här om deras behållning eller deras upplevelse eller vad dom kan eller...?

Filippa: På något sätt har dom fått in det här med att vatten... Det här med vattenmolekylen. Det tyckte dom var... dels var det en rolig grej, för det är alltid roligt att göra något och sen tyckte dom att det var spännande med den kemiska formeln, för det var första gången som dom träffade på det och dom tyckte "Wow, det där med bokstäver och siffror verkar häftigt!" och det kommer dom ju ha med sig tills nästa gång dom stöter på det och då kommer dom att komma ihåg det här med H_2O ... dom flesta.

Jonas: Ja, det var flera här som hade skrivit det...

Filippa: Mm... här... "Vi har lärt oss om H_2O , vatten och experiment. Det är roligt med experiment."

Jonas: Det var tre frågor dom fick: Vad har ni lärt er idag? Vad är roligast? Varför då? Ungefär så var formuleringarna... Vad har du för idé bakom att ta upp just dom tre frågorna?

Filippa: Ja, dels är det ju det här med vad har ni lärt er... Jag tycker att det dels är intressant att veta vad dom faktiskt har lärt sig och sen tycker jag också att det är intressant att dom får formulera sina tankar eller det som dom faktiskt har upplevt och gjort under förmiddagen, att man får det på pränt, för om det då är vad man har lärt sig eller vad man har gjort, det är ju ungefär... kan jag sätta likhetstecken mellan då va... men att dom får formulera, för dom summerar ju sin förmiddag, vad det är dom har kvar i sitt huvud utan att direkt börja läsa i sina böcker, utan det som faktiskt har gått in utan att man har bankat in det på något sätt.

Filippa menar nu till skillnad från förut att det är intressant att veta vad de lärt sig. Vad eleverna skriver i utvärderingen verkar ha en klar och rättfram relation till vad de faktiskt lärt sig. Det är också viktigt att eleverna själva formulerar vad de menar att de lärt sig. Utvärderingen är därmed ett medel för att få barnen att reflektera över vad de lärt, gjort och upplevt. Filippa menar att det är en direkt och oproblematisk relation mellan vad eleverna gör och vad de lär. Av deras utsagor i utvärderingen får hon veta vad deras omedelbara behållning av experimenterandet är innan de läst på i sina böcker. Möjligen uttrycks här en skillnad mellan ett spontant erfarenhetsbaserat lärande och det lärande som följer av memorering ("banka in") av texter.

- Filippa: Ja, och sen det här med roligast, det är alltid en väldigt svår fråga och det är därför man får ha den här... Jag gillar den egentligen inte, men samtidigt visste jag inte riktigt vad jag skulle ta för fråga istället och därför kände jag att jag måste ha det här varför, för det är så lätt att det är roligt bara för att det är roligt att hålla på och fixa lite så...
- Jonas: Ja, det var någon som skrev det här... "Det var roligt, för det är roligt att pyssla. (Filippa: Just det...) Här... "Det var kul, för det är kul att pyssla."
- Filippa: Precis, och då är det ju det att en del barn tycker att det är skönt att få röra sig... att inte sitta still, utan att kunna gå runt och göra olika saker och det kan jag tänka mig att det är mysigt och då kallar hon det att pyssla... Dom har en grej och så gör dom det och så gör dom nästa och så gör dom nästa... Det är inte att man sitter still och gör en sak då, utan det är hela tiden nya grejer och dom får jobba med händerna. Det här att göra experiment och så och jobba med det är ju även för barnen att jobba med sina händer och hålla och läsa och göra och plocka fram grejer... Det är så många saker i fyran tycker jag, för nu jobbar vi med att klippa och klistra och inte kanske bara för att dom ska klippa och klistra och att det ska bli fina saker, utan dom ska träna motoriken och här är det också övergången från lågstadiet, där det var ganska mycket lek inbyggt i skolan, att man även här har det här att dom kan röra sig. Då kommer den biten in och jag kan tänka mig att dom här som skriver pyssla tycker att det var ganska skönt att röra sig då... att göra dom här grejerna.

Här uttrycker Filippa ett fokus på elevernas behov av att gå runt, röra sig och använda händerna i sitt experimenterande. Detta är något som alla elever oavsett vilket experiment de genomför ägnar sig åt. Jag tolkar Filippa som om elevernas proceduriella kunnande yttrar sig i den glädje de nämner i utvärderingen. Elevernas innehållsliga behållning blir underordnad den proceduriella. Hon nämner inte något om att eleverna tolkar, drar slutsatser eller att de jämför experimentens utfall med de hypoteser som ställts.

Jonas: /.../vad du har för idé eller syfte med just dom experimenten som ni gjorde då när jag var här?

Filippa: Dels är det så att dom skulle vara så pass enkla att barnen kunde genomföra dom själva och det får inte vara för mycket text eller för mycket grejer som skulle vara med och för invecklade saker, utan ganska enkla, så att dom tränar sig just på att

jobba på det här sättet, för det är också en bit av fyran att få in ett arbetssätt och hur man gör när man gör såna här saker va... att man smyger in det att man kan disponera... Man bestämmer sig för vilket experiment man ska göra och man läser igenom vad det handlar om och man tar reda på vad man behöver och man hämtar dom här grejerna och man genomför det... Därför så... Jag läste väldigt länge innan jag valde experimenten då... och just därför att en del var väldigt mycket grejer som skulle vara med och det var mycket text och det var liksom... Det kanske blev väldigt häftigt i slutet, men det var så väldigt krångligt på vägen dit och då valde jag bort dom, så jag tog enkla experiment och sen försökte jag också att dom skulle handla om ytspänning och just dom här olika begreppen då, ytspänning och densitet och såna saker... Saltvatten kontra sötvatten, eftersom vi hade läst om haven och att hur mycket saltvatten och sötvatten det finns på jorden, så det var uppbyggt på att dom här tre skulle vara med och att man skulle prova olika sätt... Det här med ägget som flöt upp när det var saltvatten och man kunde få det mittemellan och det här med att olika saker flöt och andra flöt inte... och vad det berodde på, så jag hade vissa såna begrepp som jag hade med när jag valde ut experimenten...

Jonas: Du har nämnt vissa saker här, som du tyckte var viktigt att dom lärde sig. Du har sagt ett sätt att arbeta... ett arbetssätt... att dom kan hämta dom grejer dom behöver själva och att dom gör experimentet utifrån den instruktion som var och så har du nämnt några begrepp... ytspänning, densitet, salt och sött, flyta, sjunka och förklara varför... Hur gör du för att ta reda på om dom har lärt sig dom här sakerna?

Filippa: Det... Nu framgår inte det här, i den här utvärderingen, om dom har tagit till sig det eller inte...

Filippa menar att vad eleverna lärt sig inte framgår av utvärderingen. Gemensamt studerar vi istället en bild jag tagit av en elevs redovisning av ett experiment.

Jonas: Jag har... Här är en [av elevernas redovisningar, finns foto] som har skrivit... om... Vad kan det vara? Det var nog det magiska ägget...

Elevens hela text följer på nästa sida:

Vatten

Det magiska ägget

Hypotes

Det ägget som ligger i färskvatten kommer att sjunka och det ägget som ligger i saltvatten flyter upp.

Det blev som hypotesen. Ägget flyter i saltvattnet därför att det har mindre täthet än saltvatten ägget i färskvatten sjunker för att det har större täthet.

Filippa: Just det.

Jonas: "Hypotes: Ägget som ligger i färskvatten kommer att sjunka och ägget som ligger i saltvatten flyter..." Om du tittar på vad han har skrivit här, vad kan du säga om vad han kan eller hans behållning av det här experimentet?

Filippa: Nu ska vi se... ..

Jonas: Han lämnar någon sorts förklaring på varför det flyter i ena fallet och inte i andra...

Filippa: Jag kan tycka att... Det här kan jag vara väldigt nöjd med och tycka att det är jättebra, men samtidigt kan jag känna att dethär med täthet är ett väldigt dumt ord egentligen... När jag skulle gå in på täthet, så visste jag inte egentligen om jag skulle kunna reda ut det heller med täthet... för det var när jag förklarade det här med en vägg... att det fanns mycket hålrum i en betongvägg och så kör man huvudet i väggen och så finns det ingen... det finns inga tomrum alls, men det gör fruktansvärt ont.

Jonas: Ja, när du pratade om atomer ja...

Filippa: Precis... Å andra sidan... Han eller hon... Jag kan tänka mig att det här är en han...

Jonas: Jag vet inte vems det är, men det var en kille jag frågade om jag fick lov att göra det...

Filippa: Ja, så har han ändå anammat ett ord, som har kommit in i rätt sammanhang här... tycker jag... och han har helt klart gången klart för sig... hur han ska jobba...

Det som Filippa tycks fokusera i elevens anteckningar är främst en normativ värdering i termer av att hon är *nöjd* och att det är *jättebra*. Hon nämner också att eleven har *gången klart för sig*. "Gången" handlar här om arbetsprocessen, *hur* eleven tycks ha arbetat, t.ex. om han ställt en hypotes innan han genomför experimentet. Det ursprungliga experimentet och frågan om ägget och vattnet öppnar här för elevens beskrivning av experimentet och dess utfall som Filippa tolkar i termer av hur han har arbetat och inte i termer av hans sätt att förstå experimentet, eller vad han menar med "täthet".

Efter vid kaffet undrar jag om klassen kommer att använda molekylerna som eleverna byggt till något. Filippa tycks inte ha tänkt sig någon vidare användning av elevernas modeller, men hon frågar om jag har något förslag. Jag nämner då att man t.ex. kan använda vattenmolekylerna för att illustrera olika aggregationsformer. Man kan t.ex. förklara varför is har lägre densitet än vatten och vatten i gasform har lägre än i flytande form genom att ordna flera vattenmolekyler i de konfigurationer som motsvarar gas, vätska respektive fast fas. Man kan också använda dem till att förklara varför volymerna inte är additiva när man blandar vatten och etanol. Vattenmolekylerna kan potentiellt bidra till att man öppnar för en vertikal riktning där Cecilia och eleverna skulle ha kunnat föra in en av naturvetenskapernas största idéer, atomhypotesen och utnyttjat dess kraft att förklara en mängd saker i världen omkring oss (jmf Feynman m. fl., 1963).

Sammanfattning Filippa

Matematik

I "Mätahäftet" förekommer aktiviteter och frågor av likande karaktär som i vattenexperimenten. Där skall eleverna först göra en uppskattning ställa en hypotes och därefter genomföra försöket. Här finns potentiella dimensioner av variation att utnyttja. Variationen mellan hypotesen och resultatet. I mina data finns inte tecken på att Filippa medvetet utnyttjar denna. Därmed inte sagt att eleverna uppmärksammar denna dimension. Det finns däremot tecken på att elever ibland formulerar sin hypotes efter genomfört försök. Detta tyder på att svaret är viktigare för eleverna än tillvägagångssättet. Eleverna fokuserar det korrekta svaret snarare än att relatera uppskattningen till det mätta. Eleverna verkar förstå hypotesen som en gissning de måste göra. Ju närmare gissningen är det korrekta desto bättre är det.

Naturorientering

Även i no innebär Filippas frågor att eleverna skall formulera hypoteser. När Filippa i intervjun studerar elevernas anteckningar om experiment ligger hennes fokus på form snarare än på innehåll. Hon försöker se hur eleverna arbetat om de ställt en hypotes och om de drar slutsatser. Hennes planering innebär att få elever gör samma experiment. Varje elev gör två experiment av 10 möjliga. Detta minskar variationen mellan elever inom varje experiment. Filippas möjligheter till urskiljning av elevernas kunnande inom den konceptuella zonen minskar. Med den konceptuella zonen avser jag t.ex. elevernas förståelse av varför ägget sjunker respektive flyter. Hon blir därför tvungen att göra distinktioner inom den proceduriella zonen, en zon där det finns invarianta objekt sett över de olika redovisningarna. Objektet blir arbetsgången, hur eleverna genomför och bokför experimenten. I den proceduriella zonen är objektet i elevernas arbeten invariant oberoende av mer specifikt innehåll.

Den skriftliga utvärderingen som görs i grupp öppnar för elevernas egna beskrivningar av vad de lärt och vad de tycker var roligt. Filippa menar att hon här inte får tillgång till vad eleverna lärt. Hennes frågor öppnar inte för elevernas förståelse av innehåll. Utvärderingens objekt och Filippas möjliga fokus blir därför istället elevernas glädje. I intervjun nämner hon vattenmolekylen som något genomgående. Den finns som ord med i samtliga utvärderingar men inte i termer av vad den är, eller representerar för eleverna.

När det gäller innehåll bidrar eleverna mest i matematik. Elevernas egna uppgift om antalet hjul på bilar är exempel på detta. När det gäller både "mätahäftet" och vattenexperimenten är det Filippa som bestämmer aktiviteternas form och innehåll. Till övervägande del är därför innehållet riktat från Filippa till eleverna.

Likheter mellan matematik och no

Eleven i tårtexemplet, kan enligt Filippa utföra beräkningar, men kan inte se djupet i uppgiften. Uppgiften har flera (oändligt antal) legitima lösningar. Detta tolkas av Filippa som om eleven inte gör en rimlighetsbedömning, inte tar till sig utmaningar och är blasé och van vid att det krävs mindre av honom. När eleverna arbetar med att mäta längder i klasrummet är Filippas fokus på deras aktivitet, vad de gör och mindre på vad deras handlingar har för relationer till t.ex. elevernas förståelse av längd eller sträcka. Filippa tycks förvånad när jag frågar om eleven som mäter rummets längd med mätjhulet och tar en omväg runt en av stolarna som står placerad i hennes väg. Filippa ställer disci-

plinerande frågor till eleverna riktade mot deras aktivitet för att få dem att göra vissa saker, eller göra på ett särskilt vis, inte får att få dem att tänka eller förstå något speciellt. På liknande sätt är det i no. Det är elevernas sätt att göra experimenten som är hennes fokus.

Eleverna redovisar en egen uppgift

Invariant elevobjekt: Beräkna svaret: antalet hjul (stoff)

Variérande akter: Eleverna nämner olika svar (stoff). Olika sätt att utföra beräkningar tematiseras inte

Eleverna som gjort uppgiften visar enligt Filippa framåtanda, intresse och glädje. Hon nämner dessa aspekter, men inte deras sätt att förstå matematiken i uppgiften. Elevernas kunskande benämns som "de är inga såna spjutspetsar i matte". Hon uttrycker en normativ snarare än kvalitativ beskrivning av deras kunskande och tar därmed inte tillvara de möjligheter uppgiften öppnar gällande begreppsliga aspekter av elevernas kunskande. Kanske ser hon uppgiften som trivial eftersom svårigheten ligger utanför matematiken? Eleverna i klassen kommer fram till olika svar och har räknat på olika sätt. Det finns här möjlighet för en diskussion om relationen mellan uppgiftens formulering och de matematiska modeller eleverna använder. Vidare lämnar uppgiften öppningar för att diskutera olika sätt att beräkna antalet hjul. Man kan t.ex. beräkna på varje bil för sig och därefter summera, eller beräkna antalet fyrhjulingar och multiplicera med fyra. Uppgiften kan tecknas med parenteser på flera olika sätt o.s.v. Uppgiften avslutas när de som presenterat den är nöjda med svaret. Potentiellt öppnar frågan för variation i akter av kunskande i relation till ett invariant begreppsligt objekt. Eftersom olika sätt att beräkna inte redovisas i interaktionen blir även akterna invarianta. Filippas möjliga distinktioner är därför om elevernas svar är korrekt eller ej, och om de vet hur många hjul en Messerschmit har (stoff).

Mätahäftet

Elevernas invarianta objekt: Att mäta, uppskatta (färdighet)

Variérande akter: Olika sätt att mäta, olika sätt att uppskatta längder (färdighet)

I intervjun diskuterar vi en flicka som mäter klassrummets längd med ett mät hjul. Eleven kryssar med hjulet kring de hinder i form av stolar och bänkar som finns i klassrummet. Längden som eleven be-

stämmer blir därför avsevärt längre än klassrummets bredd. När jag lyfter fram händelsen i intervjun kommenterar Filippa den i termer som kan tolkas som att hon menar att eleven inte urskiljer mätningens början och slut samtidigt som eleven urskiljer att sträckan skall vara rät. Hon menar dock att hon inte skulle sett detta om jag inte frågat om händelsen. Filippa gör därför distinktioner beträffande elevernas mätningar som färdighet men relaterar spontant inte dessa distinktioner till elevernas sätt att förstå vad en sträcka är. En annan liknande episod finns där en elev uttrycker osäkerhet angående vilken sida (centimeter-tum) hon skall mäta med. Även här fokuseras mätningen och inte elevens sätt att första centimeter eller tum. Distinktioner görs i termer av matematiskt självförtroende inom den proceduriella zonen.

Experiment med vatten

Invariant elevobjekt: Att genomföra och dokumentera experiment på legitimt sätt (färdighet)

Variérande akter: Eleverna gör olika experiment på olika sätt (färdighet)

Eftersom eleverna gör olika experiment med olika potentiella begreppslika objekt finns inget invariant elevobjekt inom denna zon. När vi diskuterar en elevredovisning i intervjun gör Filippa distinktioner beträffande färdigheter. Om eleven ställt en hypotes, om han dragit en slutsats och så vidare. Hon kommenterar inte spontant elevens användning av ordet "täthet" som används för att förklara varför ett ägg flyter eller sjunker i salt respektive sött vatten.

Utvärdering vatten

Invariant elevobjekt: ordet "vattenmolekyl" och dess kemiska beteckning (stoff)

Variérande akter: Ordet vattenmolekyl förekommer på olika sätt i samtliga redovisningar.

I intervjun menar Filippa själv att hon inte till får tillgång till vad eleverna lärt. Den distinktion hon gör i intervjun är att "vattenmolekyl är något genomgående".

Gunilla

Matematik

Rektanglar med omkretsen 24 centimeter

Gunilla inleder dagens matematiklektion i sin 3-4:a

Gunilla: Ja hör ni då skall vi börja idag med en liten uppgift där ni jobbar två och två som ni sitter tillsammans. Vi har hållit på med geometri ett tag, millimeter och centimeter, omkrets /.../ Hur många olika rektanglar kan ni rita som har omkretsen 24 cm? Har alla förstått uppgiften ni får tio minuter på er, ni ritar...

Frågan "Hur många rektanglar kan ni rita som har omkretsen 24 cm?" öppnar i princip för oändligt många lösningar. Eleverna har fått centimeterrutade ark att rita på. Detta kommer i praktiken att begränsa de lösningar eleverna finner till rektanglar med sidor i hela centimeter. De jobbar tyst och intensivt. Somliga viskar kort till varandra. Efter ca femton minuter säger Gunilla:

Gunilla: Nu gör vi så att jag får höra från nån av grupperna. Jag tänker inte rita upp alla rektanglar utan jag skriver hur långa och breda ni har gjort. /.../ Nu skall vi höra vad S säger:

S: 11, 1 och så 1, 1 [Gunilla skriver 11, 1].

Gunilla: H?

H: 7 och 7 och fem

Gunilla: Ni har sett det här gångertecknet [x], och då har jag ju förklarat för er att då menar man att det är längden och bredden, fast egentligen, fast vi gör så eftersom det står i boken

J: Alla sidor är en kvadrat, alla sidor är lika långa, 6 cm.

E: 10 gånger... 10, 10, 2, 2

E: åtta på kanterna och så 4

J: $9 + 9 + 3 + 3$

Gunilla skriver upp varje svar på tavlan. Så här långt står det nu:

11 x 1, 7 x 5, 6 x 6, 10 x 2, 8 x 4 och 9 x 3.
--

M: 2 10... det är tvärtemot

Några elever protesterar mot det senaste förslaget som de menar redan har nämnts. Gunilla skriver ännu inte upp den senaste rektangeln (2×10). Några elever tycker att det är samma rektangel som är nämnd tidigare andra tycker att den är annorlunda.

Gunilla: Nu sa M två gånger tio, hon har alltså vänt på rektangeln, den som var tio gånger två och då vill ni säga nått om det, får höra vad ni vill säga då va.

Gunilla formulerar de två motsatta åsikterna i en fråga, eller snarare en uppmaning till de elever som tycker olika: "får höra vad ni vill säga då va". Hon utnyttjar här en variation problemet öppnar för och lyfter fram de två olika åsikter som finns angående rektangelns likhet.

E: Man ritat dom inte likadant med de har ju samma sidor

E: Precis

Gunilla: Vad tycker du? Du tycker att de går bra?

E: De är ju inte helt olika även om man vill de

Gunilla: Ja de är både lik och olik samtidigt

Uppmaningen öppnar för elevernas syn på om 2×10 är samma rektangel som 10×2 . Elevernas första och spontana reaktioner är jaaa! eller neeej! (i korus). Gunilla verkar inte nöja sig med ja- eller nej-svar utan går vidare och frågar på nytt. Då får hon mer nyanserade svar, "man ritat dem inte likadant men de har samma sidor". Gunilla följer upp elevernas svar och ger ett hypotetiskt exempel

Gunilla: Då gör vi såhär då, om vi skulle klippa ut då alla figurer ni ritat, alla rektanglar, och så blandar vi lite huller om buller och drar en lapp där och en lapp där. Då skulle vi inte kunna skilja på de där två som vi bara har vänt på eller hur?

E: neeej [korus]

Frågan är formulerad som "då skulle vi *inte* kunna ...". Hon får också bara svaret nej. Gunilla ger ytterligare ett exempel. Nu ett där det är tydlig skillnad mellan rektangelna.

Gunilla: Men om jag säger såhär då. Om vi bestämmer här på skolan att vi skulle asfaltera nånting, ett område, ni vet att ni önskat ibland att ni vill ha ett ställe att spela basket på ute. Det är ju lite bökgigt där på gruset, där ute. Bollen kan studsas iväg och så. Då kan det ju ha betydelse åt vilket håll man vänder den här rektangeln. Om vi skall

ha en lång och smal såhär, eller en smal gång fram mot basketkorgen, eller om vi skall ha den långa gången åt det här hållet. Eller om vi skall göra en kvadrat, eller hur vi vänder den. Så det beror alldeles på hur vi tänker och vad man skall använda den till, om det spelar någon roll eller inte.... Förstår ni hur jag menar, när jag förklarar det för er?

Frågan "Förstår ni hur jag menar?" öppnar för jakande hummanden från eleverna. Gunilla tycks tolka detta som om hennes förklaring var begriplig för dem. Hon fortsätter:

Gunilla: När vi sitter och gör figurer och ritar så kanske det inte har så stor betydelse, men ute i det verkliga livet så kan det ju va en ganska så stor betydelse. Om ni har bestämt att ni vill den här framför basketkorgen, en rektangel som är såhär va. Om vi utgår från det då. Åtta gånger fyra och ni vill ha den lika om jag säger så va, då förstår ni hur jag menar? Och så säger vi till dom som kommer hit och asfalterar. Den här rektangeln skall ha måtten åtta gånger fyra, och så kanske ingen av er säger hur rektangeln skall vara och så gör dom åt det andra hållet. Då kanske ni skulle bli lite besvikna när ni kom nästa dag och såg att det inte var alls som ni tänkte...

Gunilla poängterar att eleverna bör se längre än till sina figurer på papperet framför sig. Hon öppnar för att rektanglarna på papperen också kan representera något "ute i det verkliga livet". Genom att variera sin framställning öppnar hon för elevernas förståelse. Eleverna får möjligheter att bidra till innehållet och hon får tillgång till deras förståelser.

Gunilla: Men hur gör vi skall vi skriva upp det eller skall vi inte?

Elever [blandat]: Jaaaa, neeej.

E: Det tar tid och plats på tavlan.

E: Jag tycker att vi skall skriva det

Gunilla: Då gör vi det, får jag höra nu då, så vi får fler tri ... rektanglar. Ä det någon grupp som inte har sagt?

E. fyra och åtta

E: sju gånger fem eller fem gånger sju

E: ett elva

Gunilla: Sådär det var alla som var hela. Det är ingen som kommit på ytterligare någon? ... Ingen som har tänkt på nått annat utan ni har hållit er till domhär, Ja ...

E: en halv, och elva och en halv

Gunilla: Så kan man göra då öppnar sig helt andra möjligheter om vi jobbar med halvor. Men det skall vi inte göra idag. Det gör vi en annan dag.

När heltalslösningarna är uttömda öppnar Gunilla för fler möjligheter genom att säga "det var alla som var hela". Hon stänger genast men frågan innebär att hon visar att hon förstår att åtminstone någon elev kan tänka sig lösningar med halva centimetrar. Genom att antyda att problemet inte är uttömt visar hon att de nått en temporär, och för tillfället acceptabel lösning men att det går att återkomma vid ett annat tillfälle. Genom detta förfarande blir matematiken inte statisk och slutgiltig, det går att jobba vidare med samma sak, man behöver inte vara färdig bara för att man kommit fram till ett legitimt svar.

Ur intervjun om rektanglar

Jonas: Hur många rektanglar finns det med omkretsen 24 centimeter? Och så fick dom rutade papper att göra detta på. Kan du berätta något om idén bakom eller varför du gjorde den?

Gunilla: Det var ju också ett sätt att se om dom har förstått vad en rektangel är och vad omkrets är och att det finns fler än ett svar som är rätt, för det finns ju inte bara en rektangel som har omkretsen 24 centimeter och klarar dom den, så tolkar jag det som att dom vet vad en rektangel är och dom vet vad omkrets är och dom vet att det kan se ut på lite olika sätt.

Gunilla menar att frågor med flera legitima svar ger henne möjligheter att se om eleverna vet vad en rektangel är. Om de kan beräkna deras omkrets och om de förstår att rektanglar kan se ut på olika sätt.

Jonas: Du sa aldrig något om hur dom här rektanglarna fick se ut, men eleverna fattade direkt att du tänkte dig i centimetersintervall så.

Gunilla: Ja, och det är för att vi har jobbat med hela centimetrar och vi har inte jobbat med halvor alls, så dom tänkte nog bara så.

Jonas: Jag tyckte det var en väldigt rolig diskussion där, om det var godkänt att ha rektanglar som både såg ut så och så, fast med samma mått [pekar på två rektanglar, olika orienterade]... Du sa förut att detta var ett sätt för dig att se vad dom kan. En sådan här diskussion som ni hade där, vad säger det dig om vad dom kan?

Gunilla: Jaa, jag vet inte, men dom som tyckte att man inte skulle kunna göra så där, alltså vända på dom... Dom ser det väl bara som en geometrisk figur och dom som sa att det kunde vara både och. Det var någon av flickorna som sa att man både kan och inte

kan vända på dom. Det var inte riktigt samma sak, men det kunde vara samma sak, det tolkar jag som att dom har förstått att det inte bara är en geometrisk figur, utan att det är någonting som finns i verkligheten också och kan se olika ut... bara placerat olika.

Spontant refererar Gunilla till elevernas förståelse, deras perspektiv och hon tolkar deras uppfattning om orienteringens betydelse i termer av hur de relaterar rektanglarna i problemformuleringen till objekt utanför klassrummet. Hennes fokus är därmed på elevernas sätt att förstå ett innehåll som riktas bortom det omedelbara stoffet. Hon försöker i sin tolkning av det kunnande eleverna visar sträcka sig mot elevernas tillämpning av sitt kunnande utanför klassrummet.

Jonas: Vilket svar tycker du är mest avancerat?

Gunilla: Ja, att det kan se olika ut... Då tycker jag att dom har förstått, för det är faktiskt skillnad på om den ligger eller står, om man säger så.

Jonas: I detta fallet då... Den abstrakta rektangeln, den geometriska så att säga, i det andra fallet hade vi en konkret och den konkreta var i det här fallet då i någon mening mer avancerad då?

Gunilla: Ja, då förstår dom hur man kan använda rektangeln, om jag säger så och att det är viktigt att man inte kan placera den hur som helst, var som helst. En dörr, till exempel, om man vänder den åt andra hållet... Då blir det jobbigt att komma in och ut.

Här uttrycker sig Gunilla i enlighet med att hon ser elevers kunnande som mer avancerat om det omfattar en förståelse relaterad till konkreta, eller verkliga rektanglar.

Uppgiften har 6 eller 11 heltalslösningar beroende på om man tar hänsyn till orientering eller ej. Den fråga Gunilla ursprungligen ställer besvaras egentligen aldrig. Den har istället funktionen att öppna för diskussioner om rektanglars omkrets. Om en fråga har flera lösningar kan fler elever bjudas in i diskussionen. Möjligheter till variationer och att tömma ut problemet ökar då och vi får en annan typ av interaktion än om frågan är slut. Problemet i sig och inte endast svaret på frågan kommer då i fokus.

Gunilla är konsistent i sitt fokus på elevernas begreppsliga kunnande. Hon använder ett intressant problem. Hur många rektanglar finns det med omkretsen 24 cm? Hon avgränsar problemet till heltalslösningar så att det blir lagom öppet. Det centimeterutade papperet och klassens tidigare arbete i hela centimeter bidrar till detta. Hon motiverar i intervjun graden av öppenhet med att det ger henne

möjligheter att få elevernas perspektiv, deras förståelse av rektanglar och deras omkrets. En tänkbar men här ej tillämpad ytterligare begränsning med närstående innehåll vore att erbjuda eleverna ett antal färdiga rektanglar och be dem beräkna deras omkrets. En sådan aktivitet skulle minska möjligheter att se elevernas sätt att förstå (och elevernas möjligheter till lärande). Fokus skulle då istället hamna på rätt och fel svar. Hon väljer alltså en grad av öppenhet som ger henne maximala möjligheter till eget lärande om elevernas sätt att förstå. Jmf Cecilia som använder låg grad av öppenhet. Hennes fokus är inte heller på elevernas förståelse, utan på deras räknefärdighet och om eleverna kan använda de procedurer hon undervisar om.

Gott och blandat

Gunilla berättar hur hon ofta varvar "vanlig" matteundervisning där eleverna räknar relativt självständigt i sina böcker med andra aktiviteter. Nästa lektion har de en övning som kallas "gott och blandat". Gunilla inleder lektionen med att berätta vad det är.

Gunilla: Gott och blandat... Vad är det man tänker i första hand när man hör gott och blandat?

E: Godis

Gunilla: Ibland gör vi ju såna här uppgifter som inte finns i matteboken. Inte är som vanliga mattetal brukar vara. Så skulle vi ju göra det i en särskild bok. Ett eget räknehäfte. Då skulle vi ju ha ett namn på det häftet för att inte blanda ihop det med vanliga maten. Så hade vi ju lite olika förslag och många sa ju att de tyckte det var jätteroligt att göra såna uppgifter då va de ju nån som kom att tänka på gott och blandat. (det va ja!). Det var F som tyckte att det skulle heta gott och blandat. Och det är ju några andra barn som kallat nått de haft för gott och blandat. Så heter det här räknehäftet och där gör vi ju lite på olika sätt ibland så jobbar vi ju själva först och sen funderar vi tillsammans med den vi sitter breve. Ibland jobbar vi tillsammans helt och hållet. Ibland kan vi vara en större grupp, men vi redovisar alltid för varandra vad vi kommit fram till.

/.../

Gunilla: Och den uppgiften som ni skall få idag av mig. Den är bara såhär, svaret det är: [skriver på tavlan] "*Jag har 14 kronor kvar*". Jag har fjorton kronor kvar det är det svar man kommer fram till. [ohörbart] Så skulle man ju kunna göra. Nu vill jag att var och en gör en uppgift där svaret blir "*Jag har fjorton kronor kvar*". Vänta! Vänta lite grann innan ni hämtar dom. [hämtar och delar ut böckerna]. Jag vill inte att ni gör det så enkelt för er som möjligt!

Utan jag tycker att ni skall fundera lite grann och göra, använda er fantasi. Å så säger vi såhär att ni får på er till kvart i nio. Senast kvart i nio skall ni va klar med den egna uppgiften. Sen tar ni och berättar för kompisen ni sitter breve, va ni har hittat på. Och det får ju inte ta så väldigt lång tid. Och sen. (E: får vi göra två?) Får ni skriva två uppgifter? Du får göra tio om ni hinner till kvart i. Men försök va lite fantasifulle här nu då. (Är det en räkneberättelse?) Ja, vi kan kalla det för att det blir en räkneberättelse.

Det blir tyst i klassrummet. Eleverna sätter igång att arbeta i par så som de sitter placerade i klassrummet.

Gunilla: Har alla förstått? Är det ingen som sitter och funderar... "Jag vet inte vad vi skall göra för något", är det bättre ni kommer och säger till med en gång, så förklarar jag lite bättre.

E: Är det nått vi skall fråga efter.

Gunilla: Det måste det ju vara om man skall få ett svar... /.../

Gunilla: Jag har satt en liten tidsgräns då, så att det inte skall ta hela lektionen.

Frågan som Gunilla ställer innebär att hon ger ett svar "Jag har fjorton kronor kvar" och elevernas uppgift blir att formulera frågor som stämmer med det givna svaret. Frågan öppnar för en mängd olika uppgiftstyper, t.ex. uppgifter av formen

$$\begin{aligned}x - y &= 14, \\x - y - z &= 14, \\x - ny &= 14 \text{ och} \\x - y + z - u &= 14\end{aligned}$$

Variationen i elevernas frågor omfattar antalet "steg", eller delberäkningar i uppgifterna. Det finns variation beträffande de räknesätt de använder (addition, subtraktion, multiplikation). Uppgifterna rör sig inom olika talområden. Det finns också variation beträffande uppgiftens kontextualisering, både avseende "rikedom" och innehåll. "14 kr" tycks huvudsakligen begränsa kontexten till "affären" undantaget de elever som väljer tal i ett talområde med stora tal ($> 100\,000$), dessa elever gör uppgifter där det köps t.ex. hus och bilar. I längd varierar elevernas uppgifter alltifrån en kort mening till en lång berättelse. Gunilla menar i intervjun att flera steg, rimligt stora tal och möda nedlagt på uppgifter och deras formulering visar bäst kunnande.

Under tiden eleverna arbetar ställer de frågor till Gunilla om vad olika saker kostar. De frågar t.ex. om vad hus kostar. Efter ungefär en

halvtimme är det dags att redovisa. Eleverna läser upp sina uppgifter högt för de andra, efter att först ha läst för sin bänkkamrat. Här följer ett urval av de uppgifter eleverna gör.

E: Jag har tjugo kronor, och skall köpa en tidning för sex kronor. Hur mycket har jag kvar?

Gunilla: Det var vad Du kände för idag? (Ja) Det var bra! Så lyssnar vi på M.

M: Jag har 174 kr och köpte en tröja för 160. Hur mycket har jag kvar?
/.../

E: Jag fick 1000 kr av min farmor och köpte en TV för 986 kr. Då har jag fjorton kronor kvar.

De tre uppgifterna rör sig i olika talområden. I samtliga ingår endast en subtraktion. Frågan öppnar för att eleverna spontant väljer olika talområden. I nästa exempel räknar en elev fel.

E: Jag hade femtiofyra kronor och köpte en dricka och två kexchoklad. Drickan kostar 21 kronor och kexchokladen kostar 19 kronor styck... Jag har fjorton kronor kvar.

Gunilla: Du köpte ju två kexchoklad, tyckte jag att du sa, (jaa) men 21 plus 19 är 40 kronor. Du köpte ju två sa du, och så säger Du att de kostade 19 kronor styck.

E: ... Oj!

Gunilla: Du skulle tänkt på ett annat sätt!

E: Då köper jag en kexchoklad.

Gunilla: Då är ja med.

Elevens första försök kan tecknas $54 - 21 - 2 \cdot 19 = 14$. När Gunilla påpekar att $21 + 19 = 40$ korrigerar eleven sig genast och den nya uppgiften kan tecknas $54 - 21 - 19 = 14$. Komplexiteten minskar genom att uppgiften får ett räknesätt och ett beräkningssteg färre. Eleven ändrar sitt svar och den ursprungliga felaktiga uppgiften omformuleras till en ny, men utan multiplikation.

En alternativ inledande frågeformulering är att ge elever i uppgift att utföra beräkningar av liknande typ som de själva formulerar, t.ex.: "Vad blir $54 - 21 - 19$?"

En sådan fråga öppnar endast för ett legitimt svar, men flera möjliga akter [t.ex. $(54 - 21) - 19$ eller $54 - (21 + 19)$]. Då hade både akter och objekt varierat (eleverna hade på olika sätt löst olika uppgifter) på ett ej sammanhållet sätt.

När eleverna själva har gjort uppgifter öppnas möjligheter för dem att korrigera ej legitima svar på ett annat sätt än om frågan varit given. De kan på flera olika men legitima sätt ändra på sin fråga för att få den att stämma överens med svaret. Potentiellt öppnar sig därför ett rikare rum för Gunillas lärande .

Gunilla: Nu lyssnar vi på K!

K: Jag har 500 kr och jag skall köpa en present till pappa, som kostar 256 kr. Sen skall jag köpa en jacka som kostar 200 kr och en biobiljett som kostar 30 kr. Hur mycket får jag kvar?

/.../

E: Jag var på stan och handlade och köpte en ring som kostade sju kronor. Jag fick en tia av en tant jag mötte. För den handlade jag hårnål till min mormor. Den kostade nio kronor. Hur mycket har jag kvar om jag hade tjugo kronor från början?

Gunilla: Nu lyssnar vi på A!

A: Jag har 878 563 kronor (va sa du) Jag har 878 563 kronor. Jag köper en villa och en bil. Villan kostar 754 244 kr. Bilen kostar 124 305 kr. Hur mycket har jag kvar?

Gunilla: Nu gav de upp mina kontrollanter. Jag som lita så helt på dom. Jag behöver inte tänka här. Är det nån som kollat A om hon gjort rätt?

A: Jag säger bara mina tal: Åttahundra ..., 878 563 – 754 244 – 124 305

Gunilla: Då har vi kontrollerat jättebra, alla måste inte, det räcker ju att några skött den där kontrollen nu då va.

E1: Nu har jag köpt en dator och ett spel. Spelet kostade 120 kr och datorn kostade 16 kr. Från början hade jag 16 134 kr. Hur mycket hade jag kvar?

E2: Det måste var 16 000 kr!

Gunilla: Ja han sa fel och man får säga fel!

Här blir det "fel", men det är ett "tillåtet" fel. En dator kan rimligtvis inte kosta 16 kr...

Samtliga uppgifter handlar om att någon köper något. Det är en naturlig begränsning av att enheten kronor är given från början. Formuleringen uppmuntrar till subtraktion. I några fall förekommer även addition och multiplikation då någon beskriver köp av flera lika saker. Frågeformuleringen utesluter i praktiken division. Det finns

ingen explicit och inte heller verkar det finnas någon implicit överenskommelse om hur komplex en uppgift skall vara för att anses acceptabel av Gunilla. Under elevernas redovisningar lämnar hon inte heller några kommentarer utöver att hon en gång säger "det var vad du kände för idag" till en kort subtraktionsuppgift i tiotalområdet.

Det finns variation i de uppgifter som eleverna gör. Eleverna väljer att formulera sina uppgifter inom olika talområden, uppgifterna löses i olika antal steg och med olika räknesätt. Elevernas uppgifter varierar också i nedlagd möda. Några skriver långa räknesor andra en kort mening. Jämfört med andra episoder där frågan är given och svaret skall beräknas öppnar denna episod för större variation. Uppgiften blir därför "självindividualiserande". Eleverna kan välja vilken svårighetsgrad de vill arbeta inom. Några väljer svåra och många beräkningar, andra har få beräkningar inom lägre talområden, men lägger ner mer arbete på historien som ramar in beräkningarna. Genom att erbjuda eleverna ett svar och ge dem uppgiften att göra en fråga till detta svar hamnar fokus på elevernas akter, eller sätt att räkna. Svaret är konstant och det som tematiseras blir då de olika beräkningar som leder fram till detta svar.

Vinterekologi, tittskåp

I t.ex. en bröd- eller ölkartong skall eleverna med hjälp av grenar, kottar, löv och annat de hittar inom skolans närområde samt bomull, paljetter mm. bygga en modell, ett tittskåp, över ett stycke landskap vintertid. Eleverna arbetar i grupper om tre till fyra elever. Innan de sätter samman skåpet skall de göra en skiss över hur den färdiga modellen är tänkt att se ut. Först när Gunilla godkänt skissen får de börja bygga på skåpet.

Det är svårt att dokumentera interaktionen. Två klasser jobbar tillsammans i två klassrum som ligger bredvid varandra och Gunilla rör sig mellan rummen. Det är relativt hög ljudnivå och mycket "spring". Detta ger dålig hörbarhet på ljudbanden. Mycket av interaktionen i denna episod handlar om att Gunilla på olika sätt försöker hålla ordning i klassrummet.

E: Vi får inte till våra granar nå bra!

Gunilla: på skissen?

E: Ja

Gunilla: Men kära nån det spelar ingen roll. Ni kan skriva gran.

Gunilla: Är ni klar med den (skissen) ska ni fortsätta då. Jag tror ni behöver veta vad ni skall göra, diskutera det nu, och inte sen när ni har börjat limma grejor.

Gunilla: Ni ska få med dethär mellanskiktet som finns mellan marken och snön.

Gunilla: Man måste få möjlighet att göra fel ibland utan att hela världen går under...

Gunilla: Om ni behöver piprensare till någonting, om ni behöver fjädrar så har jag...

Gunillas interaktion med eleverna handlar mycket om praktiska problem med tittskåpen. Den handlar inte mycket om vinterekologi, den handlar mest om vilket material som finns tillgängligt och hur det skall fästas på bästa sätt. Men å andra sidan så menar Boaler (1997) att eleverna "appeared to be of task 50 % of the time..." när eleverna i hennes studie arbetade med projektarbete och trots detta hade bättre behållning av arbetet än vid "traditionell" undervisning. Här är eleverna "on task" men det som i praktiken tematiseras är av "pysselkaraktär". Elevernas fokus tycks ligga på att det skall bli fint och vackert. Färggranna papegojor sitter i träden och flugsvampar växer i snön. På snöytan kryper myror. I viss mån är också själva konstruktionen i elevernas fokus t.ex. hur saker och ting skall sättas fast och hur pappersbitar skall klippas ut för att de sedan skall kunna vikas ihop till lådor.

Nästa lektion inleds med att Gunilla gör en kort introduktion. Hon säger att eleverna skall utnyttja tiden, inte prata så högt och att eleverna kan gå utomhus och hämta mer material om de vill. Det är till övervägande del en ensidig monolog. De flesta av eleverna arbetar med skisserna av sina tittskåp.

Gunilla: Då får ni berätta för nn vad ni håller på med för han har varit sjuk.

Gunilla: Fastna inte i detta, försök komma igång... [Går mest runt och skaffar grejor]

Gunilla: Berätta nu för nn så hon kommer in i jobbet.

Gunilla: Ni vet var vi har saker här i klassrummet.

Gunilla: Då tycker jag att Du ritar ett rådjur på ett annat papper, klipper ut och klistrar in så blir det klart på en gång. [Eleven har glömt sin skiss hemma]

Gunilla: Gör nu ett riktigt rådjur att klippa ut och ha med.

Gunilla: Vill man ha en liten (klister)prick så skruvar man fram den här...

Gunilla: Tänker du limma snön här? Ja. ... Hur skall du få plats med djuren som bor mellan marken och snön?

Gunilla: Vi städar när vi jobbat klart idag.

Gunilla: Försök nu att inte hålla på med dethär fläset så mycket. Försök komma igång. Titta i era påsar vad ni har med. Försök inte fastna med de här paljetterna så mycket. Jag tror att det blir väl så bra om ni använder naturens material. Man kan ha någon enstaka med det får inte bli nått... Å va fint!

Gunilla: Jag tycker att här finns de som inte gör nånting. – Gör de, Ja men man skall ju jobba hela tiden. Försök nu att inte ha alltför mycket paljetter. Man kan ha några stycken men i naturen är det ju inte så viktigt. Ja lit grann kan man ju ha men inte så att man bygger upp hela verksamheten.

Gunilla: Försök att inte va så fjantig försök jobba på

Gunilla: Va ä de nu då, en fluga igen?! [oro i klassen]

Gunilla: Vi skall alldeles strax börja plocka ihop

Gunilla: Ha du städat klart du eller?

Gunilla: Fyrorna skall städa!

Gunilla: Vi, eller ni får hjälps åt! Nu skall ni städa.

Gunilla: Det här bordet vill jag att ni hjälps åt att städa för här har alla varit och hämtat dun, fjädrar och paljetter.

Gunilla: Stolar skall tillbaka å ..., det är mycket jobb.

Gunilla: Prata inte så mycket med varandra, utan att få det snyggt. Jag tror att Jenny vill komma igång med er efter maten.

Gunilla: Det finns mer jobb här framme. Alla har varit här och hämtad dun och paljetter. Alla kan känna ansvar för det här bordet

Det tar nästan lika lång tid att plocka fram och städa som den tid själva arbetet har tagit.

Större delen av lektionen ägnar Gunilla åt att hämta saker som eleverna vill ha t.ex. bomull, klister, paljetter. Tid går också åt till att hålla ordning, "vem har tagit stolen" eller "jobba på nu". Det är elevernas aktivitet som kommer i fokus, hur de jobbar, om de är flitiga o.s.v. Enstaka gånger kommer innehållet i fokus som när Gunilla frågar:

Gunilla: Tänker du limma snön här?

E: Ja. ...

Gunilla: Hur skall du få plats med djuren som bor mellan marken och snön?

Mellan markskiktet och snön bildas om förhållandena är de riktiga ett luftskikt där många djur t.ex. smågnagare vistas vintertid. I skiktet är temperaturen förhöjd och relativt konstant. Födottillgången är här större för många djur än i snöskiktet. Att få förståelse för detta skikt är viktigt anser Gunilla.

Jonas: Den här vintertavlan som dom har arbetat med /.../ Vad vill du att dom ska lära sig av det?

Gunilla: Ja, jag vill att dom ska lära sig att det blir vinter här och en del växter och djur... eller växterna kommer väl vara kvar, för dom som inte är kvar har dött ut för längesen, men en del djur, fåglar, stannar här och vad beror det på att dom kan stanna kvar... Andra måste göra på något annat sätt, lägga sig och sova eller flytta och varför är det så och vad beror det på att inte dom kan stanna. En del fåglar finns ju här hela vintern, men andra ger sig iväg ganska tidigt på hösten... att dom förstår att dom behöver olika saker för att kunna klara vintern och dom som hittar det dom behöver kan ju stanna. Att det är olika villkor för olika djur och likadant med växterna, hur dom gör för att klara vintern. Nu vart det väl mer djur som det handlade om än växter, för just växterna är det ju lämpligare att jobba med på hösten, just i lövfällningen...

Jonas: Det är ju inte så mycket växter nu och det är svårt att se vad det är.

Gunilla: Ja, visst. Att dom... får veta att det finns ett liv under snön som pågår i skiktet mellan den frusna marken och snön och även i den frusna marken finns det ett liv... Så är det lite artkunskap där också, vad det finns för djur här vid vår skola och lite grann om hur spåren efter djuren ser ut...

Jonas: Mm...

Gunilla: Det är väl det.

Jonas: Alla började med att... Ni tillsammans sa någonting... Sätt er ner i en grupp och fundera och gör en skiss och sen så skulle dom komma och få den skissen godkänd...

Gunilla: Använde vi ordet godkänt? Det gjorde vi nog...

- Jonas: Ja, hur ska en sån skiss se ut för att vara godkänd?
- Gunilla: Det är ju att dom har fått med det vi tycker är viktigt och det är ju det jag alldeles nyss sa, att det finns olika skikt, den frusna marken och...
- [Sidbyte på bandet, data saknas. Jag har frågat "Varför skall de göra en skiss?"]
- Gunilla: ... innan dom börjar jobba med tavlan, hur det ska se ut och att dom haft diskussionen i gruppen, att dom inte börjar diskutera när dom väl har börjat klistra fast grejer, om det ska få vara med eller inte och ska det vara en sol där och snö där... Sådant ska dom ha klart för sig innan dom börjar jobbet. Annars är det väldigt lätt att dom hamnar i någon diskussion "Nä, det ska va så mycket snö" och "Vi ska inte ha någon älg." Då har man klarat av det och sen kan vi jobba på då.
- Gunilla resonerar som om hon vill att eleverna skall diskutera igenom hur de vill ha sina tittskåp innan de börjar bygga. Arbete organiseras så att själva produktionen av skåpen skall gå smidigt och inte onödigt förhindras.
- Jonas: Dom skulle också fundera hur dom skulle göra.
- Gunilla: Ja, vad dom skulle använda för material ja... Det är också samma där att det går lättare att jobba om man vet, innan man börjar med det konkreta jobbet, vad det är dom ska använda och vad man behöver och ibland kanske det är saker som inte finns på skolan och som vi vuxna måste titta hemma om vi har sånt, som vi kan använda här.
- Jonas: Dom... Ni hade väldigt mycket material och mycket grejer och dom hämtade mycket i skogen.
- Gunilla: Ja, det bästa är ju om dom kan använda material från naturen. Nu blev det väldigt roligt med paljetter, för dom är ju så fina, tycker man om man är flicka.
- Jonas: Det var många fina löv där också... Inte bara flickorna. Jag såg pojkar som mycket noggrant klistrade blommor...
- Gunilla: Ja, och snöflingor hittade dom också, som dom använde. Dom tycker att det blir fint och vi satte ju inga sådana hinder att det måste vara naturmaterial, utan det fick vara precis vad som helst.
- Jonas: Det är mycket som kommer in i en sån här uppgift, som samarbete och att planera och genomföra... något som man har bestämt... Det kommer in... teknik... Jag pratade med några

flickor som jag tror hade klippt fel. Dom hade någon kartong som dom skulle klippa till och så hade dom klippt av något hörn och dom satt där och funderade på hur dom skulle få ihop hörnet och det löste dom också, med lite hjälp, så det är väldigt många olika saker, som kommer in i en sån här uppgift.

Gunilla: Det tycker jag är bra, för världen består inte bara av ämnen, utan det är ju sammanhang allting egentligen.

Jonas: Var kommer no in?

Gunilla: I den här uppgiften menar du?

Jonas: Ja.

Gunilla: Det är ju vinterekologin. Det är ju det som är no:n i det hela och sen blir det ju mycket skapande.

Jonas: Teknik också.

Gunilla: Ja, teknik är ju också no.

Jonas: Det tycker jag.

Gunilla: Jag tänker inte så att det där är kemi och det är fysik och det är teknik, utan det här är ett sammanhang och det är klart att börjar man dela upp det så är det ju teknik...

Jonas: Nä, jag ville inte kritisera eller dela upp det, utan jag ville...

Gunilla: Visst...

Jonas: Dom här sakerna du nämnde att vissa djur stannar och vad det beror på och att vissa flyttar och varför då... att olika djur och växter har olika villkor och artkunskapsspår... Det var några sådana saker du nämnde, som är mer åt biologihållet... Hur tar du reda på vad dom kan av det?

Gunilla: Jaa... Jag ser väl där på tavlan, om dom har fått dit rätt djur eller så... Det var någon som ville göra en papegoja.

Jonas: Jag såg också en skiss där det kröp myror och det var någon svamp.

Gunilla: Ja, då ser man ju om dom har förstått eller inte och börjar det krypa myror på snön eller växa svampar på snön, måste vi ju ta upp det igen och fundera, men det kan man ju göra vid redovisningen då och se om dom upptäcker det själva att det har blivit lite tokigt, annars upptäcker säkert någon av dom andra barnen det.

Jonas: Jag funderade på det, som med svampen... Jag funderade på varför han hade gjort det och jag är ganska övertygad om att

han... Om man frågade honom, så skulle han vara rätt säker på att svampar inte växer på snön... Jag tror inte det hade något samband med vad han vet om svampar...

Gunilla: Det kanske var för att det skulle se fint ut.

Jonas: Visst och då funderar jag vidare om det inte är ganska svårt då att se vad dom kan i ett sånt arbete...

Gunilla: Ja, men om man pratar med dom och om dom redovisar och berättar om sitt arbete, så ser man ju det. Börjar dom berätta att det växer svampar här, då måste man ju försöka kolla varför svampen växer här och tror dom då att det växer svampar på snön, då får vi väl börja om med jobbet.

Jonas: Det tror jag inte dom gör.

Gunilla: Nä, det tror inte jag heller.

Aktiviteten att bygga tittskåp öppnar för att eleverna ritar papegojor i träden och att de placerar myror och svampar på snön. Gunilla uppmärksammar detta men kan inte relatera dessa akter eller handlingar till elevernas sätt att förstå dessa organismer eftersom akterna inte nödvändigtvis är relaterade till organismerna som objekt. Akterna kan lika gärna vara relaterade till elevernas önskan om att deras arbeten skall se fina ut. Vi får här situationer där både akter och objekt varierar samtidigt och inom olika zoner. På en mer övergripande nivå är arbetsgången, att eleverna först gör en plan i form av sin skiss för arbetet och därefter sätter samman sitt vinterlandskap, invariant. Invariant är också elevernas engagemang och arbetslust. Gunillas fokus hamnar därför inom den proceduriella zonen. Ett annat fokus är om eleverna har med luftskiktet mellan marken och snön i sina tittskåp. Detta fokus handlar dock inte om vilka innebörder eleverna tillskriver skiktet, t.ex. beträffande vilken biologisk eller fysikalisk funktion det har. Fokus gäller om det finns med eller inte, en distinktion inom stoffzonen.

Jonas: Du nämnde också... att dom skulle... Hur sa du? Dom skulle skriva... Dom skulle få ihop lite fakta om det här också... Vad är det för något?

Gunilla: Dom har fått välja ut olika djur eller växter... Nu tror jag inte att någon har valt någon växt, utan det har blivit mer koncentrerat på djur, som dom ska ta reda på lite fakta kring, inte något långt, för det är inte något stort forskningsjobb på ekorren, utan mer berätta om hur ekorren lever och hur den gör för att klara vintern.

- Jonas: Skriver dom det då eller?
- Gunilla: Ja, dom...
- Jonas: Gör dom häften?
- Gunilla: Nä, det ska inte bli häften, utan dom skriver mera för sig själva, för att sedan muntligt redovisa för varandra.
- Jonas: Gör dom det i stora gruppen då eller?
- Gunilla: Ja, dom redovisar i den stora gruppen.
- Jonas: I tre-fyran.
- Gunilla: Ja, det ska inte bli häften, utan det är mer att visa upp sin vintertavla och berätta om den och så lite fakta då om våra djur som dom har med.
- Jonas: Och i samband med detta får du en bättre bild av vad dom kan, när dom pratar om det istället för när du bara...?
- Gunilla: Ja, det får jag ju.

Gunilla nämner i intervjun vad hon vill att eleverna skall kunna:

- Att det blir vinter här
- Hur växter och djur klarar vintern
- Vad det beror på att en del djur kan stanna kvar, de behöver olika saker för att klara vintern
- Olika villkor för olika djur och växter
- Det finns liv under snön
- Artkunskap
- Spår

Mycket av detta är svårt, eller kanske t.o.m. omöjligt att se i elevernas tittskåp. Skåpen omfattar så mycket variation att det i praktiken blir omöjligt att "separera" olika "källor" till denna. Elevernas önskan att det skall vara "fint" introducerar papegojor i träden och myror och svampar på snön utan att de nödvändigtvis menar att det är rätt i ett naturvetenskapligt perspektiv. Samtal med eleverna och deras muntliga och skriftliga redovisningar hjälper dock till här enligt Gunilla.

Det blir fint. Eleverna verkar ha roligt och jobbar bra. De lär sig förmodligen en massa saker, men inte mycket vinterekologi. Gunilla har rika möjligheter att lära om eleverna men inte om deras naturvetenskapliga kunnande. För henne finns i episoden endast små möjligheter att lära utöver om elevers intresse, glädje, motivation och "pys-

selkunnande”. Kunnande i och om naturvetenskap tematiseras inte i klassrumsinteraktionen.

Gunillas no-fråga, aktiviteten där eleverna bygger vinterlandskap har extremt hög grad av öppenhet. Eleverna har en mängd olika ”projekt”. Deras objekt varierar. Några fokuserar estetiken i sina arbeten, andra har ett fokus på konstruktionen, hur saker och ting skall sättas fast. Andra fokuserar djuren och strävar efter att så troget som möjligt efterlikna djurens utseenden. Den höga graden av öppenhet omöjliggör för Gunilla att hålla innehållsligt fokus. Det blir för stor variation i objektsaspekten av elevernas kunnande för att hon skall ha reella möjligheter att se deras förståelse av vinterekologi. De handlingar eleverna utför relateras inte till deras objekt.

Eleverna står för innehållet som riktas mot Gunilla som är relativt passiv. I någon mening är innehållets riktning horisontell och går utanför stoffet (vinterekologi). Det pekar mot ”sammanfogningsteknik” och design eller estetik. Dock inte med bibehållet fokus på ekologi. Riktningens horisontella karaktär blir ”oekologisk”. Är detta något att hänga upp sig på? Möjligen eftersom Gunillas explicita formuleringar i intervjun tyder på att hon menar att eleverna faktiskt arbetar med vinterekologi som fokus. Vidare anser hon sig se elevernas kunnande i de färdiga skåpen med hjälp av deras skriftliga redovisningar. Både akter och objekt av kunnande varierar, dock utan att hållas samman. Gunilla kan därför inte urskilja om myrorna och svamparna på snön finns där för att eleverna tycker att de har en estetisk funktion, eller om de finns där för att eleverna menar att de är en naturlig del i ett vinterlandskap. Hennes fokus hamnar därför på elevernas aktivitet, intresse och engagemang och inte på deras sätt att förstå.

Sammanfattning Gunilla

Hur många rektanglar har omkretsen 24 cm?

Elevernas invarianta objekt: rektangel, omkrets, rektanglars orientering (stoff, begrepp)

Akter som varierar: Eleverna föreslår rektanglar av olika former (med konstant omkrets) och man diskuterar kongruenta men olika orienterade rektanglar.

Gunilla bidrar med exempel som illustrerar att vid vissa tillfällen representerar uttrycken samma rektangel och vid andra kan det vara olika rektanglar. Akter varierar både inom stoff- och begreppslig zon. Hon kan därmed göra distinktioner både beträffande elevernas förståelse att beräkna omkrets på olika rektanglar och beträffande deras sätt att förstå relationer mellan matematiska beskrivningar av rektanglar (bas a , höjd b) och fysiska objekt (basketplan, papperslappar dragna ur hatt).

Gott och blandat

Elevernas invarianta objekt: En beräkning med svaret 14 kr (stoff, begrepp, färdighet)

Akter som varierar: Eleverna gör olika räknasagor som alla resulterar i svaret "Jag har fjorton kronor kvar". Här finns variation i delberäkningar och använda räknesätt. Uppgifterna rör sig inom olika talområden och har olika kontexter ("affären", är dock den vanliga)

Varje fråga som barnen formulerar ger upphov till en interaktion som är relativt fristående från de övriga. Den inledande frågan resulterar i betydligt större variation än Gunillas fråga om omkrets och är därför svår att behandla på samma sätt. Det finns flera mönster av variation, invarians inom "huvudepisoden".

Tittskåpet

Elevernas invarianta objekt: luftspalten (stoff), skissen, tittskåpet, "det skall bli fint och vackert" (färdighet)

Akter som varierar: luftspalten finns med, finns ej med (stoff) akter av tittskåpskonstruktion t.ex. hur de fäster saker och hur de använder sin skiss (färdighet)

Inom stoffzonen kan Gunilla göra distinktioner om luftspalten finns med i tittskåpet eller inte. Det finns inte tillräckligt med variation för att hon skall kunna urskilja hur eleverna förstår dess funktion. Potentiella objekt inom den begreppsliga zonen varierar. Även akter varierar inom denna zon. Inom den proceduriella zonen varierar elevernas användning av den skiss de måste göra innan de sätter igång. En del elever använder den endast som ett "körkort", ett sorts intyg som innebär att de har Gunillas godkännande att fortsätta arbeta, medan

andra bygger sina skåp noggrant efter skissen så som de planerat. I intervjun nämner hon sina syften med aktiviteten:

Gunilla: Ja, jag vill att dom ska lära sig att det blir vinter här /.../ en del djur, fåglar, stannar här och vad *beror* det på att dom kan stanna kvar... Andra måste göra på något annat sätt, lägga sig och sova eller flytta och varför är det så och vad beror det på att inte dom kan stanna. /.../ att dom *förstår att dom behöver olika saker för att kunna klara vintern* och dom som hittar det dom behöver kan ju stanna. Att det är *olika villkor för olika djur* och likadant med växterna, hur dom gör för att klara vintern. /.../ får veta att det finns ett liv under snön som pågår i skiktet mellan den frusna marken och snön och även i den frusna marken finns det ett liv... Så är det lite artkunskap där också, vad det finns för djur här vid vår skola och lite grann om hur spåren efter djuren ser ut...

[Mina kursiveringar visar vad Gunilla uttrycker att eleverna skall lära i tittskåpsepisoden]

Hon nämner alltså flera potentiella elevobjekt av begreppslig karaktär. Vad det beror på att vissa djur flyttar och vissa stannar kvar. Dessa objekt är dock tagna för givna och inte synliga i arbetet med tittskåpet. Elevernas löser konstruktionsproblem med fokus på att resultatet skall vara estetiskt tilltalande. Det syns inte om de bearbetar ekologiska samband och i såfall hur de förstår dessa. En papegoja eller en svamp kan placeras i snön för att det anses vackert, inte nödvändigtvis för att eleven förstår organismen på ett sånt sätt. I tittskåpen kan Gunilla inte göra distinktioner mellan dessa två dimensioner ("djurens levnadsbetingelser" och "elevernas estetiska skapande").

Hanna

Matematik

Hannas klassrum ligger i ett annex på en liten höjd bakom skolans huvudbyggnad. Hon arbetar ibland tillsammans med Pia som är lärare i klassrummet intill. Pia tar hand om det mesta av matematikundervisningen i Hannas klass. Vid dessa tillfällen går Hanna över till Pias klass och har svenska och so. Hanna har undervisat i matematik tidigare men säger sig numer ha matematiklektioner bara sporadiskt. Vi fann inget lämpligt tillfälle för mig att besöka någon av hennes få matematiklektioner. Studien saknar således observationsdata från Hannas matematikundervisning. I intervjun talar vi därför inte så mycket om matematik, undervisning i matematik eller om elevernas kunskande i detta ämne. Hanna nämner dock att det är lättare att ta reda på vad eleverna kan i matematik än i naturvetenskap.

Hanna: / .../ Lättast tycker jag att det är att förstå dom i matte, hur dom resonerar, för dom har många fler sätt än vad jag har, när jag förklarar, så ibland ber jag dom förklara för mig. Jag har väldigt sällan matte, men ibland och då kan det bli så där "Wow, så kan man också göra." När jag inte når vissa barn, brukar jag be andra barn, som är säkra, att förklara... för då får jag dels samma nivå...

"För de [eleverna] har många fler sätt än vad jag har" implicerar att hon erfar en större variation i elevernas sätt att förklara i matematik än i naturkunskap och att hon därför har bättre möjligheter att urskilja vad eleverna menar. I matematik menar hon sig också utnyttja denna variation för att skapa innehåll i undervisningen genom att be eleverna att förklara för varandra. Kanske kan hennes möjligheter att erfara variation kopplas till det egna kunnandet i och om ämnena samt kunskande om undervisning i de båda ämnena.

Människokroppen

Det är väldigt lugnt och stilla i Hannas klassrum. Eleverna tycks självständiga. När de är färdiga med en sak väljer de på egen hand vad de skall fortsätta att arbeta med.

När jag går runt bland eleverna i klassrummet får jag intrycket att de är väldigt inriktade på att behärska det som Hannas kräver av dom. Inriktningen innebär en begränsning beträffande vad de arbetar med. Jag talar t.ex. lite extra med en elev som frågar mig om kapillärer och jag upptäcker då att han placerar dem enbart i fötterna, så som det ser ut på bilden i den lärobok de använder. Det verkar inte

som om kapillärer för honom är något som är i kontakt med kroppens alla celler. Jag försöker diskutera om att kapillärerna är ett fint nätverk förgrenat genom hela kroppen med honom, men eleven vill endast tala om det han tror att Hanna kommer att fråga om i det test som han förbereder sig för.

Sammanlagt är jag hos Hanna under en förmiddag. Det är ett pass som helt och hållet är ägnat åt en summativ utvärdering, där eleverna "examineras" på ett snart avslutat arbetsområde. Eleverna som går femte året har arbetat med människokroppen i ett par veckor. Örat, blodomloppet och skelettet är exempel på rubriker över olika områden som behandlats. När eleverna arbetat färdigt är det dags för examination. Eleverna väljer själva när de vill bli förhörda av Hanna, eller av någon av de elever som hon godkänt som examinatore. När eleverna känner sig mogna går de fram och ställer sig i kö vid Hanna. Ibland står det två, tre elever och väntar på sin tur. Hanna plockar fram en bild över den del av kroppen som eleven vill bli testad på och Hanna frågar efter t.ex. "ljudets väg" eller "blodets väg genom kroppen". Hon har några olika bilder att välja på för varje kroppsdel. Ingen av dessa "examinationsbilder" är identiska med de som eleverna tidigare arbetat med.

Hanna berättar i intervjun om de krav hon ställer på eleverna. Hon säger att eleverna skall kunna "förklara ljudets väg genom örat" och jag frågar henne om detta:

Jonas: Vad menar du med det [förklara ljudets väg] och hur visar dom för dig att dom kan det?

Hanna: Dom beskriver att ljudet kommer utifrån och att det är ljudvågor och vi har inte pratat om ljudvågor.. Vi har sagt att det finns ljudvågor... Ibland måste man göra en gräns... Att det förflyttar sig och vibrerar in i hörselgången till trumhinnan och att den är spänd och börjar vibrera, så att det fortplantar sig genom benen i örat, som slår på varandra och stigbygeln sitter i snäckan och i snäckan finns vätska, som bildar ljudsignaler eller elektriska signaler. Ungefär den förklaringen och att ljudsignaler tas upp i hjärnan via hörselnerv...

Det är en summativ utvärderingsform som är fokuserad på Hannas tolkning av godkändnivån i Lpo94. Eleverna som inte blir förhörda sitter vid sina bänkar och memorerar örats delar, skelettets ben och blodomloppet. När de känner sig mogna ställer de sig i kö för att bli examinerade. Vi skall följa en elev A genom hans "examination". A frågar först Hanna om några oklarheter kring örat och ber henne förklara.

Hanna: Nu tittar vi på den här bilden ihop så förklarar jag för dig och sen får du förklara för mig. (hm). Örat är ju som en tratt längst ut, ytterörat. Det fångar upp ljudvågorna i luften. Ljudvågorna passerar genom hörselgången in till trumhinnan. Trumhinnan börjar vibrera, den är ju så spänd. Vibrationerna forplantas i de här tre benen, hammaren städet och stigbygeln.

A: som slår mot varandra

Hanna: Ja, det är rätt. Dom sitter ju fästa här vid snäckan. Inne i snäckan finns det vätska och inne i snäckan omvandlas ljudvågorna till signaler, elektriska signaler. Dom förs upp till hjärnan via hörselnerven. Och vi tolkar dom då som ljud. Är du med?

A: Ja

Hanna: Nu tror jag att du kan. Nu lyssnar vi på P

P är en annan elev som precis skall redovisa vad han kan om örat för Hanna. Han får "rest" och skall komma tillbaka om en stund och berätta en gång till om hur vibrationer i snäckan överförs till elektriska signaler som går till hjärnan via hörselnerven. Direkt efter P:s redovisning är det A:s tur igen:

A: Signaler in i örat

Hanna: Ja, ljudvågor, ljudet kommer in ... fångas upp

A: i hörselgången till trumhinnan

Hanna: Ja

A: Som blir så spänd så det inte kommer in nått

Hanna: Den är spänd. Vad händer då?

A: ... det kommer in vib, vibrationer.

Hanna: Ja, den börjar vibrera

A: ja och så slår hammaren på stigbygeln

Hanna: Vad har du mellan hammaren och snäckan?

A: Städet

Hanna: Ja

A: och så slår den på snäckat, och ... omvandlar det ...

Hanna: omvandlar ...

A: vibrationer ...

Hanna: till?

A: till, ... till

Hanna: Vad, vad omvandlar...

A: Till hjärnan

Hanna: Ja men, vad kallar vi dethär då

A: Snäckan, ... snäckan

Hanna: Ja, vad

A: Vad heter det... .. det är

Hanna: Joo, du är på väg

A: Vad är det!!

Hanna: Skall du göra så också, att du läser en gång till.

A går till sin bänk och läser på. P får prova igen. Han får godkänt på "ljudets väg" men skall komma tillbaka ytterligare en gång och då namnge örats olika delar ännu en gång. Då blir det A:s tur igen. Från ytterörat till snäckan är Hanna nöjd med hans beskrivning. Han nämner inte att vibrationer i snäckans vätska omvandlas till elektriska signaler. Det är framförallt denna del han hade problem med första gången också. Hanna försöker få honom att säga rätt ord:

Hanna: Sss ... Sssiii ... Sign... /.../ Vad gör jag nu med tummen [hon trycker fram och tillbaka som på en cykelringklocka]?

A: ???

Hanna: Jag försöker att få dig att tänka på att ringa

A: ???

Hanna: ringsignaler. Du är så nära nu, jag vill att du säger det ordet.
Läs på igen så kommer du till mig direkt

A får komma åter ännu en gång. Efter ca 10 minuter är det dags igen.

Hanna: Var är örat?

A: ...Ytterörat här...

Hanna: Ljudet kommer?

A: ... in i hörselgången som går så vibrerar, va heter det, trumhinnan ...

Hanna: Vad säger du om trumhinnan, kan ni vara lite tysta där borta för jag hör inte vad han säger annars.

A: Den vibrerar

Hanna: Ja, den vibrerar och vad händer då?

A: Ehh den stöter ifrån, den stöter, vad heter det...

Hanna: De sätter...

A: ...

Hanna: De här vibrationerna de fortplantas i

A: Hammaren, städet stigbygeln (ja) slår på snäckan (ja), omvandlas till, till ...ehhh ... ehhh ... Ssss ... Ssss

Hanna: Jo du kan ju detta nu, vi har ju pratat om vad som händer. Vad gjorde vi förut när jag gjorde så [viftar med tummen]

A: Det var ju signaler

Hanna: Det omvandlas till signaler i snäckan, det är rätt

A: ...

Hanna: De här signalerna vad händer nu?

A: Dom åker ut i hjärnan

Hanna: Vad heter den här [pekar på hörselnerven] den delen som skickar signalerna upp till hjärnan, de skickas via ...

A: ...

Hanna: Vad sa du

A: Det som finns i snäckan

Hanna: Nej, det ansluter till snäckan men vad heter de här, vad heter den platsen?

A: ... eh hörsel

Hanna: Ja, hörselnerverna går iväg upp. Hörrdudu nu vill jag bara veta vad den heter [pekar]

A: Den heter örontrumpet

Hanna: Ja! Kan jag få penna, kan jag få ditt papper skall jag godkänna dig.

Eleven söker sig fram för att finna de ord som Hanna önskar. Orden skall också nämnas i en särskild ordning. Eleven tycks nämna dessa ord utan att de har någon innebörd för dem som kan relateras till örats funktion. För honom är det endast ord som han återupprepar likt meningslösa stavelser. Hanna gör tecken för att ge ledtrådar. Hon imiterar t.ex. tummens rörelse mot cykelns ringklocka, hon signalerar för att hjälpa eleverna använda ordet signaler. Hon lotsar eleverna genom att nämna de inledande bokstäverna i de ord hon vill höra.

Följande exempel kommer från intervjun där vi diskuterar en annan elev som också beskrev ljudets väg. Hanna har upptäckt att ovala fönstret var placerat på olika ställen i det underlag eleverna hade och det som Hanna använde vid "examinationen". Hon blir då osäker på hur det egentligen ser ut.

Hanna: Nä, men det är så jag menar att så hamnar man, och det retar mig, när man inte kan förklara det riktigt, och de här bilderna nästan bara försvarar... Där kan man inte se precis var ovala fönstret sitter, men man kan se att det sitter i snäckan, men man kan inte se att det sitter i stigbygeln.

Å ena sidan är det viktigt att eleverna rätt återger detaljer i örat, å den andra så är Hanna själv osäker på samma detaljer. Hannas kunnande och intresse inom no-området sätter ramar och begränsar innehållet i undervisningen (enligt henne själv i intervjun). Ersättningen för kontaktdagar finns inte längre och det är svårt att få anslag för att inbjuda t.ex. forskare eller andra experter. De har en ny dator men den krånglar. Att använda cd-rom eller internet är därför också problematiskt. Hon har funderat på att integrera människokroppen med teknik och skall göra det om hon får pengar.

Några kollegor har satt ihop en låda med experiment om bl.a. luftens egenskaper. Förut använde Hanna denna låda, men numer har flertalet elever redan mött den i tidigare årskurser. Lådan är därför "förbrukad" för Hanna och kan inte användas på samma sätt som tidigare. Det är därför svårt att finna vad hon benämner "nivån högre".

Jonas: /.../ vi pratade om det här med lätt och svårt och du sa att detta [människokroppen] var förhållandevis enkelt, eftersom det är självklart för dig att ta reda på vad dom kan...

Hanna: Ja, för jag har bearbetat det så pass mycket.

Jonas: Något som är särskilt svårt då?

Hanna: Ja, säg det med luft då.

Jonas: Vad är det som gör det svårt då?

Hanna: Jag kan så lite (Jonas: okej...) jag kan gå in och skriva och prata om vad luft har för... Vad syre är och var syre kommer ifrån och vad det har för kemisk formel, men det är ju inget roligt... Om man kan göra experiment och visa på, är ju det lite roligare, men då har ju det här gänget knyckt alla dom här goda idéerna [de andra lärarna som utnyttjat lådan året innan].

Jonas: Jaha, nu förstår jag dig!

Hanna: Jag kan inte mer va.

Jonas: Nu förstår jag.

Hanna: Det här med att kyla och värma luft... via ballonger eller någonting.

Förutom det egna kunnandet och intresset är det alltid saker som ligger utanför hennes egen kontroll som hon menar är begränsande för hennes sätt att ta reda på vad eleverna kan. Kunnandet är dock kopplat till intresset som är givet:

Hanna: Det är ingenting som jag bara har så där, om du jämför med SO, som jag är jätteintresserad av och läser och är ute och reser, så är det ofta historisk anknytning, som jag tar till mig på fritiden, men jag kan ju inte säga att jag sitter och läser böcker om luft. Det är väl lite mitt intresse också.

Genom att koppla sitt kunnande till det egna och givna intresset hamnar även kontrollen över kunnandet utanför hennes egen påverkan. Detta tycks mig genomgående för Hannas hela praktik. Alla hinder för undervisningen placerar hon utom egen kontroll.

Utvärderingen omfattar isolerade områden. Till skillnad från flera av de andra lärarna talar inte Hanna om vikten av att eleverna ser samband och sammanhang. Detta är möjligen kopplat till hennes egen förståelse av naturvetenskap. Eleverna behöver inte relatera syret i blodomloppet till syret i luften. Kopplingen från biologiska och fysikaliska till fysiologiska aspekter av syre uteblir.

Syre kan potentiellt förstås utifrån en mängd olika utgångspunkter. Det uppträder i gasform och i denna form har det en mängd fysikaliska egenskaper. Det har också biologisk eller ekologisk betydelse. Gröna växter bidrar till en nettoproduktion av syre. Djur och människor använder syre i sin förbränning av sockerarter och bildar då koldioxid. Hannas frågor om blodomloppet uppmärksammar endast några fysiologiska aspekter. Eleverna behöver endast "rabbla" namnet på blodomloppets delar och i vilken ordning delarna passeras. De nämner var i blodomloppet som blodet är syrerikt och var det finns mycket koldioxid.

Luft som växelverkar med en ljudkälla påverkas så att en longitudinell våg bildas. Vågen kan ses som en serie förtätningar och förtunningar i luften. Luftens molekyler vibrerar längs sina jämviktslägen och växelverkar med närliggande molekyler. Vågen utbreder sig i rummets alla riktningar och når så småningom örat. Molekylernas rörelseenergi växelverkar med trumhinnan som börjar svänga i takt med luften. Det

finns ett ej tematiserat samband mellan undervisningen om gaser och undervisningen om hörseln. Hanna skulle kunna ställa frågor som öppnar för elevernas förståelse om sambandet mellan luftens egenskaper och hörselns funktion. Här finns också möjlighet att anknyta till luften i lungorna. En annan möjligen mer närliggande möjlighet vore att Hanna skiftar perspektiv från att öppna för att eleverna återger den legitima förklaringen till att istället ställa frågor som öppnar för elevernas egna beskrivningar av hur de förstår örats funktion. Detta sker t.ex. genom att ställa följdfrågor som: Hur vibrerar luften, Vad är det som vibrerar? Hur kan vibrationen överföras till trumhinnan?

Hanna frågar om dessa aspekter var för sig, och undersöker inte om eleverna ser relationer mellan den luft som finns i lungorna, i örat och i ballongerna som eleverna arbetade med när de gjorde experimenten i lådan. En begränsande faktor till denna atomistiska bild är enligt Hannas egen utsaga hennes bristande kunnande om både luft och hur man undervisar om luft.

Ibland gör eleverna muntliga redovisningar i grupp. Då brukar Hanna föra anteckningar om redovisningen och ge skriftliga omdömen till eleverna efteråt.

Hanna: Ett skriftligt omdöme, ja, om jag tycker det är bra fakta. Jag kommenterar inte mer än att det är dåliga eller bra fakta. Jag har ofta ett sånt här, med minikraven, där det står vad dom ska kunna berätta om och gör dom det så har dom bra fakta, men är det så att dom har mycket fakta och att det är bra, så skriver jag det också, men annars tittar jag på layouten och att dom har klara rubriker och att det är uppdelat, så jag hittar lätt, med innehållsförteckning och framsida, där jag ser vad det handlar om och vem det är som har gjort det. Dom håller på nu och redovisar om ett land i Europa och då har jag en kravlista på vad som ska finnas med.

Jonas: Då för du anteckningar om detta, när dom redovisar?

Hanna: Nej, det gör jag inte, utan jag antecknar hur dom står inför klassen och hur den muntliga redovisningen är. Det andra kommenterar jag inte.

Här ligger fokus på fakta, och på redovisningens form, både den skriftliga och den muntliga.

Jonas: Om du skulle upptäcka nu att någon av dina elever blandar ihop artärer och vener...

Hanna: Det är inte hela världen, tycker inte jag. Förstår du min tanke...

/.../ det försöker jag ju få dom att göra, att resonera och tänka, för då tycker jag att dom har kommit till steg två, för då är det inte längre lösryckta fakta.

Jonas: När ni läser om luft då, att dom kopplar det med syret till lungorna och när ni läser om ljud sen, att koppla det till örat.

Hanna: Ja, lite den vägen... Jag har resonemang med barnen om det, men det är en för stor grupp, så jag hinner bara komma och höra någras... om dom inte kommer till mig eller skriver till mig eller vill säga något... Det är det jag vill komma vidare med och bli duktigare på.

Jonas: Hur gör man det då?

Hanna: Jag tror att man gör det med stöd av vad barn tänker och resonemang med kollegor och egna reflektioner och kanske påspädning av forskare.

Hannas fråga "beskriv ljudets väg" till eleven kommer direkt efter Hannas egna beskrivning. Hon redogör för precis det som hon vill att eleven skall säga för att svaret skall vara godkänt. Den egna beskrivningen utgör då en begränsning i form av en mall för hur eleven skall svara på frågan. Elevens bidrag till svaret på frågan är därmed endast att minnas och återge detta enda svar som är legitimt. Det är alltså Hanna som fyller svaret på frågan med innehåll.

Det stoff som frågan handlar om blir identiskt med episodens innehåll. Det finns inga öppningar mot vare sig andra situationer eller mot djupet inom arbetsområdet. Det finns därför ingen riktning vare sig med horisontell eller vertikal karaktär.

Sammanfattning Hanna

Examination människokroppen

Elevernas invarianta objekt: Att säga rätt ord i rätt ordning (stoff)

Akter som varierar: Örats delar benämns rätt eller fel. Ljudets väg genom örat beskrivs på rätt eller fel sätt (stoff)

I denna episod finns ej tillräcklig variation för att Hanna skall kunna göra andra distinktioner än om eleverna minns eller inte minns de legitima benämningarna på örats delar och om de kan berätta om ljudets väg på ett legitimt eller ej legitimt sätt. Alla dessa möjliga dikotoma distinktioner förekommer inom stoffzonen. Hanna lotsar eleverna till rätt svar istället för att ställa frågor för att lyfta fram deras förståelser.

Tillbakablick på det teoretiska resultatet

Efter redovisningen av hur jag använt den utvecklade beskrivningsmodellen i de analytiska fallbeskrivningarna kommer jag att diskutera hur den förhåller sig till studiens mer övergripande teoretiska inramning.

Relationer mellan resultat och utgångspunkter

På vilka sätt är den i kapitel 5 beskrivna abducerade teorin relaterad till studiens mer allmänna teoretiska inramning? I teoriavsnittet argumenterade jag för att vi endast kan urskilja det som explicit eller implicit varierar. Att lärares urskiljning är begränsad till det som varierar är därför en utgångspunkt och inte ett resultat av studien. I den abducerade teorin delar jag analytiskt upp innehållet i klassrumsinteraktionen i två aspekter: *Akter av kunnande* och *objekt för kunnande*. Denna analytiska uppdelning görs av empiriska skäl, den är inte en nödvändighet utifrån mina teoretiska utgångspunkter. Om elevers akter varierar i förhållande till olika objekt kan läraren inte enbart utifrån den explicita variationen urskilja olika sätt att minnas, förstå, uppfatta, hantera eller genomföra samma sak. Urskiljning är dock möjlig genom kontrastering med implicit variation, genom jämförelser mellan det som händer i klassrummet och hur man förstår sådant som hänt tidigare.

Att jag beskriver de objekt som eleverna riktar sig mot som relaterade till olika zoner är inte en teoretisk nödvändighet. Det är ett empiriskt baserat val. Jag har valt dessa zoner eftersom jag finner att de bidrar till en trovärdig och meningsfull karakterisering av det jag observerar i klassrummet och det jag menar är möjligt för lärare att urskilja beträffande elevernas kunnande.

Om elevers akter tillåts variera i förhållande till ett objekt inom någon zon kan lärare göra distinktioner inom just denna zon. Det krävs då att akter och objekt hålls samman, d.v.s. att akterna varierar just i förhållande till ett och samma objekt. I klassrumsinteraktion förekommer både att akter och objekt hålls samman och att de inte hålls samman. Detta är en empirisk observation och inte en teoretisk nödvändighet. När akter och objekt hålls samman innebär det andra, och menar jag, bättre möjligheter för lärare att göra distinktioner beträffande elevers kunnande än när de inte hålls samman. När dessa hålls samman finns variation i elevakter av kunnande i förhållande till ett invariant objekt "explicit" i interaktionen. Hålls akter och objekt inte samman måste en sådan variation "frambringas" mot bakgrund av lärares erfarenheter. Detta är naturligtvis också möjligt men

det är inte alltid ”synligt” för eleverna, eller för en observatör. Slutsatsen att lärares möjligheter att lära om eleverna är beroende av om akter och objekt hålls samman kan också härledas från mitt abducerade teoretiska resultat. Det framstår nu i efterhand som teoretiskt nödvändigt, men anledningen till att detta resultat formulerades var just den inledande empiriska observationen att akter och objekt ibland var sammanhållna, ibland inte.

Således måste akter och objekt hållas samman i interaktionen och de måste hållas samman på ett sådant sätt att akter varierar i förhållande till ett och samma invarianta objekt inom någon zon. Att detta är både teoretiskt nödvändigt och konsistent med det empiriska materialet ser jag som en styrka. Den på empiriska vägar genererade teorin resulterar i ett logiskt nödvändigt resultat.

Diskussion av det teoretiska resultatet

Innan jag redovisar hur jag använder den abducerade teorin i studiens sammanfattning vill jag återknyta till Sfard (1998) och hennes analys av de metaforer som impregnerar olika sätt att betrakta och behandla lärande. Som tidigare nämnts (se s. 26) menar hon att skiljelinjen mellan kontemporära perspektiv på lärande, som hon beskriver i termer av förvärvande- och deltagandemetaforen, går mellan de som objektifierar kunnande och de som inte gör det. Jag menar att min beskrivning av kunnande som analytiskt separerbart i en objektaspekt (som kan sägas motsvara förvärvandemetaforens kunskapsbegrepp och en aktaspekt (som motsvarar deltagandemetaforens) som samtidigt är objektiv och subjektiv avhjälper de brister som Sfard tillskriver ett fokus utifrån endast en av lärandemetaforerna. Hon nämner svagheter med respektive metafor. Med hänvisning till Menos paradox och det relaterade problemet med intersubjektivitet som uppstår i den radikalkonstruktivistiska kontextualiseringen av förvärvandemetaforen kritiserar hon perspektiv som objektifierar kunnande. (På samma grund görs detta av Lerman (1996)). Inom deltagandemetaforen undviks denna problematik genom att man avobjektifierar kunnandet och slipper därigenom distinktionen mellan det yttre och det inre (Sfard, 1998, s. 7-8). Här uppstår enligt min mening ett annat problem. Genom att kunnande avobjektifieras minskar möjligheterna att problematisera individers meningsskapande och därmed deras möjligheter att ”bära med sig” kunnande från en situation till en annan (jmf. Sfard (1998) om transfer s. 9). Inom förvärvandemetaforen ingår antagande om att vårt agerande och beteende bestäms av de sinnesintryck vi mottar från världen och

de möjligheter som ges av vår biologiska konstitution. Detta är inte tillräckligt för att förklara varför vi gör som vi gör eller säger vad vi säger. I deltagandemetajoren ingår antaganden om att våra handlingar bestäms av de diskursiva praktiker vi utför dem inom. Inte heller detta är hållbart när vi söker efter förklaringar till individers lärande. Vi agerar, kommunicerar, tänker o.s.v. i förhållande till världen som vi förstår den, antingen det är materiella eller sociala aspekter som är i vårt fokus. Orsaker till *varför* vi gör som vi gör och *varför* vi säger som vi säger ligger därför delvis utanför grundantaganden inom båda dessa metaforer. Vill vi veta något om variation i meningsskapande i förhållande till någon aspekt av världen måste vi fokusera på hur individers medvetande möter den förstådda, inte enbart den materiella eller den sociala världen.

Att betrakta lärande inom institutionella sammanhang i ett socio-kulturellt perspektiv enligt Säljös (2000) formulering är olämpligt av två skäl (Marton, 2000). För det första är ett fokus på variation i innebörd *inom* en praktik problematiskt. För det andra, så kan inte "sätt att förstå" tematiseras. Det som tematiseras är variation i sätt att tala, agera eller sätt att hantera artefakter *mellan* praktiker. Det finns små möjligheter att relatera kommunikation och artefakter till de potentiella innebörder, tankar, förståelser etc. deltagare kan tänkas tilldela eller tillskriva kommunikation och artefakter. Sådana möjliga innebörder beskrivs istället på forskarens villkor (diSessa, 1993).

När man som lärare eller som forskare har intresset eller engagemanget att förbättra lärande och undervisning innebär ett sociokulturellt perspektiv begränsningar. Marton (2000) skriver:

But to the extent that a teacher feels that she has to deal with individual differences, there is probably not much inspiration to get from the socio-cultural perspective. On the other hand, why should there be any? The pedagogical impotence of this version of the socio-cultural perspective on learning derives actually from the highly legitimate bracketing (or taken-for-grantedness) of individual differences. This is the price to be paid for consistently dealing with learning as a social phenomenon. (s. 235)

En social och kommunikativ praktik med tillhörande artefakter och verktyg betraktas i denna studie som om den samspelar med de lärande och därmed med deras respektive biografier. Praktiken bestämmer inte på ett enkelt sätt vilka innebörder deltagare kan appropriera. Istället uppmuntrar eller stänger det kommunikativa sammanhanget för olika sätt att förstå, på olika sätt i förhållande till olika individer.

Sammanfattningsvis kan man säga att förvärvandemetaforen lägger för stor vikt vid individers meningskapande och för liten vid det kommunikativa och kontextuella sammanhanget. Deltagandemetaforen däremot lägger för stor vikt vid diskurser och för liten vid individers roll i meningsskapandet (jmf. Driver m.fl., 1994). Förvärvandemetaforens objektifiering av kunnandet kan resultera i Menos paradox. Deltagandemetaforens fokus på diskursens roll i meningskapandet innebär minskade möjligheter att studera potentiella innebörder som de framstår för de personer som interagerar.

Innehållets roll i deltagarmetaforen

Sfard (1998) diskuterar hur innehållet kan framstå inom deltagandemetaforen:

[W]hat used to be called "subject matter" may change so dramatically [inom deltagandemetaforen] that some people would begin wondering whether the things we would then be teaching could still be called science or mathematics (s. 10)

Här avser Sfard innehåll i disciplinär kontextualisering (jmf. s. 220) Hon avser inte, som i denna studie, förstått innehåll eftersom ett sådant definitionsmässigt saknar innebörd inom metaforen*.

Sammanfattningsvis kan man tolka Sfards text som om hon efterlyser ett perspektiv på lärande där kunnande betraktas som om det har både objektiva och subjektiva aspekter, där man tillåter såväl individuellt som kollektivt meningsskapande och där såväl *sätt att förstå* som *sätt att agera* (t.ex. kroppsligt eller kommunikativt) kan göras till föremål för analytiskt fokus. Allt detta bör samtidigt innebära ett fokus på innehållet av det som lärs och ställer krav på forskarens analys. Eisner (1991) förklarar varför mycket klassrumsforskning bortser från innehållets karaktär:

Surprisingly the quality of content being taught is frequently neglected in classroom observation. The reason I think, is that those who observe are often not specialists in the subject matter being taught and focus therefore on what the teacher and students do. (s. 178)

* Ett närliggande resonemang om epistemologiska olikheter mellan naturvetenskap och sociokulturell teoribildning förs av Ott (2000).

Jag återkommer till detta i den övergripande diskussionen. Redan nu kan dock sägas att likväl som forskare måste ha tillgång till både djupt och öppet kunnande om det innehåll som studeras underlättas lärares möjligheter till distinktioner beträffande elevernas kunnande inom något område om också lärarens kunnande är både djupt och öppet.

Sfards övergripande slutsats är att vi måste lära oss leva med flera metaforer för lärande och att det troligen inte är möjligt att skapa en mer generellt giltig metafor. Jag menar att fenomenografins utveckling till variationsteori visar att det finns skäl att vara mer optimistisk än så. Jag menar att denna studies teoretiska utgångspunkter och det abducerade resultatet sammantaget har potential att överskrida den klyfta som finns mellan de traditioner som Sfard (1998) beskriver som metaforer för lärande. Ansatsen överskrider den av Sfard beskrivna dikotomin eftersom den kan användas för att hantera undervisningspraktiken inte enbart som den ses av forskaren utan också som den möjligen ses av deltagarna.

Efter denna diskussion av arbetets tentativa teoretiska resultat övergår jag i nästa avsnitt till att beskriva studiens sammanfattade resultat.

Sammanfattande resultat

I detta avsnitt sammanfattar jag de åtta fallstudierna i en kategoriserad beskrivning av de variationsmönster jag funnit. Analysenhet i denna del är frågeepisod. I slutet av varje fallbeskrivning finns en sammanfattning som beskriver vilka objekt eleverna riktar sig mot och vilka akter av kunnande som lärarna öppnar för i förhållande till dessa objekt. Här följer en sammanställning av dessa sammanfattningar.

Erhållna variationsmönster

- 1 Elevobjektet stoff är invariant. Medför möjlig variation i tre olika zoner:
 - Akter varierar i relation till stoff
 - Akter varierar i relation till begrepp
 - Akter varierar i relation till färdighet
- 2 Elevobjektet begrepp är invariant. Medför möjlig variation i två olika zoner:
 - Akter varierar i relation till begrepp
 - Akter varierar i relation till färdighet
- 3 Elevobjektet färdighet är invariant. Medför möjlig variation i en zon:
 - Akter varierar i relation till färdighet
- 4 Elevobjektet taget för givet
 - Akter varierar inte inom någon zon

Det mest komplexa variationsmönstret typ 1 är hierarkiskt överordnad typ 2 som i sin tur inkluderar typ 3 som slutligen inkluderar typ 4. Med hierarkiskt menar jag att variationsmönster är inklusivt relaterade till varandra (Marton & Booth 1998, s. 107). Alexandersson menar något närliggande när han benämner kategorier i ett hierar-

kiskt utfallsrum relaterade till varandra likt kinesiska askar (Alexandersson, 1994, s. 97-98; Se också Uljens, (1989)).

Hierarkin gäller dock inte alltid, i alla empiriska fall. Ett variationsmönster av typ 1 som inte omfattar variation i den proceduriella zonen men i de båda andra zonerna, inkluderar vare sig typ 2 eller 3. Min samlade resultatredovisning innebär därför en *bruten* hierarki. Hierarkin bygger inte på att färdigheter anses inklusivt med avseende på stoff och begrepp. Färdighet kan istället, menar jag, förekomma på alla tre nivåerna, eller mer precist: en variation av akter i förhållande till färdighet kan äga rum inom alla tre nivåer i hierarkin (men det är inte alltid fallet i empirin). Det som konstituerar hierarkin och inklusiviteten är således inte objektspektens beskaffenhet utan de variationer jag finner beträffande aktaspekten i olika zoner.

Den episod där Doris och hennes elever arbetar med multiplikationer som har tolv som svar (s. 115) är exempel på huvudtyp 1, stoffet är invariant. Vidare varierar akter (sammanhållna med objekt) inom samtliga tre möjliga zoner. Därmed inte sagt att färdighet är hierarkiskt överordnat begrepp och stoff. De interaktionsmönster som enbart fokuserar elevernas redovisningar, presentationer etc. (t.ex. Agnetas redovisningar om djur i vatten s. 65) är av huvudtyp 3. Inom denna typ saknas möjligheter till distinktioner inom andra zoner än den proceduriella. Detta eftersom stoffen varierar och eftersom det potentiella invarianta konceptuella objekt jag föreslår i min analys inte tematiseras. Om så varit fallet hade vi istället haft typ 2. Ett empiriskt exempel på typ 2 är "Boels fiskeepisod" (s. 83). Variationsmönstret i Doris episod är därför hierarkiskt överordnat variationsmönstret i Boels episod som i sin tur inkluderar Agnetas. Sist i hierarkin kommer typ 4. Här finns vare sig invariant elevobjekt eller variation i akter inom någon zon. Typexempel är de "tysta förhör" Cecilia genomför när hon undervisar om människokroppen (s. 92).

I min empiri finns exempel på par av variationsmönster som inte låter sig hierarkiseras. Det ena mönstret är inte alltid inklusivt med avseende på det andra. Alla förekommande episoders variationsmönster är därför mer eller mindre partiella med avseende på huvudtyp 1 till huvudtyp 4 med tillhörande möjliga men inte alltid förekommande aktvariationer inom olika zoner. När jag klassificerar de olika episoderna i enlighet med variationsmönstren på föregående sida och samtidigt tar hänsyn till att variation inte alltid förekommer i alla möjliga zoner får jag följande tabell (inom parentes står sidhänvisningar till de episoder som avses):

Typ 1 (fyra varianter)

1a Elevobjektet stoff är invariant.

Medför möjlig variation inom tre olika zoner:

- Akter varierar i relation till stoff:
- Akter varierar i relation till begrepp
- Akter varierar i relation till färdighet

Exempel: Doris multiplikation (s. 115), Gunillas Gott o blandat (s. 174)

1b Elevobjektet stoff är invariant.

Variation inom två olika zoner:

- Akter varierar i relation till stoff
- Akter varierar i relation till begrepp

Exempel: Agnetas klassfest (s. 73), Gunillas omkrets (s. 169)

1c Elevobjektet stoff är invariant.

Variation inom två olika zoner:

- Akter varierar i relation till stoff
- Akter varierar i relation till färdighet

Exempel: Gunillas tittskåp (s. 178)

1d Elevobjektet stoff är invariant.

Variation inom en zon:

- Akter varierar i relation till stoff

*Exempel: Agnetas plånbok (s. 77), Boels division (s. 86),
Cecilias blod (s. 93), Cecilias procent (s. 101),
Cecilias andelar (s. 102), Cecilias rea (s. 106),
Elisabets algoritmer (s. 133).
Filippas bilhjul (s. 147), Filippas utvärdering (s. 160)*

Episoderna "Elisabets algoritmer" och "Cecilias rea" är avvikande och bryter därför mönstret något. I båda dessa finns tydliga tecken på att läraren utnyttjar sitt kunnande om elevernas kunnande för att över-skrida variationen i interaktionen. I dessa exempel finns inte explicit variation men båda lärarna visar i intervjuerna att de gör distinktioner inom den begreppsliga zonen. Min tolkning är att de gör dessa mot bakgrund av tidigare erfarenheter. Jag kommer att ta upp lärares kunnande i diskussionsavsnittet och hänvisar till detta för närmare analys.

Typ 2 (två varianter)

2a Elevobjektet begrepp är invariant.

Medför möjlig variation inom två olika zoner:

- Akter varierar i relation till begrepp
- Akter varierar i relation till färdighet

Exempel: Boels fisk (s. 83)

2b Elevobjektet, begrepp är invariant.

Variation inom en zon:

- Akter varierar i relation till begrepp

Studien saknar empiriska exempel i kategori 2b. Om t.ex. Boel inte hade öppnat för en variation i elevernas presentationsteknik när klassen interagerar kring fiskar så hade denna episod förts hit.

Typ 3 (en variant)

3 Elevobjektet färdighet är invariant.

Medför möjlig variation i en zon:

- Akter varierar i relation till färdighet.

Exempel: Agnetas redovisning (s. 65), Doris elspel (s. 124), Elisabets lerbåtar (s. 138), Elisabets hävert (s. 142), Filippas "mätahäfte" (s. 152), Filippas vattenexperiment (s. 159)

Typ 4 (en variant)

4 Objekt taget för givet, ingen variation inom någon zon.

Exempel: Agnetas frågesport (s. 63), Cecilias tysta förhör (s. 92), Cecilias "bingo" (s. 109), Hannas examination (s. 189)

Mönstren kan ordnas i en bruten hierarki:

1a ⊃ **1b** – **1c** ⊃ **1d**

∪ ∪

2a ⊃ **2b**

∪

3

∪

4

Figur 5.2 Variationsmönstrens inbördes relationer.

I figuren ovan ordnas variationsmönstren efter inklusiva relationer. Tecknet \supset i t.ex. $1a \supset 2a$ skall utläsas som att $1a$ inkluderar $2a$, alternativt $2a$ är en delmängd av $1a$. De i figuren utsatta relationerna är inte tillräckliga för att ordna alla variationsmönster i förhållande till varandra. Exempelvis är $1b$ och $1c$ inte ordnade inbördes. Inte heller ordnas t.ex. $2a$ i förhållande till $1b$. Här har jag valt att endast redovisa en ordning efter inre kriterier. Övriga relationer, t.ex. de ovan nämnda, kräver yttre kriterier för att ordnas. Ordningen innebär att i grova drag ökar inklusiviteten i variationsmönstren, uppåt och åt vänster i figuren. *

Skillnader mellan matematik och naturkunskap

Tabellen nedan ger samma kategoriserade beskrivning som tabellen i föregående avsnitt. Här anges också vilket undervisningsämne som är aktuellt för respektive episod genom att episoder från matematikundervisningen är kursiverade.

1a *Doris multiplikation, Gunillas gott o blandat*

1b *Gunillas omkrets, Agnetas klassfest*

1c *Gunillas tittskåp*

1d *Agnetas plånbok, Boels division, Cecilias procent, Cecilias andelar, Elisabets algoritmer, Cecilias rea, Filippas bilhjul, Filippas utvärdering, Cecilias blod*

2a *Boels fisk*

2b *Exempel saknas*

3 *Agnetas redovisning, Doris elspel, Elisabets lerbåtar, Elisabets hävert, Filippas vattenexperiment, Filippas "mätahäfte"*

4 *Agnetas frågesport, Cecilias tysta förhör, Hannas examination, Cecilias "bingo"*

* Med inre kriterium avses inklusivitet, med yttre avses kriterier hämtade utanför det empiriska materialet. Det kan vara t.ex. kriterier från kursplaner och läroplaner. Se Uljens, (1989) för närmare beskrivning.

Genom att betrakta regelbundenheter i hur episoder från matematik och no-undervisningen fördelar sig över olika typer av variationsmönster finner jag följande:

- Med ett undantag finns alla variationsmönster där distinktioner är möjliga inom den konceptuella zonen i lärarnas matematik-undervisning. Undantaget är Boels fiskeepisod. [4 ma, 1 no]
- Variationsmönster där endast distinktioner inom stoffzonen är möjlig förekommer med ett undantag enbart när det undervisas i matematik. Undantaget är Cecilias frågor om blodets funktion. [8, 1]
- Variationsmönster där endast distinktioner inom den proceduriella zonen är möjlig förekommer med ett undantag enbart när det undervisas i naturorientering. Undantaget är Filippas "mätahäfte". [1, 5]
- Variationsmönster där det saknas möjligheter till distinktioner inom någon zon handlar i alla episoder utom en om naturorientering. Undantaget är Cecilias "bingo" där hon läser rätt svar ur facit på matematikboken. [1, 3]

Genom att tolka erhållna skillnader i termer av lärares möjligheter att göra distinktioner finner jag:

- Distinktioner inom den begreppsliga zonen är sällsynta inom undersökta ämnesområden. När de förekommer är det oftast beträffande elevernas matematiska kunnande.
- De vanligast förekommande distinktionerna i matematik sker inom stoffzonen. Dessa gäller oftast legitimt / ej legitimt svar på frågan eller legitim/ej legitim lösningsmetod. När det rör elevernas naturvetenskapliga kunnande är distinktioner inom stoffzonen sällsynta.
- De vanligast förekommande distinktionerna beträffande elevernas naturvetenskapliga kunnande görs inom den proceduriella zonen. När det gäller elevernas matematiska kunnande är sådana distinktioner sällsynta.
- I båda ämnena förekommer frågeepisoder där elevernas kunnande ej är explicitgjort och därmed dolt för läraren. Distinktioner beträffande elevernas kunnande går då ej att göra inom någon zon.

Lärarna har goda möjligheter att avgöra om eleverna gör på rimliga sätt när de redovisar och experimenterar i naturvetenskap. De har mindre goda möjligheter att avgöra vilka naturvetenskapliga fakta eleverna behärskar och relativt små möjligheter att avgöra elevernas sätt att förstå naturvetenskapliga fenomen. När samma lärare undervisar i matematik ändras balansen mellan zonerna. I matematik dominerar istället möjligheterna att bedöma elevernas kunnande i termer av rätt respektive fel svar eller lösningsmetod. Sämre är möjligheterna att avgöra hur eleverna förstår den matematik de hanterar. Lärarna har relativt små möjligheter att bedöma elevernas kunnande när det gäller att presentera eller argumentera för en ståndpunkt, ett resonemang eller en lösningsmetod i matematik.

Dessa skillnader gäller samtliga lärare utom Filippa och Boel. I Filippas klassrum finner jag inga skillnader mellan variationsmönster i matematik och naturorientering. Hon öppnar för akter i förhållande till elevernas färdighet inom den proceduriella zonen i båda ämnena. Boel är den enda läraren i studien som öppnar för elevernas akter inom den begreppsliga zonen i naturorientering. Hanna är undantagen från analysen av skillnader och likheter mellan ämnen eftersom observationsdata med matematikinnehåll från hennes undervisning saknas. Således är det fem av sju lärare i studien som följer det här beskrivna mönstret.

Det vanligaste mönstret i matematikundervisningen är variant 1d. Mönstret innebär att det är möjligt att göra distinktioner inom stoffzonen. I naturorientering är det oftast förekommande mönstret typ 3. Mönstret innebär att distinktioner är möjliga inom den proceduriella zonen. Båda dessa innebär distinktioner inom endast en zon. Jag tar inte ställning till om lärarnas frågande i klassrummet är mest utvecklat inom undervisningen i matematik eller i naturvetenskap, men jag konstaterar att båda mönstren hamnar relativt långt ned i den brutna hierarkin.

6 DISKUSSION

Enligt min tidigare diskussion av generalisering menar jag att det är läsare av mina texter och användare av mina resultat som genomför aktuella generaliseringar. Det är alltså inte jag som forskare som i första hand gör dessa, men jag resonerar kring sådana möjligheter nedan.

Generalisering av det teoretiska bidraget

För det första menar jag att mitt tentativa teoretiska bidrag borde ha potential att medverka till kvalificerade sätt att tala och tänka om frågor. Arbetet bör kunna bidra till utveckling av det språk vi använder för att karaktärisera andras kunnande. Dessa två tillskott menar jag är giltiga även utanför studiens avgränsningar i val av skolans kontext, aktuella åldrar för elever med tillhörande lärarkategori samt valda ämnesområden. Det är också tänkbart att mitt sätt att angripa studiens frågeställningar kan inspirera andra. Endera genom att det är i resonans med andras sätt att tänka om frågor, eller att det utgör en kontrast. Mitt sätt att analysera frågande bidrar i så fall till en variation av sätt att hantera området och därmed till att analyser av frågor och deras potential att öppna för lärande blir mindre partiella än de varit tidigare.

Generalisering av de analytiska fallbeskrivningarna

Jag menar att fallbeskrivningarna är relativt rika och detaljerade och att de därför kan anses ha den karaktär som Black och Wiliam (1998a) anser är sällsynta. *

Beskrivningarna ger innehållsrelaterade beskrivningar av interaktion som äger rum i klassrum. De bör ha potential att kunna brukas inom lärarutbildning och kompetensutveckling av lärare för reflektion och diskussion kring vad kunskap är och hur den kommer till uttryck för andra.

* Black & Wiliam (1998a) har gjort en litteratursökning som gav 681 titlar. 250 av dessa bedömdes som relevanta och analyserades vidare.

Varför ser resultatet ut som det gör?

Varför är frågor inom den konceptuella zonen sällsynta? Vi ser, uppfattar eller förstår inte enbart med våra sinnen, vi ser med hela vidden av våra samlade erfarenheter (jmf. Marton & Booth, 1997, s. 83). Det förekommer tillfällen då lärare är begränsade beträffande sina möjligheter att ställa frågor och följa upp elevernas sätt att förstå det aktuella innehållet. Särskilt två empiriska sekvenser visar tydligt på sådana situationer. Det första kommer från Boels undervisning om division, där hon inte lyckas anknyta till elevens beskrivning av division som upprepad subtraktion. Det andra är när en av Cecilias elever protesterar mot hennes påstående om att det finns vatten i utandningsluften. Metaforiskt beskriver hon situationen som att det inte kan finnas vatten i bensin, "då stannar ju bilen". I dessa exempel förmår lärarna inte hantera eller anknyta till de sätt att förstå som eleverna ger uttryck för. Jag tolkar dessa båda händelser som att lärares sätt att förstå det innehåll som behandlas inte är tillräckligt djupt eller öppet för att hålla kvar interaktionen inom de konceptuella zoner som eleverna öppnat för.

Det finns andra exempel. Dessa är dock inte lika tydliga. Ett finns i Agnetas undervisning då eleverna presenterar egna arbeten om organismer i havet. I intervjun talar Agneta om vikten av att eleverna ser samband och sammanhang i naturen, samtidigt som hon i klassrummet inte uppmärksammar tillfällen att diskutera just sådana samband, eller generella principer, som jag tolkar att hon avser. Detta kan hänga samman med att hon inte själv ser den princip "strategi att bli stor" som kan ses i elevernas samlade redovisning. Ett annat mindre tydligt exempel är när Filippa resonerar kring en elevlösning i matematik, där eleven inte ser alla möjliga lösningar på ett problem, samtidigt som Filippa själv agerar på ett motsvarande sätt inför en uppgift som eleverna presenterar. Dessa båda händelser kan tolkas som att läraren inte själv förmår urskilja de tänkbara objekten inom den konceptuella zon som jag visar i mina analyser.

Ovanstående tolkning som relaterar interaktionens karaktär till lärarnas kunnande är inte den enda möjliga. Man kan också tolka de nämnda episoderna som att ett konceptuellt fokus inte är resonant med lärarens syfte med den aktuella sekvensen, eller att lärarna menar att mer avancerade sätt att förstå är aktuella först i senare årskurser. En sådan tolkning är i vissa fall rimlig. Flera lärare talar i intervjuerna om att mer begreppsligt kunnande – särskilt beträffande no-undervisningen – ligger utanför deras ambition med den aktuella åldersgruppen elever och att de därför lämnar den typen av resone-

mang till nästa stadium. De motiverar den proceduriellt inriktade interaktionen med att det är just sätt att experimentera och sätt att söka kunskap på egen hand som är viktiga delar av naturvetenskaperna. Jag menar dock att processer och procedurer i sig saknar innebörder. De är alltid relaterade till något innehåll (jmf. Millar & Driver, 1987; se också Emanuelsson, 1995, s. 309). Hodson (1992) problematiserar ett utvärderingsfokus på elevers naturvetenskapliga färdigheter:

I believe it [skilled based assessment] * philosophically unsound (because it's not science), educationally worthless (because it trivializes learning) and pedagogically dangerous (because it encourages bad teaching). (s. 120)

Dessa starka påståenden motiveras huvudsakligen med att denna typ av utvärdering, enligt hans förmenande, är resonant med en syn på naturvetenskap som ett teorilöst betraktande av världen. Istället menar han:

It is not possible to teach someone to observe in a way that is independent of the context in which the observation is made. Learning to observe (in science) mean acquiring the conceptual framework within which observations can be made and are worth making. (s. 121)

Båda dessa tolkningar, att interaktionens karaktär kan relateras till lärares kunnande eller att den kan relateras till deras syften kan vara rimliga och tillämpbara samtidigt. Ett syftesgrundat fokus inom den proceduriella zonen eller inom stoffzonen kan vara konsistent med ett kunnande som har just sådan profil till skillnad mot ett kunnande av begreppslig karaktär. Även om syftet med en fråga är ett annat än att tematisera elevers kunnande inom den konceptuella zonen innebär detta inte att lärare själva har tillgång till sätt att förstå innehållet som kan relateras till den konceptuella zonen. I nästa avsnitt diskuteras jag därför närmare vad lärares kunnande skulle kunna vara för någonting.

* Med "skilled based assessment" avser Hodson "observing classifying, measuring, inferring, handling apparatus, recording data, interpreting data, drawing conclusions, hypothesizing and reporting findings" (s. 120). Det vill säga den typ av generella förmågor som jag för till den proceduriella zonen.

Lärares kunnande

Inledningsvis konstaterar jag att lärares kunnande är ett stort område med många studier. Här kommer jag främst att beröra arbeten som kan relateras till Lee S. Shulman.

Ett innehållsligt forskningsfokus på undervisning är förvånande nog sällsynt enligt Shulman (1986, 1987) som anser att fokus på ämnesinnehåll är svagt inom klassrumsforskningen. Romberg och Carpenter (1986) menar i en översikt att forskningen oftast ignorerar undervisningens innehåll och att de flesta studier av matematikundervisning är för ytliga ("too global"). Marton skriver om "the erosion of content" när han tar upp både lärares och forskares fokus på undervisningen (Marton, 1994). Eisner (1991) erbjuder som tidigare nämnts en förklaring till varför denna typ av studier är ovanlig. Hans förklaring innebär en kritik mot klassrumsforskares kunnande inom de innehållsliga områden som det undervisas om. Han menar att forskare sällan är specialiserade på det innehåll som behandlas i undervisningen och att de därför fokuserar vad lärare och elever gör i klassrummet och inte hur de förstår (se hela citatet på sidan 202).

Om Eisners förklaring tillämpas på mellanstadielärare så kan förekomsten av deras fokus på "hur eleverna gör snarare än hur de förstår" ses mot bakgrund av att de vanligen inte har utbildning inom till skolämnena relaterade akademiska discipliner. Deras kunnande har med detta resonemang sådan profil att interaktionen naturligt äger rum inom den proceduriella eller stoffzonen snarare än inom den konceptuella zonen.

Pedagogical content knowledge

Shulman föreslår att lärares kunnande karaktäriseras i termer av

- content knowledge
- general pedagogical knowledge
- curriculum knowledge
- pedagogical content knowledge
- knowledge of learners
- knowledge of educational contexts
- knowledge of educational ends, purposes and values

(Shulman, 1987, s 8)

Av dessa framhåller han "pedagogical content knowledge", PCK som unikt för lärare och särskiljer deras kunnande från det som den innehållsliga specialisten omfattar. PCK betraktas som en integration av innehållsligt och allmänt pedagogiskt kunnande med kunskap om elever och deras karaktäristika. PCK betraktas som en entitet knuten till läraren, möjlig att beskriva för att kunna bedöma lärare. I Shulmans skildringar av kunskapsbasen för PCK ges mer detaljerad vägledning. Han nämner forskningsresultat i termer av elevers och andras allmänna psykologiska karaktäristika såväl som av hur minnet fungerar samt av mer specifikt kunnande om elevers förståelse eller svårigheter att förstå inom avgränsade innehållsliga områden (ibid).

Pedagogical content knowing

Med hänvisning till att PCK saknar en tydlig epistemologisk positionering (med referens till McEwan & Bull, 1991) omformuleras denna av Cochran et.al. (1993) utifrån ett radikalkonstruktivistiskt perspektiv. Cochran m.fl. (ibid) hävdar att Shulmans fokus ligger på lärares transformering av innehåll och att det inte tydligt framgår hur denna omvandling skall relateras till lärares förståelse av elever och kontexten för lärande:

From a constructivist perspective, the teacher's understanding of these two aspects [elevers förståelse och lärandets kontext] provides the basis for teaching because learning is created by the students, not the teacher, with the student's understandings and the learning setting forming the context for that learning. Moreover it is the student who decides whether or not the understanding constructed in the classroom is viable. (s. 267)

Cochran m.fl. finner det därför befogat att utifrån ett konstruktivistiskt perspektiv istället tala om "pedagogical content knowing".

Treagust (1997) analyserar Richard Feynmans fysikföreläsningar om atomer i rörelse (Feynman, 1994, kap 1) med fokus på hur PCK framstår i föreläsningens dokumentation. Han ansluter sig till Cochran et al och deras konstruktivistiska formulering men analyserar inte hur Feynmans föreläsningar förhåller sig till elevernas förståelser. Han kommer till den övergripande slutsatsen att Feynmans sätt att föreläsa är ett klassiskt exempel på "expert teacher pedagogical content knowledge". Detta motiveras med:

Because it sensitively accommodates the students' characteristics and needs, it is consistently true to the science, Feynman's personality and knowledge are evident, and the explanations satisfies the requirements of the freshman physics course for which it was designed. (opaginerat underlag)

I motiveringen förekommer flera komponenter: Elevernas karaktäristik, innehållets överensstämmelse med motsvarande vetenskap, föreläsarens personlighet och kunskap samt förklaringarnas överensstämmelse med kursen som introduktionskurs. Analysen görs också i förhållande till innehållet på en mer detaljerad nivå. Treagust analyserar de analogier och metaforer som används. Han finner då att föreläsningen är rik på dessa men också att de är av olika typ. Några är antropomorfiska, d.v.s. hämtar sitt språkbruk från beskrivningar av människan medan andra är teleologiska. Atomära partiklar benämns som om deras uppförande är ändamålsbestämt eller att de har en egen vilja. Treagust menar att teleologismerna innebär problem men knappast antropomorfismerna. I hans tolkning används teleologiska uttryck som "atomerna håller ihop" för att svåra och i sammanhanget mindre kritiska begrepp som adhesion och kohesion skall undvikas. Detta ses som ändamålsenligt åtminstone i introduktionskurser. Enligt Treagust anger Feynman använda analogiers och metaforers begränsningar. Han lyfter t.ex. explicit fram att bilder av atomer är förenklat ritade med skarpa kanter och att tvådimensionella bilder används för att visa på tredimensionella objekt. En dimension som saknas både i Feynmans texter och i Treagusts analys är elevernas perspektiv på det erbjudna innehållet.

Jag delar slutsatsen att Shulmans begrepp har otydlig epistemologisk grund och att det är oklart hur PCK är relaterat till elevernas lärande. Jag menar dock att detta är lika oklart efter Cochrans m.fl. förslag att förankra PCK i radikal konstruktivism. PCK blir då en konstruktion relaterad till läraren, och innehållet i elevernas lärande en konstruktion relaterad till eleverna. Dessa båda konstruktioner är inte tydligt relaterade till varandra eftersom de har olika ontologisk status. Vidare menar jag att det finns nackdelar med att lägga hela ansvaret för elevernas lärande på eleverna själva. När man diskuterar PCK är det rimligare att betrakta interaktionen mellan lärare och elever än deras respektive konstruktioner av varandras konstruktioner av innehållet. Därför beskriver jag i det följande ett alternativt sätt att betrakta lärares kunnande.

Innehållsligt kunnande i ett fenomenografiskt perspektiv

Ungefär samtidigt som Shulman (1986) myntade PCK skrev Marton en artikel där han använder uttrycket "innehållets pedagogik" eller "a pedagogy of content" (Marton, 1986). Här diskuterar han frågan om hur forskningsresultat kan bidra till lärarprofessionens vetenskapliga grund. En av hans utgångspunkter innebär att han avgränsar pedagogisk forskning till "forskning om bemästrande av vissa innehåll" (s. 212). På åtminstone ett sätt ansluter detta till Shulman eftersom båda fokuserar en aspekt av lärares kunnande som ligger i gränssnittet mellan pedagogik och innehåll. Vidare exemplifierar Marton en typ av forskningsbaserat kunnande som kan vara till hjälp för lärare när de undervisar i matematik och en typ som han menar inte är det. Som exempel på forskning som inte är till hjälp tar han den typ som typiskt kommer från produkt-process traditionen. Förklaringar till elevers matematiksvårigheter av typen: social bakgrund, lärarens erfarenhet mätt i antal yrkesversamma år och matematikkunskaper nas relationer t.ex. till allmän intelligens kan knappast, menar Marton, vara till hjälp för en lärare där han eller hon står framför eleverna i klassrummet. Det som däremot skulle vara till hjälp är forskningsbaserade förklaringar till elevernas svårigheter som har sin grund i forskning om elevernas sätt att tänka och förstå. Det konkreta exempel på sådan forskning som Marton nämner är Dagmar Neumans arbeten. (Se t.ex. Neuman, 1987). Detta skulle kunna formuleras som lärares förmåga att se innehållets pedagogiska dimension. I Emanuelsson (1986), använder Marton uttrycket "matematikens didaktiska dimension", för att referera till elevernas sätt tänka och handla, samt strategier för att förändra elevernas sätt att tänka och handla i relation till matematikens innehåll. *

Skillnaden mellan Shulmans och Martons formuleringar av lärares kunnande relaterat till innehåll ligger, i min tolkning, framförallt i hur innehållet betraktas, eller snarare från vilken position innehållet förstås. För Shulman är det frågan om det innehåll som undervisningen omfattar, eller det till eleverna erbjudna innehållet (jmf. Treagust om Feynman). Marton beskriver innehållet i termer av hur det behandlas och förstås av eleverna. Denna skillnad är av samma art som skillnaden mellan första och andra ordningens perspektiv. För Shulman är PCK en entitet knuten till läraren med vars hjälp han eller

* I Shulman (1987) refereras nämnda arbete av Marton, dock utan den koppling jag nämner. Han hänvisar istället till Marton som exempel på kognitiv psykologi och hur denna kan bidra till att skapa en kunskapsbas beträffande lärares PCK.

hon transformerar ett givet ämnesteoretiskt innehåll till en form som medger en effektiv pedagogik. Tullberg (1997) menar att hennes arbete kan betraktas som ett svar på Shulmans beskrivning av PCK och nämner på vilka sätt hennes fenomenografiska beskrivning skiljer sig från hans kognitiva bestämning. Syften skiljer sig åt då hon önskar göra beskrivningar av specifika svårigheter i lärandet, inte att ta fram standard att bedöma lärares praktik, vilket Shulman vill göra. En annan och mer kritisk skillnad består i att ett fenomenografiskt perspektiv på pedagogiskt innehållsrelaterat kunnande innebär att man vill göra en beskrivning av variation i sätt att förstå innehållet. Beskrivningen kan betraktas som nyckeln till att förstå variation i sätt att undervisa och därmed nyckeln till att förstå variation i elevernas lärande. Även Runesson (1999) nämner den sist nämnda skillnaden mellan fenomenografin och arbeten från Shulmans forskningsgrupp när det gäller hur man betraktar lärares kunnande.

Marton hävdar att det finns en klyfta mellan de två forskningsfälten: "lärares PCK" och "forskning om elevers förståelse av innehåll" som visar sig i att det är sällsynt att dessa två fält kommer i kontakt med varandra. Han argumenterar för att man kan föra dessa fält samman genom att relatera elevers sätt att förstå något specifikt innehåll, till lärares sätt att förstå samma innehåll (Marton, 1994). Detta ansluter till Shulmans (1986) påstående om att forskning om undervisning och forskning om lärande kommer som närmast varandra i studier av elevers "missuppfattningar" (misconceptions) och vilka sätt att undervisa som är lämpligast om man vill förändra dessa. En sådan sammankoppling ställer krav på det teoretiska perspektiv man utgår från. Ett sådant måste kunna hantera både lärares och elevers sätt att förstå och hur förståelserna är relaterade till varandra.

Lybecks processtudie från 1981 är det första arbete inom den fenomenografiska ansatsen som redovisar klassrumsstudier. Detta sker i analyser av kunskapsbildning om Arkimedes princip och relaterade begrepp, såsom densitet, på N-linjen i gymnasiet. Dialoger i klassrummet har dokumenterats med flerkanalig bandspelare och mikrofoner, varav en trådlös som följer läraren. Som analysinstrument används utfallsrum från en pilotstudie och vetenskapsteoretiska rekonstruktioner av Arkimedes hydrostatiska problem. Lybeck tar utgångspunkt i elevernas uppfattningar när han studerar inlärnings- eller undervisningssituationer. Han tolkar också transkriptioner i termer av hur elevernas förståelse av densitetsbegreppet utvecklas dynamiskt i undervisningen och hur elevers uppfattningar kan påverkas av läraren och andra elever genom vad Lybeck kallar kognitiva konflikter. Dessa är kvalitativt olika (s. 127). Med hjälp av utfalls-

rummen beskrivs innehållet i de kognitiva konflikterna. Studiens primära syfte är att skildra hur elevernas uppfattningar blir till undervisningsinnehåll (s. 137). Den metodologi som används betecknas som "ämnespedagogisk berättelse" och innebär ett försök att teckna helhetsbilder av miljön för lärande. I en mening är studien naturalistisk (Hasselgren och Beach, 1997) då den genomförs i elevernas normala skolmiljö. Studien utgör samtidigt ett undervisningsexperiment där man prövar ett problemorienterat arbetssätt (s. 131) och forskaren har rollen av aktiv observatör (s. 254).

Lybecks arbete kan förstås i termer av PCK ännu tydligare än Feynmans. Den ämnespedagogiske forskaren visar tydligt hur kunskap om elevernas kunnande, ämnesteoretiskt kunnande och vetenskapshistoriskt kunnande kan användas, inte endast för att förstå klassrumsinteraktion, utan också för att erbjuda eleverna möjligheter till lärande. Min slutsats är att Lybeck tydligare än Feynman demonstrerar hur PCK eller innehållsligt kunnande i fenomenografiskt perspektiv kan te sig. Detta är relaterat till Lybecks explicita utgångspunkt i elevernas sätt att förstå och det visar sig också i sättet att hantera det empiriska materialet. När Lybeck på den allra sista sidan beskriver kärnan i begreppet ämnespedagogisk berättelse skriver han:

Dess främsta kännetecken är, att den bygger på lärarens och forskarens förtrogenhet av undervisning och ämnesinnehåll. Detta innebär att metodisk och ämnesmetodiskt vetande disciplineras i relation till pedagogik, utvecklingspsykologi, vetenskapshistoria och vetenskapsteori med bas i skolämnets disciplin. (s. 278)

En möjlig skillnad mellan PCK i Shulmans tappning och motsvarande fenomenografiska formulering är Shulmans separation av "content" och "pedagogical content", eller snarare att han befriar en aspekt, "content", från pedagogik. PCK beskrivs som "that special amalgam" (s. 8) som är typiskt för lärare men jag hävdar att det är meningsfullt att anta en pedagogisk dimension i alla innehåll, vare sig de förekommer i skola, universitet, andra institutionella miljöer eller utanför dessa. Alla innehåll är potentiellt förstådda innehåll som kommuniceras och förhandlas mellan människor. Det är därför inte enbart lärare som behöver uppmärksamma innehållets pedagogiska dimension. Det är emellertid särskilt centralt för lärare eftersom det ingår i deras ansvar att bidra till att eleverna omfattar vissa särskilda sätt att förstå innehåll. Innehållets pedagogiska aspekt borde därför utgöra figur i större utsträckning för lärare än för andra.

Strömdahl (1996) är ännu ett exempel på hur "content" och "pedagogy" kan vara relaterade. Hans uppmärksamhet mot den pedagogiska dimensionen av ett innehåll resulterar i ett naturvetenskapligt resultat, i en rekommendation att se över flertydiga formuleringar inom SI-systemet. Strömdahls pedagogiska avhandling har således implikationer för hur innehållet bör betraktas inom naturvetenskapssamhället. Han argumenterar för en samlad syn på "content" och "educational content" men menar att man metodologiskt bör separera dem för att kunna studera relationer mellan dem. I Bowden & Marton (1998) argumenteras för att innehållet i studenters och forskares lärande skall sättas i fokus inom universitetsvärlden. De hävdar att det är ett sätt att förbättra universitetens kvalitet. Baille, Marton och Emanuelsson (2001) beskriver hur forskare inom materialvetenskap (Material Science) betraktar vissa aspekter av kompositmaterial. De visar att det kan vara fruktbart för både pedagogiken och materialvetenskapen att behandla innehållets, t.o.m. forskningsinnehållets pedagogiska dimension.

En beskrivning av PCK:s fenomenografiska motsvarighet "innehållets pedagogiska dimension" placeras, som konsekvens av det ontologiska grundantagandet, som en relationell entitet mellan lärare och elever, relaterad till specifika innehåll. Detta kunnande är inte en psykologisk egenskap knuten till läraren. Den konstitueras istället i interaktionen med eleverna och innehållet och ger därför utrymme för lärare att gripa in i och påverka elevernas lärande (och vise versa). Den utgör en förutsättning för att lärares och elevers medvetande skall kunna komma i kontakt med varandra (jmf. "minds in contact" på s. 3).

Liksom MacEwan & Bull (1991) menar jag att separationen av innehållsligt kunnande och pedagogiskt innehållsligt kunnande är problematisk eftersom allt innehåll omfattar pedagogiska aspekter. En fenomenografiskt grundad beskrivning av lärares kunnande utgår alltså från att detta konstitueras i interaktionen mellan lärare och elever kring ett specifikt innehåll i en viss situation. Detta innehåll betraktas som sammansatt av flera analytiskt separerbara men sammanflätade aspekter. Disciplinens innehåll, skolämnets innehåll och innehållet i elevernas kunnande är exempel på sådana aspekter och kan betraktas som olika kontextualiseringar av samma innehåll. Denna beskrivning utifrån fenomenografiska utgångspunkter är relaterad till innehållsliga aspekter och behandlar därför inte andra som t.ex. de kontextuella dimensioner Shulman (1987) nämner. Detta innebär inte att jag betraktar dessa som mindre viktiga, endast att de ligger utanför denna studies avgränsning.

Sammanfattningsvis kan man säga att "pedagogical content knowledge" och förmåga att se innehållets pedagogiska dimension är olika men överlappande begrepp, och kan ses som relativt närstående perspektiv på lärares kunskande. PCK ligger nära "curriculum-aspekten" av innehållet och är en psykologisk entitet knuten till lärare. Den pedagogiska dimensionens innehåll är av lärare och elever förstådda innehåll. Denna entitet är därmed ej psykologisk utan konstitutiv och relaterad till lärares förmåga att "se", och därmed öppna för kvalitativ variation i elevernas kunskande.

I ett "pedagogical content-perspektiv" finns det flera olika ämnesinnehåll. Det kan vara olika kunskapsdomäner, såsom pedagogiskt kunskande, disciplinärt kunskande, kunskande om elever o.s.v. Innehållsligt pedagogiskt kunskande innebär istället att man hanterar en kunskapsdomän, t.ex. matematik (i vid mening) som komplext sammansatt av ett antal sammanflätade aspekter (t.ex. enl. ovan). Dessa aspekter är mer eller mindre framträdande i olika sammanhang och utgör olika kontextualiseringar. Inom skolan är detta en kontextualisering där jag argumenterat för att den aspekt som bör vara den mest framträdande är innehållet som variation i förstådda innehåll. Mitt arbete har inneburit att jag försökt beskriva innehållets pedagogiska dimension, eller mer precist, gjort en innehållslig beskrivning av de möjligheter lärare öppnar för sig själva när det gäller att få tillgång till elevernas kunskande.

Metoddiskussion

Den använda tekniken att dokumentera undervisningen är fördelaktig med tanke på hur lite den stör i klassrummet. Lärarna och eleverna tycks snabbt glömma bandspelaren och min närvaro. Min bedömning är att tekniken inverkar på interaktionen i ungefär samma utsträckning som observation med tillhörande fältanteckningar. Det är en robust och lättanvänd teknik med liten risk för tekniska missöden. Jämfört med fältanteckningar tillåter den att man återvänder till inspelningar i princip hur många gånger som helst. Tekniken har dock begränsningar främst beträffande selektiviteten i det som dokumenteras. Endast verbala handlingar dokumenteras. Jag har därför inte tillgång till icke verbal kommunikation i form av t.ex. gester och minspel i mina analyser. Jag har inte heller tillgång till elevers eller lärares fysiska handlingar som t.ex. hur de arbetar med laborativa material. Utrustningen är begränsad när det gäller att fånga ljud som har sitt ursprung långt ifrån den plats läraren befinner sig. I någon

mån hjälper dock fältanteckningar till att minska dessa brister. I förhållande till studiens design som innebär relativt få besök hos varje lärare har jag funnit tekniken tillfyllest. Videokameror eller bruk av trådlösa mikrofoner och flerkanalig bandspelare hade inneburit fler och längre besök hos varje lärare på grund av att invänjningstiden hade varit betydligt längre. Givet att samma mängd resurser används hade denna lösning därför inneburit att färre klassrum hade kunnat besökas. Att pröva videodokumentation av ett färre antal lärare vore därför ett sätt att problematisera detta arbetes giltighet.

Studiens resultat kan också prövas genom att i högre utsträckning ta hänsyn till elevperspektivet. Frågeställningar som: Hur förstår eleverna innehåll som hanteras i frågeepisoderna? borde undersökas och relateras till lärares förståelse av samma innehåll. I viss mening är visserligen mitt resultat i termer av lärares "möjliga erfalande" oberoende av hur eleverna faktiskt förstår, men studier skulle bli mer relevanta i förhållande till utveckling av skolpraktiken om lärares förståelse kunde relateras till elevernas på ett mer direkt sätt än i detta arbete.

Den utvecklade beskrivningsmodellen betraktar jag som rimlig. Ett sätt att motivera detta är att den fångar skillnader mellan ämnen på ett distinkt sätt. Modellen är därmed tillräckligt känslig för att resultera i en beskrivning där nämnda skillnader blir synliga.

En fråga om frågor?

Avslutningsvis vill jag säga att det är meningsfullt att studera frågor i klassrummet. Jag menar att frågor är underskattade i förhållande till den vikt vi lägger beträffande svar på frågor i både forskning och undervisningssammanhang. Ralph Thompson skriver:

The cutting edge of knowledge is not in the known but in the unknown, not in knowing but in questioning. Facts, concepts, generalizations and theories are dull instruments unless they are honed to a sharp edge by persistent inquiry about the unknown

(Thompson (1969), s. 467)

Citatet är riktat mot högskolestuderande ("college graduates") och deras frågande under sin utbildning. Thompson menar att studerande i sin utbildning i stor utsträckning tränar på att besvara frågor, inte att ställa dem. Hans påstående är från 1969 och det är relaterat till ett

annat land än Sverige, men det är relevant i förhållande till svenska lärarstuderande idag. I vilken utsträckning får de möjligheter att ställa frågor om matematik och naturorientering? I vilken utsträckning uppmantras de under sin utbildning att ställa frågor om lärande och undervisning eller om elevers kunnande? Rimligen bör man kunna relatera delar av den frågepraktik jag beskrivit till förhållanden som råder under lärares utbildningstid.

Åter till avhandlingens syfte

Till sist återvänder jag till avhandlingens syfte för att på ett koncentrerat sätt beskriva vad jag anser att jag funnit. Syftet med detta arbete har varit att beskriva variation i hur lärares frågor i klassrummet öppnar för deras möjligheter att se, förstå, uppfatta och erfara elevers sätt att förstå inom matematik och naturvetenskap. Ett delsyfte har varit att beskriva skillnader och likheter beträffande dessa möjligheter mellan dessa båda ämnesområden.

För att svara upp mot detta har jag på empiriska vägar utvecklat en beskrivningsmodell i form av en tentativ teori som jag tillämpat för att beskriva och analysera åtta lärares undervisning och funnit följande:

- Om lärare skall kunna ta reda på något om elevers kunnande och göra distinktioner inom någon zon så måste elevernas objekt för kunnande, dvs. det de erfar, förstår och uppfattar vara invariant och deras akter av kunnande måste tillåtas variera i förhållande till detta. Lärares möjligheter att ta reda på vad eleverna kan är optimala då elevernas objekt för kunnande och deras akter för kunnande på detta sätt hålls samman. Nödvändigheten av detta kan härledas från variationsteorin tillsammans med min tentativa teoriutveckling och jag har empiriskt visat att sådan sammanhållning kan ske inom olika zoner.
- Sammanhållning kan ske på olika sätt. Akter kan variera explicit inom en frågeepisod, eller variera mot bakgrund av lärarens tidigare erfarenheter. Det är rimligen enklare för läraren att göra distinktioner om akter av kunnande varierar explicit. Dessutom är det vid dessa tillfällen möjligt för eleverna att erfara samma variation. En sådan situation innebär således bättre möjligheter även för deras lärande.

- Denna sammanhållning har inte endast att göra med frågors formulering. Den har också att göra med hur elevers sätt att besvara frågan följs upp och hur lärare ställer uppföljningsfrågor och tematiserar olika sätt att besvara samma frågor. Hela frågeepisoden måste beaktas om man skall kunna uppmärksamma lärares möjligheter till lärande.
- Interaktionen inom en frågeepisod äger sällan rum i den konceptuella zonen inom de ämnesområden studien har fokuserat. När det gäller matematikundervisningens frågeepisoder ligger tyngdpunkten inom stoffzonen. Frågeepisoder i no-undervisningen befinner sig oftast inom den proceduriella zonen.

När jag sammanfattar mitt resultat ytterligare och lyfter fram ett resultat framför de andra, så menar jag att det viktigaste är att våra möjligheter att göra distinktioner beträffande andras kunnande är optimala om vi frågar på ett sätt som innebär att svaren adresserar ett invariant objekt för kunnande samtidigt som akter av kunnande tillåts variera i förhållande till detta objekt.

SUMMARY

A question about questions

How teachers' questioning makes it possible to learn about the students' ways of understanding the content taught in mathematics and science

Introduction

I want to start this summary by trying to answer the question: What can be discerned? The answer in general terms is: That which varies! I want to give some examples in order to support this claim.

A bird that sits on the branch of a tree can be very hard to notice. The variation in position when it moves or when it flies makes it possible to notice the bird. Furthermore, if the bird is coloured in a similar way to the surrounding trees it is very hard to see, but if it is coloured in contrast to the surroundings, say red, we seldom have problems in seeing it. It is the variation between different colours that gives meaning to one of them.

A common experiment in lower grade science classrooms on the sensation of temperature begins by students putting one hand in hot water and one in cold. After a while both hands are transferred to a bowl of water of intermediate temperature. With the "cold" hand the lukewarm water feels hot, while the "hot" hand feels it as cold. Hence what we experience is *differences* in temperature or *variation* in temperature rather than the temperature in itself. Temperature in this example is a dimension of variation with different instances of temperature.

These examples of movement, colour and temperature have a rather simple content, but this line of reasoning can be generalised to more complex phenomena:

Gentlemen, I take it we are all in complete agreement on the decision here. (Everybody nodded.) Then I propose we postpone further discussion of this matter until our next meeting to give ourselves time to develop disagreement and perhaps gain some understanding of what the decision is all about.

Sloan (1964)

Perhaps without thinking of variation, the director of Ford uses the idea of variation in order to get a grasp of an upcoming decision. Since everyone agrees on the decision, there is no way to contrast it against something else. Hence it is not possible to understand the meaning of the decision. He then tries to bring about variation in how the decision should be regarded in order to understand the meaning of the actual proposition. He invites different points of view. In this thesis I will term this kind of instance as *open up* opportunities for different ways of seeing, experiencing or understanding.

We see, experience or understand with the totality of all our experiences. Vladimir Nabokov has expressed this idea in the following way:

[A] lily is more real to a naturalist than it is to an ordinary person. But it is still more real to a botanist. And yet another stage of reality is reached with that botanist who is a specialist in lilies. You can get nearer and nearer, so to speak, to reality; but you never get near enough because reality is an infinite succession of steps, levels of perception, false bottoms, and hence unquenchable, unattainable.

Nabokov (1962)

In this study a lily is equally real to all of us since we live in the same ontological world, but Nabokov, in my interpretation, points to the importance of our previous experiences and how they influence how we understand what we encounter. In a similar manner teachers understand different things when observing students handling content in the classroom. Eisner has written about the importance of content knowledge in classroom observation:

Surprisingly the quality of content being taught is frequently neglected in classroom observation. The reason I think, is that those who observe are often not specialists in the subject matter being taught and focus therefore on what the teacher and students do.

Eisner (1991, p. 178)

Likewise, when teachers use their classroom observation to try to make inferences about what their students know, the distinctions they are able to make are related to their knowing both about the topic taught and about the students' ways of understanding the topic. Shulman (1986) among many others has described teachers' knowledge. I will come back to this tradition when I discuss the results of the study.

Marton (1994) has described both teaching and research on teacher thinking and their teaching in terms of “the erosion of content”. By this he refers to the lack of focus on how content is handled in our classrooms. This thesis is about the learning of content, that is, teachers learning about how the students handle content in the classroom. The theoretical framework draws upon, and tries to further inform, the research approach of phenomenography (Marton, 1981; Marton & Booth, 1997). More precisely it is related to the currently named “theory of variation” (Marton & Pang, 1999; Runesson, 1999, Rovio-Johansson, 1999). In this theory, teachers and students collectively constitute a space of learning in the classroom. The teacher is internally related to the content taught and the students are internally related to the content learned. The students as well as the teachers have possibilities to experience the content handled.

In order to support students’ learning in our classrooms in the best ways possible, teachers need to have a firm grasp on what the students know and how they understand. In a pilot study, teachers reported in interviews that their main source of information on their students knowledge comes from being with them in the classroom, (see also Johansson & Emanuelsson, 1997). The main study was designed to describe teachers’ possibilities to learn about the students’ learning in the naturalistic classroom.

Perspectives on knowing

Sfard (1998) describes contemporary perspectives on learning in terms of two metaphors, the acquisition and the participation metaphor. I want to propose a third, the constitutive metaphor. Lave (1996) suggests that all theories of learning at a minimum should address three aspects of learning, telos – the direction of learning, mechanism and subject-world relation. Combining Sfard and Lave while adding a third aspect, the agent of learning, gives the following table.

Table 1. *Metaphors on learning*

	Acquisition (Constructivism)	Constitution (Theory of variation /Phenomenography)	Participation (Socio-cultural perspectives.)
Subject – world relation	varying, unclear	non-dualist explicitly	varying, unclear
Telos, the direction of learning	internal consistency, resolution of contradictions, viability	increased differentiation of wholes, inclusivity	peripheral to central partici- pant, use of artefacts and discourse
Mechanism	cognitive conflict adaptation assimilation accommodation reflective abstraction	variation, discernment, simultaneity	participation pre-interpretation mediation
Agent who or what, drives learning	the individual, the inner strives for equilibrium, the outer constrains	relations to other and to the world, interplay between “inner” and “outer”	the collective, discourse, culture, the “outer” precedes the “inner”

The proposed third metaphor tries to transcend the theoretical gap between the other two. The theoretical framework of this study can be related both to the tradition of learning as a social and cultural practice (cf. Vygotskij, 1978; Bruner, 1990; Wertsch, 1998; Säljö, 2000) and to the tradition emphasising the individual learner trying to make sense of the world (cf. Ausubel, 1968; Furth, 1969; Piaget, 1982; von Glasersfeld, 1995). However, phenomenography can also be related to Gestalt psychology (cf. Wertheimer, 1945; Gurwitsch, 1964) but involves a more precise focus upon how the learner sees, experiences or understands what is learned (Marton & Booth, 1997; Bowden & Marton 1998).

Aims

The aim of the study was to describe variation in the ways in which teachers' questions in the classroom open up possibilities for them to see, understand or experience their students' ways of understanding in the subject matter areas of mathematics and science. A subordinated aim was to describe differences and similarities, as regards to these possibilities, between these two content areas.

In classroom studies it is common to focus upon how teachers *form* their practice, that is how and what they teach. Instead I focus upon how they possibly are *formed* by their practice. Hence I view the classroom as a place for learning not only for the students, but for the teachers also.

Teachers' questions in the classroom

Black and William (1998) give an overview of studies on formative assessment by teachers in their classrooms. A total of 681 studies were reviewed and 250 selected for reading in full. Their most important findings in relation to this study are that it is qualities in the interaction between teachers and students that are most important in relation to the students' learning and that all assessments are grounded in an explicit or implicit idea of learning. Moreover, they also stress the importance of focusing not only on assessments per se, but also on how results are fed back to the students. Current practice is described as encouraging a surface approach to learning and seems to be focused on whether or not students remember isolated facts. Value and rank order are over-emphasised on behalf of learning. Norm-referenced approaches are used more than criterion-referenced.

Garnett and Tobin (1989) describe two high school chemistry teachers. On the surface the teachers seemed very different. One used a didactic approach to teaching while the other had a more progressive way of teaching. However, both of the teachers were very skilled at posing questions that made the students' understandings visible in the classroom. They conclude that it was the deep pedagogical content knowledge of both teachers that enabled them to focus upon qualities in the students' understanding rather than superficial characteristics of their teaching.

Few studies of classroom questioning have analysed teachers' learning. Davies describes teachers' *listening* in the classroom. He reports results from a longitudinal case study on teachers' ways of listening to the students while teaching mathematics. Three qualitatively differ-

ent types of listening, *evaluative*, *interpretative* and hermeneutic *listening* are described (Davies, 1997). I have interpreted Davies's results in terms of two different dimensions. The first dimension is concerned with whether the students' contribution to the interaction alters the course of the teaching. This happens only in the last type. The other dimension is on whether the questioning aims at getting an anticipated answer or if it opens up for the students' ways of understanding. In the first type, "evaluative listening", the teachers opens up for anticipated answers only. Both dimensions are present simultaneously only in the last type.

The empirical study

The study can be related to Stake's naturalistic and theory generating instrumental case study approach (Stake, 1994). I analyse the possible meanings of what students know from a point of departure in classroom interaction, as seen from the perspective of what can potentially be experienced by teachers in the classroom. I describe variation within and between the different cases.

Data are generated from observations of eight teachers' classrooms and follow-up interviews. The teachers were selected on the basis of a pilot study of 24 teachers. The sampling of teachers and classrooms was made in order to maximise variation in types of questions posed, and at the same time minimise the number of school subjects. All selected teachers were non-specialists as regards to subject matter. All thought students in the lower grades (ages 7 to 13) of the compulsory school in Sweden. Each classroom was observed two to four times in mathematics and science, respectively. Classroom observations and interviews were audiotaped and transcribed verbatim.

First- vs. second-order perspective

In studies with a "classical" phenomenographic interest, interviewees are typically probed on their conceptions, ways of understanding, seeing or experiencing some aspect of the world around them. This is normally done by analysing talk in an interview. Transcribed speech is then analysed in terms of what conceptions it possibly represents, reflects or is resonant with. In the current work transcribed speech is also analysed. Both interviews and observations were regarded as situations where people act verbally, and I interpreted these acts in terms of how the teachers' experienced their students' ways of understanding aspects of the content handled in the classroom interac-

tion. Hence I see no fundamental difference between data from interviews and data from observations as regards to the analytical attitude I adopt. In both cases acts of speech are analysed in a second-order perspective from the teachers point of view. The second-order perspective was in this study a matter of analytical attitude.

I do not describe the result in definite terms of how the teachers experienced their students' knowledge. Instead, I describe it in terms of *possible* ways of understanding. Hence I interpret speech and other acts in the classrooms in terms of affordances and constrains for the teachers' learning rather than what they actually learned.

Question episodes

Typically teachers initiate classroom interaction by posing a question or making a statement to the students. This can be done in either a written or spoken format. By so doing they open up opportunities for the students to participate in classroom interaction. The initial question together with the related interaction that follows is called a *question episode* below. In a question episode the topic discussed or otherwise handled is invariant. This definition is not unambiguous, but in practice it has worked well as far as getting manageable units of text to analyse is concerned.

Phases of the study

A first explorative phase has been followed by a confirmative phase. In the first phase data from each teacher was analysed separately. Question episodes were delimited and analysed with respect to potential meanings for the teacher. In order to describe these meanings a model of description was developed in an abductive process (Alvesson & Sköldberg, 1994; Prawat, 1999). The model has been used to describe teachers' possibilities to learn both in the analytical case studies and in the summarised results.

Results

The results are presented in three sections. These sections follow a different sequence than the temporal one sketched above. The first section contains the tentative and abducted theoretical results, followed by examples from some of the eight teachers' classrooms. In the last section the result is summarised and the two content areas are compared.

Theoretical result

Acts and objects of knowing

In the classroom, teachers and students do a lot of things: they talk, make calculations, conduct experiments and make presentations, and so on. A common belief is that both the teacher and the students understand in certain ways, what they talk about, what they experiment with, and what they make presentations about. The meaning of the content handled in the classroom is formed both by what teachers and students orient themselves towards and how this orientation takes place. Eisner has written on the relation between what the teaching is about and how it is performed.

The processes through which ideas are grasped and understood, which themselves are influenced by the conditions of teaching, give meaning to the content learned. Hence *how* something is taught and *what* is taught are, from an experiential perspective, part of the same whole. One can attend to both the separable and the experiential, inseparable, aspects of content. (1991, p. 178, italics in original)

Translated to teachers' possibilities to learn about the children's learning, this means that the meaning making of teachers is done in relation to both what the students are handling (students' object of learning) and how this handling takes place (students' acts of learning). The aspects are intertwined in the constitution of meaning for the teacher. This composite object has, by the same reasoning, a relation to how the teacher directs herself towards the students' knowing. These relations are described in the figure below:

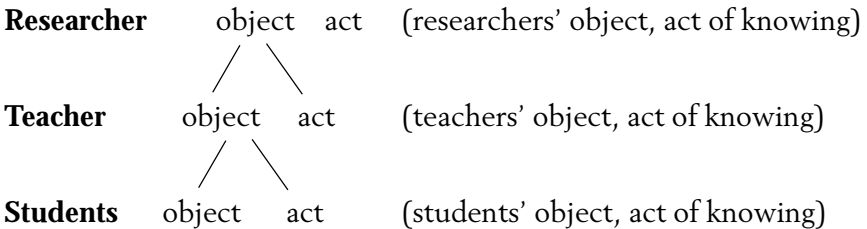


Figure 1. Architecture of the object of learning

This architecture of the object of learning is a development of the notion of "minds in contact", in the sense that both teacher and students orient themselves toward the same content. This is possible

since teachers, according to the non-dualistic assumption of phenomenography, are considered internally related to the content taught, and students in the same way are considered internally related to the same content (Alexandersson, 1994, Marton, 1994), this time though as learners. The object aspect is considered invariant over the three levels, but the act aspect is allowed to vary. This means that the potential meanings that can be associated with the different agents in the levels also can vary, since meanings are constituted in relation to both objects and acts of knowing.

Different zones in the classroom interaction

The objects that are handled in the interaction can be of qualitatively different types. I describe this in terms of the objects being related to different zones in the interaction. The choice of *zone* as an aspect of the interaction is related to Vygotskij's idea of the *zone of proximal development* (1962). It is viewed as a mutual constitution of the students and the teacher in relation to the content. It is not looked upon as a trait of the student, the teacher or the content. I have termed the zones: topical, conceptual and procedural zone.

Objects in the topical zone are facts and procedures, such as solution strategies, which have to be remembered. They can be mathematical facts such as number facts or the application of an algorithm. Science examples are names of organisms, what they eat or how different morphological structures are named. Typically students' knowing is categorised in terms of right or wrong by the teacher in the topical zone. In the conceptual zone, the interaction is about ways of understanding rather than remembering. For example, why a mathematical algorithm functions in a certain situation and not in another, or why a certain pattern of dots can be described with a specific mathematical expression. In science the interaction can be about reasons for the function of different organisms or ecosystems. Distinctions are made in terms of qualitatively different understandings rather than whether the understanding is legitimate. The interaction in the procedural zone is about the form of the students' work rather than the content. The content possible for the teacher to discern is the form of the students' presentations such as oral presentations, posters or booklets. In this type of interaction the teachers make distinctions such as clear – not so clear presentation, neat – not as neat poster.

There can be shifts between different zones within the same question episode. Questions within one zone can point to another. A shift from the topical to the conceptual zone is termed *vertical* since such a question deepens the topic discussed and points to more ge-

neral or “bigger ideas” within the topic. A question that points to different contexts, sometimes a context outside the common school context, is termed a *horizontal* question.

Case studies

In this section I present examples from some of the eight teachers in the study. Selected episodes are cases of situations where teachers have possibilities to make distinctions about their students’ knowing.

Agneta’s science presentations

The students have worked some weeks with individual presentations of their “research” on aquatic organisms. Today they will make their presentations in front of the class. Each student is supposed to make a short oral presentation of his or her written work on the octopus, lugworms, and the whale shark. Agneta initiates the activity by repeating what she wants them to do.

Agneta: When you have told the others about your animal you must ask two questions /.../ You know ... we have two ears [and only one mouth]. We learn very much by listening /.../ What do we demand of those who talk? /.../ What demands does it put on those who present ... M?

M: You must talk loud and clear.

Agneta: Otherwise we cannot hear. I will stand further back so I can hear if you talk loud and clear. And then when the question comes you write short a answer. It doesn’t matter if you spell wrong or something. Just write a short answer.

The explicit demands stated are all about the form of the presentation. Nothing is said about the content. The examples below are transcripts from three different students.

P: The big whale shark: The whale shark reaches 15-20 m. It’s whitish spotted, and has six fins. Amongst other places it lives outside the shores of Mexico in warm waters. It eats small squid and small fish such as anchovies, sardines and plankton.

Agneta: Hmm, can you show the drawing? [student shows a drawing]
... Can you read your questions now?

P: How big can it grow? /.../

Agneta: Now, I want you to read once more. Tell us about the whale shark. Read everything again; last time was too quick.

P: [Repetition, word by word, identical with the above]

Agneta: Now, can you take the next question about the whale shark!

P: Where does it live?

The next student makes a presentation about the octopus.

P: The octopus: The octopus belongs to the same group of animals as snails and clams. ... The octopus can change its colour rapidly in order to fit into the environment. ...

Agneta: Once more! Here are many facts, so one must be on one's toes.

P: [repetition word by word followed by the question:]

P: What group does the octopus belong to?

Agneta: What other animals belong to the group that the octopus belongs to? ... If you don't know the answer just mark with a line.

P: Can the octopus change its colour?

Agneta: Did you all hear? Write: Question four! Can the octopus change its colour? You can almost answer yes or no, it's fairly simple!

The next presentation is on lugworms:

P: The lugworm: The enemy of the lugworm is man. It eats sand. In the sand there is plankton which it eats. It's thick on the front side and thin on the back side. It lives in shallow water in the sand.

Agneta: Take it once more. Listen carefully. The questions come soon.

P: [repeats]

Agneta: Now you may take your questions.

P: Where does it live? /.../ What enemy does it have?

In the presentations above we have met three different ways for animals to lessen the risk of being eaten by other animals, or three different strategies to avoid predators. "Being big" (whale sharks), "changing colour" (octopuses) and "burrowing" (lugworms). The activity opens up this variation and the students have formulated questions that address these adaptations. However, the three adaptations are only mentioned as singular instances, as biological facts, without any overarching theory or idea. Agneta seems to view each presentation

by itself, and she doesn't open up opportunities for interaction about similarities and differences among the different presentations. It would have been possible to ask follow-up questions that thematise the adaptations and try to get the students perspectives on why sharks grow big, why octopi change colour and why the lugworm burrows itself into the sand. In an extension these questions can address the functioning of animals in an evolutionary perspective. The students direct themselves towards the presentation in itself. The presentation becomes an invariant object in the episode, and Agneta opens up opportunities for different acts of presenting within the episode. Some presentations are rather long and are confident, "loud and clear". Others are short and hard to hear. This is an example of interaction in the procedural zone. The episode has a potential to be extended to the conceptual zone by asking the proposed vertical "why-type" questions.

Doris, the multiplication twelve

Doris sits together with a few students in one corner of the classroom. She has prepared several sets of twelve pieces of paper. The episode starts with Doris asking the question: "What multiplications become twelve?" The students answer her question by ordering the pieces of paper in rectangular patterns on a big piece of paper on the floor, and by writing the related mathematical notation beside the laid-out pattern. After the patterns $2 \cdot 6$, $3 \cdot 4$ and $1 \cdot 12$ one student proposes $6 \cdot 2$ and another student protests and says that they already laid out that pattern. After a short discussion where different opinions are given on whether $1 \cdot 12$ is the same as $12 \cdot 1$ they agree that the notations give the same result, but they mean different things, or represent different situations. When all possible integer solutions to the question are laid out as patterns, Agneta asks for reasons why a pattern can be described with a multiplication. She does not get an answer to her question, but during the silence after the question one boy says that he has found another multiplication resulting in twelve. He is allowed to lay out the pattern $[9, 3]$. This pattern is different from the others already laid-out and another student says that it "maybe it isn't multiplication". After agreement the interaction turns to the question of conditions on a pattern for representing a multiplication. The proposition, "It must be even numbers", is now suggested by the students. Doris doesn't seem to understand what they mean and she asks for clarification. Here she opens up toward three different meanings of the expression "even numbers". Even numbers are numbers that can be divided by two [cf. $3/2 = 1.5$], even numbers are evenly divided in twos

[$4/2 = 2$], and even numbers mean rows of “equal numbers of pieces of paper”. In this manner, an answer which is mathematically incorrect [$9 \cdot 3 = 12$] becomes the key to solve a much more complicated problem about multiplication. It is Doris’s attitude towards the students’ knowledge where she focuses on what they mean and not what they explicitly say that opens up opportunities for a variation in acts of knowing in relation to the same object of knowing in the conceptual zone. Simultaneously, the interaction takes place in both the topical (number facts) and the procedural zone (the students’ presentations of and argumentation for their solutions). This is the only empirical example where all zones are present in the same question episode.

Boel’s division

The third empirical example is also from mathematics. In the excerpt below Boel publicly asks a student how she had calculated the division $4282/2$ and got the answer 2141.

Boel: How did you think when you got it? The answer? Tell us how you did!

P: [inaudible, but fieldnotes indicate $4282/2$; $4 - 2 = 2$, $2 - 1 = 1$; $8 - 4 = 4$; and $2 - 1 = 1$; answer: 2141]

Boel: Uhm, you say take away! From the four you take away two... and get two left, is that what you mean? (yes) You say four take away two. Two left you say (yes). Two take away two, does one get one left then? Do you all say take away? (nooo) How... What do you say P?

P: ...

Boel: You divide right off... You take one number at a time?

P: Yes.

Boel: So you do. You don’t think four, take away two, you think four...

P: Half of four is two.

The teacher’s question on how the student thinks opens up the opportunity or a description of division as finding the number subtracted equal to the result of the subtraction. $4/2$ is understood as $4 - 2 = 2$, $2/2$ as $2 - 1 = 1$, $8/2$ as $8 - 4 = 4$, a type of repeated subtraction. The teacher fails to recognise this and instead offers her way of understanding to the student. The variation that the student offers is closed or ignored, and the “correct one” is offered instead. The student’s way of

understanding division includes the teacher's and even goes one step further. The student not only expresses the understanding that it is possible to take one number at a time, she also offers a way of thinking regarding the details of stepwise divisions, but the teacher does not thematise the details. In the interview we discuss this sequence and another related one:

Jonas: One of the first examples you took here was 82 divided by two, and you asked them how they were thinking ... Why are you interested in how they think?

Boel: I wanted to know if they took all [numbers] at once or if they did some sort of division. If they for example took 80 first, and half of it and the units by themselves.

Jonas: Why do you want to know that?

Boel: It's interesting to ask what they think, because you can give the others tips on how they can think.

Jonas: In this case it was one student that answered 41 and you asked how he thought, and the student answered, "take minus". And you asked why he took minus and he said that he had it in his head "82 minus 41". And you asked "why 41?" and he said "It doesn't work with 42."

Boel: [Laughs] I stopped there and didn't say anything more...

Jonas: Yes, you took the next example, which was 96 divided by 3... What does a sequence like this say to you?

Boel: Yes, he at least got to 41, but how he did it, to take minus... It was like Anna said [the student quoted above]. She said "take away". I didn't follow how she was thinking. What does it actually say to me? That he doesn't know what he is doing, perhaps.

Jonas: But he gave the right answer?

Boel: Yes you can think in different ways. It may have been just a lucky coincidence that the answer was correct. I don't know. Now I don't remember who it was.

In the task 82/2 I propose that the student immediately understood the answer to be 41 and checked its correctness by performing $82 - 41 = 41$. Both of these students try to contribute meaning by relating division and subtraction, but the teacher fails to recognise what they mean. The question "Tell us how you think" becomes rhetorical rather than genuine. The minds of the teacher and the students do not

come in contact. In this episode objects belong to the topical zone. Distinctions are being made in terms of mathematically right or wrong answers or in terms of the legitimate or illegitimate way of doing calculations.

Boel's fish

This example is also from Boel's teaching, but this time from science. After five short presentations where groups of students have summarised what they know about fish, six students are brought to the whiteboard and instructed to draw one fish each. Then they have a whole-class discussion. They discuss differences and similarities among the drawings. Until now the content of the lesson has been descriptive and focused on characteristic traits of fish. After one student mentioned that the fishes are similar in shape, the teacher described the fish as "bobbin-shaped" and asks:

Boel: Is this a good shape, to live in the water, do you think? (Yeess)
Why is it?

In order to answer the question one has to relate variation in shape to friction against the water, and hence to differences in possibilities to survive in an aquatic environment. Later in the same lesson during a dissection a question of a similar type is posed when discussing the colour of the fish being dissected.

Boel: Hear me, it [the houting: lat: Coregonus] is brighter beneath and darker on top, does it matter? Why is it bright beneath and dark on top?

Here also one needs to relate several dimensions to each other. The variation in colour needs to be discerned at the same time as the potential variation in light seen from below and above. These two variations in colour need to be related to the potential risk to the fish of being noticed by different predators, those that may come from above and those that come from below. One student answers the question by saying: "It's not so easy to spot". The answer is recognised by the teacher with a nod, but it isn't thematised further. The following section is also from the dissection phase.

Boel: What do they [the scales] have as a task then? ... Is to look good? (no!) Yes, fish can be a little bit vain. Can they have a more important task?... H?

H: Heat.

Boel: Maybe, to keep themselves warm. As a little quilted jacket that they take on. Yes, perhaps! I wonder what temperature fish have? What do you say K-E?

K-E: It's like our skin.

Boel: What's the task of the skin then?

K-E: Protection.

From her comment "I wonder what temperature fish have?" I infer that she knows that fish change their body temperature in accordance with temperature in the environment. Despite this she doesn't close this variation. It's left open and the student is not corrected. This area takes a lot to understand. Besides knowing that different types of organisms have differences in thermoregulation, you need to know that fish are not warm-blooded and hence do not have to keep their temperature up. So then you can infer that they do not need insulation. Later when discussing the slime on the scales, the students propose many functions of the slime. For example, to taste bad to other fishes, to be smooth against the water, to make friction less and as a protective coat. At no point does the teacher correct the students' ideas. In the interview she is explicit about not judging the students in terms of right and wrong. By critiquing the students she claims:

Boel: Then you take away the joy of thinking further for them. It's not for certain that they are wrong in what they say. And also, you can't be sure exactly what they mean when they speak. It's hard for them to formulate in words, many times, at these ages. Most of what they said was positive, and they thought it was fun and interesting.

Descriptive properties of fish are related to complex issues regarding the functioning of organisms and ecosystems. The questions open up opportunities for the students to express their experiences related to fish. The teacher opens up possible relations between the students' experiences and potential biological theory from areas such as ecology and evolution, and a rich environment is constituted for the teacher's learning. The questions are open in nature, and the teacher does not comment on the correctness of the students. The reason is said to be to encourage the students to think further and to be able to see their perspectives on the content. The content is viewed as problematic; it can be hard to say what is right and what is wrong since

you cannot know for sure what the students mean. Learning is a collective enterprise; you learn from each other by contrasting different views with each other. The correctness is hard to judge since the same meaning can be expressed in different ways. The students may very well have correct ideas but have problems formulating them in words. The questions address fundamental biological issues, which can be related to “big ideas” within science such as evolution, ecology and physiology. The example “fish” is used to address these big ideas, at least potentially. The fish in itself seems not to be the central issue here. Teacher questions point beyond the fish and are of the vertical type. This is also confirmed in the interview. This is an example in which the students’ object of knowing is invariant, and acts of knowing are varying in both the conceptual and the procedural zone.

Cecilia’s “bingo”

This is a very short episode. When the math lesson is coming to an end Cecilia asks the students how far they have come in the math-book. She then begins to read out loud from the answer book.

Cecilia: 1066, a: 40,... b: 20,... c: 40,... now we are on 66.... 1067, a /
.../ I’ll stop there! So ... 10.00 we meet again. We take a break until
10.00.

She reads answers to about ten tasks. The melody in her voice is similar to the melody of the crier in a bingo hall. This rather odd sequence is typical for Cecilia in the respect that the students do not have to show Cecilia what they have done or how they have done it. In this sequence, objects are taken for granted and acts of knowing do not vary in any zone. In the interview Cecilia talks about her own knowing in terms of insecurity in relation to the content of mathematics and science. She talks about making efforts in order to keep the students from presenting their lack of knowledge to her. This is consistent with her way of handling the students’ questions to her. Often, especially when they are complicated, she doesn’t answer; instead, she refers to a later stage or a lesson to come. On one occasion when a boy asks why there is water in the exhaust gas of a car when gasoline doesn’t contain water, she cannot answer and instead refers to me, the observer. She seems to make efforts not to show her lack of knowledge to the students in a way similar to those she uses to keep the students from showing their knowledge to her.

Hanna's examination

The last empirical example I describe is a science example. The class has been working with the human body for a couple of weeks, and today Hanna is going to test their knowledge individually. The students stand in a queue in front of her, and with the aid of a picture one boy explains how sound travels through the ear. The first time he doesn't pass, so he must tell her again:

Hanna: Where is the ear?

A: ... the outer ear is here.

Hanna: And the sound comes ... ?

A: ... in through the auditory meatus, goes, so it vibrates, what's it called, eardrum...

Hanna: What do you say about the eardrum. Please be quiet back there, I can't hear what he says.

A: It vibrates.

Hanna: Yes, it vibrates and what happens then?

A: Ehhh, it pushes, it pushes, what's it called...?

Hanna: It puts ...

A: ...

Hanna: These vibrations they propagate to ...

A: The hammer, the anvil (Yes...) hits the cochlea (Yes), is transformed to..., to... ehhhh.

Hanna: Yes you can do it! We have talked about what happens. What did we do before when I did this [Hanna waves with her thumb as if she is ringing on a bicycle bell]?

A: Yes, it was signals!

Hanna: It is transformed to signals in the cochlea, that's right!

A: ...

Hanna: These signals, what happens?

A: They go to the brain.

Hanna: What is this [points to the auditory nerve] the part that sends the signals to the brain, they are sent by the ...?

A: ...

Hanna: What did you say...?

A: That what's in the cochlea.

Hanna: No, it connects to the cochlea, but what's it called... that place...?

A: Ehhh auditory....

Hanna: Yes, the auditory nerve goes up... Ok, now I only want to know what this is called [points].

A: It's called the auditory tube.

Hanna: Yes! Please give me a pen and your paper. You have passed!

In this excerpt of an episode, it is Hanna who fills the interaction with content. The type of interaction is the same in the other “examinations” Hanna does with the other students. She is piloting the student by giving clues to what he is supposed to say. The student seems to mention words without them having meaning to him. For him it is just empty words to be mentioned in a certain order. The student's invariant object is “saying certain words in the right order” and the acts vary in terms of correct word or not and the correct order or not. Hence, Hanna can make distinctions in the topical zone only.

Results summarised

Since the object aspect and the act aspect of knowing must be kept together, acts of knowing must vary in relation to the same object of knowing in order for the teacher to make distinctions in a zone. Using this idea allows the following description of the summarised results:

- 1 Students' object *topic* is invariant. Variation possible in three zones:
 - Acts varying in relation to the topic
 - Acts varying in relation to concepts
 - Acts varying in relation to skills
- 2 Students' object *concept* is invariant. Variation possible in two zones:
 - Acts varying in relation to concepts
 - Acts varying in relation to skills
- 3 Students' object *skill* is invariant. Variation possible in one zone:
 - Acts varying in relation to skills

4 Students' object taken for granted

- Acts not varying in any zone

This result is abducted from data and consistent with the theoretical result of the study. However, there are several variants of each of the above main types of interaction patterns. The outcome is theoretically based but not always empirically consistent. Instead, variants can be found within the above types. The excerpts in the previous section are placed within this extended structure after each variant.

Variants within the overarching structure

Type 1 (four variants)

1a Students' object *topic* is invariant. Variation in three zones:

- Acts varying in relation to the topic
- Acts varying in relation to concepts
- Acts varying in relation to skills

[Doris's multiplication]

1b Students' object *topic* is invariant. Variation in two zones:

- Acts varying in relation to the topic
- Acts varying in relation to concepts

1c Students' object *topic* is invariant. Variation in two zones:

- Acts varying in relation to the topic
- Acts varying in relation to skills

1d Students' object *topic* is invariant.

Variation in one zone:

- Acts varying in relation to the topic

[Boel's division; Hanna's examination]

Type 2 (two variants)

2a Students' object *concept* is invariant. Variation in two zones:

- Acts varying in relation to concepts
- Acts varying in relation to skills

[Boel's fish]

2b Students' object *concept* is invariant. Variation in one zone:

- Acts varying in relation to concepts

Type 3 (one variant)

3 Students' object *skill* is invariant. Variation in one zone:

- Acts varying in relation to skills

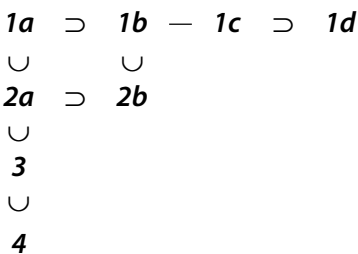
[Agneta's aquatic presentations]

Type 4 (one variant)

4 Students' object taken for granted. Acts not varying in any zone

[Cecilia's "bingo"]

The total structure can be ordered according to the scheme below:



The ordering is not complete. Some of the patterns, such as 1b – 1c and 3 – 1b, are not ordered with respect to each other. To order these, one needs to apply outer criteria (Uljens, 1989) since the ordering between the above examples isn't of a hierarchical type.

Differences between mathematics and science

- With one exception, all patterns of variation where distinctions are possible in the conceptual zone come from mathematics teaching. (The exception is from Boels's teaching about fish.) [4 math, 1 science]
- Patterns of variation where distinctions within the topical zone come with one exception from mathematics teaching. [8, 1]
- Patterns of variation where distinctions within the procedural zone come with one exception from science teaching. [1, 5]
- Patterns of variation where possibilities of making distinctions in every zone are lacking come with one exception from science teaching. (The exception is Cecilia's "bingo", where she reads the correct answers from the mathematics textbook.) [1, 3].

The teachers seem to have good possibilities to learn about the students' ways of doing presentations and ways of doing experiments in science. They have poorer possibilities to determine what science facts the students remember and relatively few possibilities to determine the students' ways of understanding science phenomena. When the same teachers teach the same class, in mathematics the balance between the zones shifts. In mathematics, the dominant possibilities are to make distinctions in terms of right or wrong answers or right or wrong choice of calculation method. The possibilities to experience how the students understand the mathematics handled are fewer. The teachers also have limited possibilities to determine the students' knowing when it comes to presenting a mathematical solution, or making mathematical arguments for a point of view, line of reasoning, or a solution method.

This description of differences is true for all except two of the teachers in the present study. Boel was the only teacher who in science opens up for the students' acts in the conceptual zone, and Filippa open up possibilities for acts in the procedural zone in both subject matter areas. To summarise, five of seven teachers in the study followed this typical pattern. *

* Hanna is excluded from this comparison since she does not teach mathematics.

Discussion

Pedagogical content knowledge

Pedagogical content knowledge, PCK (Shulman, 1986), is criticised by McEwan & Bull (1991) for being grounded in an unclear epistemology. Cochran et al. (1993) reformulated PCK based on a radical constructivist epistemology.

From a constructivist perspective, the teacher's understanding of these two aspects [students' knowing and the context of learning] provides the basis for teaching because learning is created by the students, not the teacher, with the student's understandings and the learning setting forming the context for that learning. Moreover it is the student who decides whether or not the understanding constructed in the classroom is viable. (p. 267)

Hence Cochran et al prefer the term *pedagogical content knowing*. I share the conclusion that Shulman's concept of teachers' knowledge lacks a clear epistemology, but I am uncertain whether the grounding in radical constructivism makes it any clearer. In the radical constructivist formulation, teachers' pedagogical content knowledge is a construction related to the teacher, and the content of the students' knowing is a construction related to the students. Von Glaserfeld (1995) claims that the ontology of others is unclear within the radical formulation of constructivism since other persons and their knowing is a mere construction by the subject. This lack of epistemological and ontological contact between teachers and students seems problematic. I will therefore propose an alternative to pedagogical content knowing.

Content knowledge in a phenomenographic perspective

When Marton (1987, 1989) discussed how research on learning and teaching can contribute to the knowledge base of teachers, he used the concept "a pedagogy of content". The difference between PCK and Marton's concept is on how content is viewed or rather from which position it is viewed. Shulman is occupied with the content as taught, the offered content. Marton is concerned with the content as handled and understood by students. This distinction is of the same category as the distinction between first- and second-order perspectives.

Marton claims that the two fields of research, "teachers' PCK", and "research on students' understanding within certain content areas" are rarely connected. He claims to point to a bridge between the

two areas, the students' ways of being aware of a specific content and the teachers' ways of being aware of the same content (Marton, 1994). However such a bridge puts demands on the theoretical perspective to be used. The perspective must be able to handle both the students' ways of understanding a specific content and the teachers' ways of understanding the same content simultaneously. Furthermore, the perspective needs to be able to handle how these understandings are related to each other

Feynmans lectures (Feynman et al., 1963) are often referred to as a prototype of what pedagogical content knowledge is (Treagust, 1997). In my reading, his lectures lack a perspective on content as students' ways of understanding the content. His focus is instead on transforming the content in a manner which is consistent with physics and at the same time is on the correct level in relation to what can be expected by the audience. He demonstrates a deep and broad understanding of physics and an ability to relate physics to everyday phenomena, but his teaching does not seem to address what is known about the students' ways of understanding the phenomena dealt with.

Lybeck's work (1981) demonstrates what teachers content knowing can look like in a phenomenographic perspective. In this case though, it is the researcher that combines the pedagogical and content aspect of learning. When he analyses teaching and learning, Lybeck takes his departure in students' ways of understanding density as described in an outcome space. He interprets transcriptions from an experimental teaching sequence in terms of how the students' understanding of density evolves dynamically during teaching. The main aim of the study is to describe how students' understanding of the content becomes the content taught (p. 137). Other examples can be found in Strömdahl (1996), Tullberg, (1997) and Baille et al. (2001).

A possible difference between Shulman's (1986) PCK and a "pedagogy of content" is Shulman's separation of content from pedagogy. PCK is described as "that special amalgam" (s. 8) which is typical for teachers, but I claim that it's meaningful to view all contents as having pedagogical dimensions. All specific contents are understood contents that are communicated and negotiated between humans. It is not only the teacher who needs to recognise the pedagogical dimension even though this dimension may be more important for teachers since their mission requires that the students develop certain ways of understanding specific contents. The pedagogical aspects of contents ought to be a figure to a larger extent for teachers than for others.

A phenomenographic correspondence to PCK is, as a consequence of the non-dualist ontological assumption, placed as a relational entity between teachers and students, and it is related to the specific content in question. This knowing is not a psychological entity of the teacher; instead, it is constituted in the interaction with content and students.

To summarise, pedagogical content knowledge and the ability to see the pedagogical dimension of content are different but related perspectives of teacher knowledge. In a “PCK-perspective” there are different types of contents (cf. disciplinary content, pedagogical content, and content as understood by teachers and students). In a phenomenographic perspective there is one type of content with different aspects or different contextualisations. In respect to the teachers’ work in the classroom, the most important aspect is the pedagogical dimension of content. Content as taught and as potentially understood. The current work can be looked upon as a way of trying to describe the pedagogical dimension of contents as I have tried to describe the possibilities teachers open up for themselves in order to achieve contact with the students’ ways of understanding.

In the relatively few episodes in which the interactions took place in the conceptual zone, the teachers in this study seemed familiar and confident with the content and with students’ ways of understanding the content. In the interviews, several teachers reported problems with both of these aspects of knowledge. For instance, Hanna talked about her own confusion in regard to the names of different parts in the ear. She said that she was uncertain about both choice of subject matter to teach and assess, and she reported insecurity with respect to her own knowledge in the chosen areas. Also Boel seemed to have problems in handling the students’ ways of relating subtraction and division. In the interview Agneta talked about her main aim in science teaching as helping students to relate different phenomena in their world and to see the beauty in nature by understanding the interconnectedness between different organisms. When the students present their research on animals she doesn’t relate what they say to an idea of, as she says, “how everthing fits together”. This is perhaps because she does not discern the proposed object in the conceptual zone herself. These examples and more indications from the study give some evidence for the suggested relations to the teachers’ own knowing.

Finally, I want to claim that it is worthwhile studying questions in classroom interaction. I believe questions are downgraded in relation to answers both in research and in teaching.

The cutting edge of knowledge is not in the known but in the unknown, not in knowing but in questioning. Facts, concepts, generalizations and theories are dull instruments unless they are honed to a sharp edge by persistent inquiry about the unknown.

Thompson (1969, s 467)

The citation is directed towards college graduates and their possibilities to ask questions during their education. Thompson suggests that students within their training are drilled in answering questions rather than formulating them. Further clues to the reasons for the results of this study can perhaps be found in teachers' possibilities to ask question within pre- and in-service education, especially questions that aims at open up toward other people's ways of understanding.

Final conclusions

Based on the study described I claim the following:

- 1 If teachers are to make distinctions about their students knowledge in any of the zones, then there must be an invariant object of knowledge for the students and the teacher must allow for a variation of acts of knowing related to that object. That is, objects and acts of knowing must be kept together in the classroom interaction.
- 2 The keeping together is not only a matter of questions in themselves. It has to do with how the teacher follows up the answers, how she takes care of what the students say, and in what ways she asks further questions. Question episodes must be considered as wholes if we are to analyse teachers' possibilities to learn in the classroom.
- 3 Interaction within episodes can relatively rarely be related to the conceptual zone. In mathematics the main emphasis lies in the topical zone. In science most of the interaction is within the procedural zone.

The results can be summarised even further. The most important finding of the study is: In order to make distinctions in other peoples' ways of understanding something, this something must be kept invariant and acts of knowing must be allowed to vary in relation to the invariant object of knowing.

REFERENSER

- Ahlström, K. G. (2001). Reflektioner och synpunkter. I S. Lindblad & F. Sahlström (Red.) *Interaktion i pedagogiska sammanhang* (s. 143-155) Stockholm: Liber.
- Alexandersson, M. (1994). *Metod och medvetande* (Göteborg Studies in Educational Sciences, 94). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Alvesson, M. & Sköldbberg, K. (1994). *Tolkning och reflektion. Vetenskapsfilosofi och kvalitativ metod*. Lund: Studentlitteratur.
- Andersson, B. (1989). *Grundskolans Naturvetenskap. Forskningsresultat och nya idéer*. Stockholm: Utbildningsförlaget.
- Ausubel, D. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Baillie, C., Emanuelsson, J., & Marton, F. (in press). Building knowledge about the interface. *Journal of Materials Education*.
- Bauersfeld, H. (1988). Interaction, construction, and knowledge: Alternative perspectives for mathematics education. In D. Grouws & T. Cooney (Eds.), *Perspectives on research on effective mathematics teaching, Vol. 1*. Lawrence Erlbaum, NCTM.
- Beach, D. (1997). *Symbolic control and power relay: Learning in higher professional education* (Göteborg Studies in Educational Sciences, 119). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998a). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy and Practise* 5(1), 7-74.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998b). Inside the black box. *Phi Delta Kappan* 80(2), 139-148.
- Black, P. (1993). Formative and summative assessment by teachers. *Studies in Science Education*, 21, 49-97.
- Boaler, J. (1997). *Experiencing school mathematics. Teaching styles, sex and setting*. Buckingham: Open university press.
- Bohr, N. (1959). *Atomfysik och mänskligt vetande*. Stockholm: Aldus.
- Booth, S. A. (1992). *Learning to program: A phenomenographic perspective* (Göteborg Studies in Educational Sciences, 89). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Bowden, J., & Marton, F. (1998). *The university of learning. Beyond quality and competence*. London: Kogan.

- Bruner, J. S. (1990). *Acts of Meaning*. Cambridge, MS: Harvard University Press.
- Carlsen, W. S. (1991). Questioning in classrooms – a sociolinguistic perspective. *Review of Educational Research*, 61, 157-178.
- Cobb, P., & Bauersfeld, H. (Eds.). (1995). *The emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Cochran, K., DeRuiter, J., & King, R. (1993). Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education* 44(4), 263-272.
- Crooks, T. J. (1988). The impact of classroom evaluation practises on students. *Review of Educational Research*, 58, 438-481.
- Davies, B. (1997). Listening for differences: An evolving conception of mathematics teaching. *Journal for Research in Mathematics Education* 28(3), 355-376.
- diSessa, A. A. (1993). Responses. *Cognition and Instruction* 10, 261-280.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23, 5-12.
- Eisner, E. (1991). *The enlightened eye. Qualitative inquiry and the enhancement of educational practice*. New York: McMillan.
- Emanuelsson, G. (1986). Den didaktiska dimensionen. Intervju med Ference Marton. *Nämnnaren* 13(2/3), 41-46.
- Emanuelsson, J. (1995). Utvärdering av elevers kunskaper i matematik och naturvetenskap: Reflexioner kring en intervju med en mellanstadie lärare. I B. Andersson (Red.) *Forskning om naturvetenskaplig undervisning: Rapport från en rikskonferens i Mölndal 19-20 Juni 1995*. (Rapport NA-SPEKTRUM, Nr 15). Göteborg: Göteborgs universitet, Institutionen för ämnesdidaktik.
- Emanuelsson, J. & Johansson, B. (1995). Utvärdering av NO-undervisning i ett LÄRarperspektiv. UNO-LÄR-projektet. I H. Strömdahl, (Red.) *Dokumentation av Skolverkets första forskarseminarium i NO-didaktik*. Stockholm: Skolverket.
- Engström, A. (1997). *Reflektivt tänkande i matematik. Om elevers konstruktioner av bråk*. Stockholm: Almqvist och Wiksell International.
- Engström, A. (Red.) (1998). *Matematik och reflektion*. Lund: Studentlitteratur.
- Evaldsson, A-C., Lindblad, S., Sahlström, F. & Bergqvist, K. (2001). *Introduktion och forskningsöversikt*. I S. Lindblad & F. Sahlström (Red.) *Interaktion i pedagogiska sammanhang*. (s. 9-35) Stockholm: Liber.
- Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (1963). *The Feynman lectures on physics. Vol 1*. Addison-Wesley.

- Fosnot, C. (1993). Rethinking science education. A defense of Piagetian constructivism. *Journal of Research in Science Education* 30(9), 1189-1201.
- Frances, H. (1996). Advancing phenomenography – Questions of method. In G. Dall’Alba & B. Hasselgren (Eds.), *Reflections on Phenomenography – Toward a methodology?* (pp. 35-47). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Furth, H. G. (1969). *Piaget and knowledge. Theoretical foundations*. N.J.: Prentice-Hall.
- Garnett, P.J., & Tobin, K. (1989). Teaching for understanding. Exemplary practice in high school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 1-14.
- Gibson, J. (1986). *The ecological approach to visual perception*. London: Lawrence Erlbaum.
- Glaserfeld, E. von (1995). *Radical constructivism. A way of knowing and learning*. London: The Falmer Press.
- Glaserfeld, E. von (1998). Kognition, kunskapskonstruktion och undervisning. I A., Engström (Red.) *Matematik och reflektion*. Lund: Studentlitteratur.
- Gurwitsch, A. (1964). *The field of consciousness*. Pittsburgh: Duquesne University Press.
- Halldén, O. (1988). Alternative frameworks and the conceptions of task: Cognitive constraints in pupils interpretation of teachers assignments. *Scandinavian Journal of Educational Research* 32(3), 123-140.
- Hasselgren, B., & Beach, D. (1997). Phenomenography: A “good-for-nothing brother” of phenomenology? Outline of an analysis. *Higher Education Research and Development* 16(2), 191-202.
- Helmstad, G. (1999). *Understandings of understanding. An inquiry concerning experiential conditions for developmental learning* (Göteborg Studies in Educational Sciences, 134). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Herron, M. D. (1971). The nature of scientific inquiry. *School Review*, 79, 171-212.
- Hildgard, E. R. (1980). The trilogy of mind: cognition, affection and conation. *Journal of the History of Behavioural Sciences*, 16, 107-117.
- Hodson, D. (1992). Assessment of practical work. Some considerations in philosophy of science. *Science and Education*, 1, 115-144.
- Hounsell, D. (1986). Att förstå undervisning och att undervisa för förståelse. I F. Marton, H. Hounsell & N. Entwistle (Red.) *Hur vi lär*. Stockholm: Tema nova, Almqvist & Wiksell.
- HSFR (1994). *Etik. Forskningsetiska principer för humaniora och samhällsvetenskap* (broschyr). Uppsala: Ord & Form AB.

- Johansson, B. (2001). Vad händer på lektionerna? I M. Löwing, B. Johansson, G. Emanuelsson & R. Ryding (Red.), *Vänbok till Wiggo Kilborn*. Göteborg: Göteborgs universitet, Nationellt Centrum för Matematikutbildning.
- Johansson, B., & Emanuelsson, J. (1997). *Utvärdering i naturkunskap och matematik. Lärare i grundskolan berättar*. Stockholm: Skolverket.
- Johansson, B., Marton, F., & Svensson, L. (1985). An approach to describing learning as a change between qualitatively different conceptions. In A. L. Pines & T. H. West (Eds.), *Cognitive structure and conceptual change* (pp. 233-257). New York: Academic Press.
- Kawanaka, T., & Stigler, J. (1999). Teachers' use of questions in eight-grade mathematics classrooms in Germany, Japan and the United States. *Mathematical Thinking and Learning* 1(4), 255-278.
- Kilpatrick, J. (1993). Beyond face value. Assessing research in mathematics education. In G. Nissen & M. Blomhøj (Eds.), *Criteria fo scientific quality and relevance in the didactics of mathematics*. Report from symposium held in Gilleleje, Denmark from April 27 to May 2, 1992. Roskilde: Danish research council for the Humanities.
- Kilpatrick, J. (1998). The research culture of U.S. Mathematics Education. In T. Lingefjärd & G. Dahland (Red.), *Research in Mathematics Education. A report from a follow-up conference after PME 1997* (Report 1998:02). Göteborg: Göteborgs universitet. Institutionen för ämnesdidaktik.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1999). *Philosophy in the flesh. The embodied mind and its challenge to western thought*. New York: Basic books.
- Lave, J. (1996). Teaching as Learning in Practice. *Mind Culture, and Activity*, 3(3), 149-164.
- Leach, J., & Scott, F. (1999). *Teaching and learning science. Linking individual and sociocultural perspectives*. Paper presented at the European Association for Research in Learning and Instruction in Göteborg, Sweden Aug. 24-28, 1999.
- Lerman, S. (1996). Intersubjectivity in mathematics learning: A challenge to the radical constructivist paradigm? *Journal for Research in Mathematics Education* 27(2), 133-150.
- Lindblad, S. & Sahlström, F. (Red.) (2001). *Interaktion i pedagogiska miljöer*. Stockholm: Liber.
- Linell, P. (1994). *Transkription av tal och samtal. Teori och praktik* (Rapport 1993:4). Arbetsrapporter från Tema Kommunikation, Linköpings universitet.
- Lundgren, U. P. (1972). *Frame factors and the teaching process. A contribution to curriculum theory and theory on teaching*. Stockholm: Almqvist & Wiksell.

- Lybeck, L. (1981). *Arkimedes i klassen. En ämnespedagogisk berättelse* (Göteborg Studies in Educational Sciences, 37). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Löfdahl, S. E. (1987). *Fysikämnet i svensk realskola och grundskola. Kartläggning och alternativ ur fysikdidaktisk synvinkel*. Uppsala studies in Education, 28. Uppsala: Acta Univeristatis Upsaliensis.
- MacEwan, H., & Bull, B. (1991). The pedagogic nature of subject matter knowledge. *American Educational Research Journal*, 28, 316-334.
- Marton, F. (1981). Phenomenography – describing conceptions of the world around us. *Instructional Science*, 10, 177-200.
- Marton, F. (1986). Innehållets pedagogik. I J.-E. Gustafsson & F. Marton (Red.), *Pedagogikens gränser och möjlighet*. Lund: Studentlitteratur.
- Marton, F. (1987). *Towards a pedagogy of content*. Publikationer från Institutionen för pedagogik, 04. Göteborg: Göteborgs universitet.
- Marton, F. (1989). Towards a pedagogy of content. *Educational Psychologist*, 24, 1-23.
- Marton, F. (1994). On the structure of teachers' awareness. In I. Carlgren, G. Handal & S. Vaage (Eds.), *Teachers' minds and actions. Research on teachers' thinking and practice* (pp. 28-42). London: Falmer Press.
- Marton, F. (1995). Cognosco ergo sum: Reflections on reflections. *Nordisk pedagogik* 15(3), 165-180.
- Marton, F. (2000). The practise of learning. *Nordisk pedagogik* 20(4), 230-236.
- Marton, F., & Booth, S. (1997). *Learning and awareness*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Marton, F., & Neuman, D. (1989). Constructivism and constitutionalism. Some implications for the first mathematics education. *Scandinavian Journal of Educational Research* 33(1), 35-46.
- Marton, F., & Pang, M. F. (1999). *Two faces of variation*. Paper presented at the 8th European Conference for Learning and Instruction, Göteborg, Sweden, August 24-28.
- Marton, F., Dahlgren, L.-O., Svensson, L. & Säljö, R. (1977). *Inläring och omvärldsuppfattning*. Stockholm: AWE/GEBERS.
- Mason, J. (2000). Asking mathematical questions mathematically. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology* 31(1), 97-111.
- Merriam-Webster, (2001). The language center [On-line], Tillgänglig: <http://www.webster.com>. (2001-10-01)

- Millar, R., & Driver, R. (1987). Beyond processes. *Studies in Science Education*, 14, 33-62.
- Minick, N. (1987). The development of Vygotsky's thought: An introduction. In R. Rieber & A. Carton (Eds.), *The collected works of L. S. Vygotsky*. Volume 1. Problems of general psychology. New York: Plenum press.
- Molander, B. (1993). *Kunskap i handling*. Göteborg: Daidalos.
- Molander, B.-O. (1997). *Joint discourses or disjointed courses. A study on learning in upper secondary school*. Stockholm: HLS förlag.
- Nabokov, V. (November 22, 1962). BBC television, The Listener. [On-line]. Tillgänglig: <http://www.lib.ru/NABOKOW/Inter02.txt> (2001-10-01).
- Neuman, D. (1987). *The origin of arithmetic skills. A phenomenographic approach* (Göteborg Studies in Educational Sciences, 62). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Ott, A. (2000). Att lära för skolan eller livet. *Nordisk pedagogik* 20(2), 90-106.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. London: Sage Publications Ltd.
- Pedhazur, E., & Pedhazur-Schmelkin, L. (1991). *Measurement, design and analysis: An integrated approach*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Philips, D. C. (1995). The Good, the Bad and the Ugly. The many faces of constructivism. *Educational Researcher* 24(7), 5-12.
- Piaget, J. (1982). *The child's conception of the world*. London: Paladin.
- Prawat, R. (1999). Dewey, Peirce, and the learning paradox. *American Educational Research Journal* 36(1), 47-76.
- Renström, L. (1988). *Conceptions of matter. A phenomenographic approach* (Göteborg Studies in Educational Sciences, 69). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Richardsson, J. (1999). The concepts and methods of phenomenographic research. *Review of Educational Research* 69(1), 53-82.
- Romberg, T. A., & Carpenter, T. P. (1986). Research on teaching and learning mathematics: Two disciplines of scientific inquiry. In M. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching (3rd ed.)* (pp. 850-873). New York: Macmillan Publishing Company.
- Rovio-Johansson, A. (1999). *Being good at teaching. Exploring different ways of handling the same subject in higher education* (Göteborg Studies in Educational Sciences, 140). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.

- Runesson, U. (1999). *Variationens pedagogik. Skilda sätt att behandla ett matematiskt innehåll* (Göteborg Studies in Educational Sciences, 129). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Schoultz, J. (2000). *Att samtala om/i naturvetenskap: kommunikation, kontext och artefakt* (Linköping Studies in Education and Psychology, 67). Linköping: Linköpings universitet.
- Schwab, J. J. (1964). The teaching of science as inquiry. In J. J. Schwab, & P. F. Brandwein (Eds.), *The teaching of science* (pp. 1-103). Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Sfard, A. (1998). On two metaphors for learning and the dangers of choosing just one. *Educational Researcher* 27(2), 4-13.
- Shulman, L. S. (1981). Disciplines of inquiry in education: an overview. *Education Researcher* 10 (6), 5-12.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher* 15(2), 4-14.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review* 57(1), 1-22.
- Shulman, L., & Tamir, P. (1973). Research on teaching in the natural sciences. In R. Travers (Ed.), *Second handbook of research on teaching*. Chicago: Rand McNally.
- SKOLFS 1994:1. *Lpo 94*.
- SKOLFS 1994:3. *Kursplaner för grundskolan*.
- Sloan, A. P. Jr. (Ed.), McDonald, J. & Stevens, C. (1964). *My years with General Motors*. Garden City, N.Y.: Doubleday.
- SOU 1992:94. *Skola för bildning*. Stockholm: Utbildningsdepartementet.
- Stake, R. (1994). Case studies. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp. 236-247). London: Sage publications Ltd.
- Stigler, J., & Hiebert, J. (1997). Understanding and improving classroom mathematics instruction. An overview of the TIMSS Video Study. *Phi Delta Kappan*, 79, 14-21.
- Strömdahl, H. (1996). *On mole and amount of substance. A study of the dynamics of concept formation and concept attainment* (Göteborg Studies in Educational Sciences, 106). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Säljö, R. (1975). *Qualitative differences in learning as a function of the learner's conception of the task* (Göteborg Studies in Educational Sciences, 14). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.

- Säljö, R. (2000). *Lärande i praktiken. Ett sociokulturellt perspektiv*. Stockholm: Prisma.
- Thompson, R. (1969). Learning to Question. *Journal of Higher Education* 40(6), 467-472.
- Treagust, D. (1997). *Scientific Explanatory frameworks in science: Seeking an ideal case*. Science Education Brown Bag Lunch Group, Michigan State University, October 22. [On-line], Tillgänglig: <http://www.msu.edu/user/rtsmith/BBL/Treagust.html> (2001-10-01).
- Tullberg, A. (1997). *Teaching the "mole". A phenomenographic inquiry into the didactics of chemistry* (Göteborg Studies in Educational Sciences, 118). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Uljens, M. (1989). *Fenomenografi – forskning om uppfattningar*. Lund: Studentlitteratur.
- Uljens, M. (1996). On the philosophical foundation of phenomenography. In G. Dall'Alba & B. Hasselgren (Eds.), *Reflections on Phenomenography – Toward a methodology?* (pp. 103-128). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Watson, A. (2000). Mathematics teachers acting as informal assessors: Practices, Problems and Recommendations. *Educational Studies in Mathematics* 31(1), 69-91.
- Wertheimer, M. (1945). *Productive Thinking*. New York: Harper and Row.
- Wertsch, J. V. (1998). *Mind as Action*. New York: Oxford University Press.
- Wilson, S., & Gudmundsdottir, S. (1987). What is this a case of? Exploring some conceptual issues in case study research. *Education and Urban Society* 20(1), 42-54.
- Winegardner, K. (odaterad). *The Case Study Method of Scholarly Research*. [On-line], Tillgänglig: <http://www.tgsa.edu/online/cybrary/case1.html> (2001-09-11).
- Vosniadou, S. (1999). *Personlig kommunikation*. Discussant to paper presented at the 8th European Conference for Learning and Instruction, Göteborg, Sweden, August 24-28.
- Vygotsky, L. (1962). *Thought and language*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

GÖTEBORG STUDIES
IN EDUCATIONAL SCIENCES
ISSN 0436-1121

Editors:

Ingemar Emanuelsson, Jan-Eric Gustafsson and Ference Marton

1. *Karl-Gustaf Stukát*: Lekskolans inverkan på barns utveckling. Sthlm 1966. Pp.148.
2. *Urban Dahllöf*: Skoldifferentiering och undervisningsförlopp. Sthlm 1967. Pp. 306.
3. *Erik Wallin*: Spelling. Factorial and experimental studies. Sthlm 1967. Pp.180.
4. *Bengt-Erik Andersson*: Studies in adolescent behaviour. Project Yg, Youth in Göteborg. Sthlm 1969. Pp. 400.
5. *Ference Marton*: Structural dynamics of learning. Sthlm 1970. Pp. 112.
6. *Allan Svensson*: Relative achievement. School performance in relation to intelligence, sex and home environment. Sthlm 1971. Pp. 176.
7. *Gunni Kärrby*: Child rearing and the development of moral structure. Sthlm 1971. Pp. 207.
8. *Ulf P. Lundgren*: Frame factors and the teaching process. A contribution to curriculum theory and theory on teaching. Sthlm 1972. Pp. 378.
9. *Lennart Levin*: Comparative studies in foreign-language teaching. Sthlm 1972. Pp. 258.
10. *Rodney Åsberg*: Primary education and national development. Sthlm 1973. Pp. 388.
11. *Björn Sandgren*: Kreativ utveckling. Sthlm 1974. Pp. 227.
12. *Christer Brusling*: Microteaching – A concept in development. Sthlm 1974. Pp. 196.
13. *Kjell Rubenson*: Rekrytering till vuxenutbildning. En studie av kortutbildade yngre män. Gbg 1975. Pp. 363.
14. *Roger Säljö*: Qualitative differences in learning as a function of the learner's conception of the task. Gbg 1975. Pp. 170.
15. *Lars Owe Dahlgren*: Qualitative differences in learning as a function of content-oriented guidance. Gbg 1975. Pp. 172.
16. *Marie Månsson*: Samarbete och samarbetsförmåga. En kritisk granskning. Lund 1975. Pp. 158.
17. *Jan-Eric Gustafsson*: Verbal and figural aptitudes in relation to instructional methods. Studies in aptitude – treatment interactions. Gbg 1976. Pp. 228.
18. *Mats Ekholm*: Social utveckling i skolan. Studier och diskussion. Gbg 1976. Pp. 198.
19. *Lennart Svensson*: Study skill and learning. Gbg 1976. Pp. 308.
20. *Björn Andersson*: Science teaching and the development of thinking. Gbg 1976. Pp. 180.

GÖTEBORG STUDIES
IN EDUCATIONAL SCIENCES
ISSN 0436-1121

Editors:

Ingemar Emanuelsson, Jan-Eric Gustafsson and Ferenc Marton

21. *Jan-Erik Perneman*: Medvetenhet genom utbildning. Gbg 1977. Pp. 300.
22. *Inga Wernersson*: Könsdifferentiering i grundskolan. Gbg 1977. Pp. 320.
23. *Bert Aggestedt and Ulla Tebelius*: Barns upplevelser av idrott. Gbg 1977. Pp. 440.
24. *Anders Fransson*: Att rädas prov och att vilja veta. Gbg 1978. Pp. 188.
25. *Roland Björkberg*: Föreställningar om arbete, utveckling och livsrytm. Gbg 1978. Pp. 252.
26. *Gunilla Svingby*: Läroplaner som styrmedel för svensk obligatorisk skola. Teoretisk analys och ett empiriskt bidrag. Gbg 1978. Pp. 269.
27. *Inga Andersson*: Tankestilar och hemmiljö. Gbg 1979. Pp. 288.
28. *Gunnar Stangvik*: Self-concept and school segregation. Gbg 1979. Pp. 528.
29. *Margareta Kristiansson*: Matematikkunskaper Lgr 62, Lgr 69. Gbg 1979. Pp. 160.
30. *Britt Johansson*: Kunskapsbehov i omvårdnadsarbete och kunskapskrav i vårdutbildning. Gbg 1979. Pp. 404.
31. *Göran Patriksson*: Socialisation och involvering i idrott. Gbg 1979. Pp. 236.
32. *Peter Gill*: Moral judgments of violence among Irish and Swedish adolescents. Gbg 1979. Pp. 213.
33. *Tage Ljungblad*: Förskola – grundskola i samverkan. Förutsättningar och hinder. Gbg 1980. Pp. 192.
34. *Berner Lindström*: Forms of representation, content and learning. Gbg 1980. Pp. 195.
35. *Claes-Göran Wenestam*: Qualitative differences in retention. Gbg 1980. Pp. 220.
36. *Britt Johansson*: Pedagogiska samtal i vårdutbildning. Innehåll och språkbruk. Gbg 1981. Pp. 194.
37. *Leif Lybeck*: Arkimedes i klassen. En ämnespedagogisk berättelse. Gbg 1981. Pp. 286.
38. *Biörn Hasselgren*: Ways of apprehending children at play. A study of pre-school student teachers' development. Gbg 1981. Pp. 107.
39. *Lennart Nilsson*: Yrkesutbildning i nutidshistoriskt perspektiv. Yrkesutbildningens utveckling från skråväsendets upphörande 1846 till 1980-talet samt tankar om framtida inriktning. Gbg 1981. Pp. 442.
40. *Gudrun Balke-Aurell*: Changes in ability as related to educational and occupational experience. Gbg 1982. Pp. 203.
41. *Roger Säljö*: Learning and understanding. A study of differences in constructing meaning from a text. Gbg 1982. Pp. 212.

GÖTEBORG STUDIES
IN EDUCATIONAL SCIENCES
ISSN 0436-1121

Editors:

Ingemar Emanuelsson, Jan-Eric Gustafsson and Ference Marton

42. *Ulla Marklund*: Droger och påverkan. Eleanalys som utgångspunkt för drogundervisning. Gbg 1983. Pp. 225.
43. *Sven Setterlind*: Avslappningsträning i skolan. Forskningsöversikt och empiriska studier. Gbg 1983. Pp. 467.
44. *Egil Andersson and Maria Lawenius*: Lärares uppfattning av undervisning. Gbg 1983. Pp. 348.
45. *Jan Theman*: Uppfattningar av politisk makt. Gbg 1983. Pp. 493.
46. *Ingrid Pramling*: The child's conception of learning. Gbg 1983. Pp. 196.
47. *Per Olof Thång*: Vuxenlärares förhållningssätt till deltagarerefenheter. En studie inom AMU. Gbg 1984. Pp. 307.
48. *Inge Johansson*: Fritidspedagog på fritidshem. En yrkesgrupps syn på sitt arbete. Gbg 1984. Pp. 312.
49. *Gunilla Svanberg*: Medansvar i undervisning. Metoder för observation och kvalitativ analys. Gbg 1984. Pp. 194.
50. *Sven-Eric Reuterberg*: Studiemedel och rekrytering till högskolan. Gbg 1984. Pp. 191.
51. *Gösta Dahlgren and Lars-Erik Olsson*: Läsning i barnperspektiv. Gbg 1985. Pp. 272.
52. *Christina Kärrqvist*: Kunskapsutveckling genom experimentcentrerade dialoger i ellära. Gbg 1985. Pp. 288.
53. *Claes Alexandersson*: Stabilitet och förändring. En empirisk studie av förhållandet mellan skolkunskap och vardagsvetande. Gbg 1985. Pp. 247.
54. *Lillemor Jernqvist*: Speech regulation of motor acts as used by cerebral palsied children. Observational and experimental studies of a key feature of conductive education. Gbg 1985. Pp. 146.
55. *Solveig Hägglund*: Sex-typing and development in an ecological perspective. Gbg 1986. Pp. 267.
56. *Ingrid Carlgren*: Lokalt utvecklingsarbete. Gbg 1986. Pp. 299.
57. *Larsson, Alexandersson, Helmstad and Thång*: Arbetsupplevelse och utbildningssyn hos icke facklärd. Gbg 1986. Pp. 165.
58. *Elvi Walldal*: Studerande vid gymnasieskolans vårdlinje. Förväntad yrkesposition, rollpåverkan, självuppfattning. Gbg 1986. Pp. 291.
59. *Eie Ericsson*: Foreign language teaching from the point of view of certain student activities. Gbg 1986. Pp. 275.
60. *Jan Holmer*: Högre utbildning för lågutbildade i industrin. Gbg 1987. Pp. 358.

GÖTEBORG STUDIES
IN EDUCATIONAL SCIENCES
ISSN 0436-1121

Editors:

Ingemar Emanuelsson, Jan-Eric Gustafsson and Ference Marton

61. *Anders Hill and Tullie Rabe*: Psykiskt utvecklingsstörda i kommunal förskola. Gbg 1987. Pp. 112.
62. *Dagmar Neuman*: The origin of arithmetic skills. A phenomenographic approach. Gbg 1987. Pp. 351.
63. *Tomas Kroksmark*: Fenomenografisk didaktik. Gbg 1987. Pp. 373.
64. *Rolf Lander*: Utvärderingsforskning – till vilken nytta? Gbg 1987. Pp. 280.
65. *Torgny Ottosson*: Map-reading and wayfinding. Gbg 1987. Pp. 150.
66. *Mac Murray*: Utbildningsexpansion, jämlikhet och avlänkning. Gbg 1988. Pp. 230.
67. *Alberto Nagle Cajés*: Studievalet ur den väljandes perspektiv. Gbg 1988. Pp. 181.
68. *Göran Lassbo*: Mamma – (Pappa) – barn. En utvecklingsekologisk studie av socialisation i olika familjetyper. Gbg 1988. Pp. 203.
69. *Lena Renström*: Conceptions of matter. A phenomenographic approach. Gbg 1988. Pp. 268.
70. *Ingrid Pramling*: Att lära barn lära. Gbg 1988. Pp. 115.
71. *Lars Fredholm*: Praktik som bärare av undervisnings innehåll och form. En förklaringsmodell för uppkomst av undervisningshandlingar inom en totalförsvarsorganisation. Gbg 1988. Pp. 364.
72. *Olof F. Lundquist*: Studiestöd för vuxna. Utveckling, utnyttjande, utfall. Gbg 1989. Pp. 280.
73. *Bo Dahlin*: Religionen, själen och livets mening. En fenomenografisk och existensfilosofisk studie av religionsundervisningens villkor. Gbg 1989. Pp. 359.
74. *Susanne Björkdahl Ordell*: Socialarbetare. Bakgrund, utbildning och yrkesliv. Gbg 1990. Pp. 240.
75. *Eva Björck-Åkesson*: Measuring Sensation Seeking. Gbg 1990. Pp. 255.
76. *Ulla-Britt Bladini*: Från hjälpskolellärare till förändringsagent. Svensk speciallärarutbildning 1921-1981 relaterad till specialundervisningens utveckling och förändringar i speciallärarens yrkesuppgifter. Gbg 1990. Pp. 400.
77. *Elisabet Öhrn*: Könsmönster i klassrumsinteraktion. En observations- och intervjustudie av högstadieelevers lärarkontakter. Gbg 1991. Pp. 211, XXI.
78. *Tomas Kroksmark*: Pedagogikens vägar till dess första svenska professur. Gbg 1991. Pp. 285.
79. *Elvi Walldal*: Problembaserad inläring. Utvärdering av påbyggnadslinjen Utbildning i öppen hälso- och sjukvård. Gbg 1991. Pp. 130.

GÖTEBORG STUDIES
IN EDUCATIONAL SCIENCES
ISSN 0436-1121

Editors:

Ingemar Emanuelsson, Jan-Eric Gustafsson and Ference Marton

80. *Ulla Axner*: Visuella perceptionssvårigheter i skolperspektiv. En longitudinell studie. Gbg 1991. Pp. 293.
81. *Birgitta Kullberg*: Learning to learn to read. Gbg 1991. Pp. 352.
82. *Claes Annerstedt*: Idrottslärarna och idrottsämnet. Utveckling, mål, kompetens – ett didaktiskt perspektiv. Gbg 1991. Pp. 286.
83. *Ewa Pilhammar Andersson*: Det är vi som är dom. Sjuksköterskestuderandes föreställningar och perspektiv under utbildningstiden. Gbg 1991. Pp. 313.
84. *Elsa Nordin*: Kunskaper och uppfattningar om maten och dess funktioner i kroppen. Kombinerad enkät- och intervjustudie i grundskolans årskurser 3, 6 och 9. Gbg 1992. Pp. 253.
85. *Valentin González*: On human attitudes. Root metaphors in theoretical conceptions. Gbg 1992. Pp. 238.
86. *Jan-Erik Johansson*: Metodikämnet i förskollärarytbildningen. Bidrag till en traditionsbestämning. Gbg 1992. Pp. 347.
87. *Ann Ahlberg*: Att möta matematiska problem. En belysning av barns lärande. Gbg 1992. Pp. 353.
88. *Ella Danielson*: Omvårdnad och dess psykosociala inslag. Sjuksköterskestuderandes uppfattningar av centrala termer och reaktioner inför en omvårdnadssituation. Gbg 1992. Pp. 301.
89. *Shirley Booth*: Learning to program. A phenomenographic perspective. Gbg 1992. Pp. 308.
90. *Eva Björck-Åkeson*: Samspel mellan små barn med rörelsehinder och talhandikapp och deras föräldrar – en longitudinell studie. Gbg 1992. Pp. 345.
91. *Karin Dahlberg*: Helhetssyn i vården. En uppgift för sjuksköterskeutbildningen. 1992. Pp. 201.
92. *Rigmor Eriksson*: Teaching Language Learning. In-service training for communicative teaching and self directed learning in English as a foreign language. 1993. Pp. 218.
93. *Kjell Hårenstam*: Skolboks-islam. Analys av bilden av islam i läroböcker i religionskunskap. Gbg 1993. Pp. 312.
94. *Ingrid Pramling*: Kunskandets grunder. Prövning av en fenomenografisk ansats till att utveckla barns sätt att uppfatta sin omvärld. Gbg 1994. Pp. 236.
95. *Marianne Hansson Scherman*: Att vägra vara sjuk. En longitudinell studie av förhållningssätt till astma/allergi. Gbg 1994. Pp. 236.
96. *Mikael Alexandersson*: Metod och medvetande. Gbg 1994. Pp. 281.

GÖTEBORG STUDIES
IN EDUCATIONAL SCIENCES
ISSN 0436-1121

Editors:

Ingemar Emanuelsson, Jan-Eric Gustafsson and Ference Marton

97. *Gun Unenge*: Pappor i föräldrakooperativa daghem. En deskriptiv studie av pappors medverkan. Gbg 1994. Pp. 249, [33].
98. *Björn Sjöström*: Assessing acute postoperative pain. Assessment strategies and quality in relation to clinical experience and professional role. Gbg 1995. Pp. 159.
99. *Maj Arvidsson*: Lärares orsaks- och åtgärdstankar om elever med svårigheter. Gbg 1995. Pp. 212.
100. *Dennis Beach*: Making sense of the problems of change: An ethnographic study of a teacher education reform. Gbg 1995. Pp. 385.
101. *Wolmar Christensson*: Subjektiv bedömning – som besluts och handlingsunderlag. Gbg 1995. Pp. 211.
102. *Sonja Kihlström*: Att vara förskollärare. Om yrkets pedagogiska innebörder. Gbg 1995. Pp. 214.
103. *Marita Lindahl*: Inläring och erfارande. Ettåringars möte med förskolans värld. Gbg. 1996. Pp. 203.
104. *Göran Folkestad*: Computer Based Creative Music Making – Young Peoples' Music in the Digital Age. Gbg 1996. Pp. 237.
105. *Eva Ekeblad*: Children • Learning • Numbers. A phenomenographic excursion into first-grade children's arithmetic. Gbg 1996. Pp. 370.
106. *Helge Strömdahl*: On mole and amount of substance. A study of the dynamics of concept formation and concept attainment. Gbg 1996. Pp. 278.
107. *Margareta Hammarström*: Varför inte högskola? En longitudinell studie av olika faktorerens betydelse för studiebegåvade ungdomars utbildningskarriär. Gbg 1996. Pp. 263.
108. *Björn Mårdén*: Rektorerers tänkande. En kritisk betraktelse av skolledarskap. Gbg 1996. Pp. 219.
109. *Gloria Dall'Alba and Biörn Hasselgren (Eds.)*. Reflections on Phenomenography – Toward a Methodology? Gbg 1996. Pp 202.
110. *Elisabeth Hesslefors Arktoft*: I ord och handling. Innebörder av "att anknyta till eleverns erfarenheter", uttryckta av lärare. Gbg 1996. Pp. 251.
111. *Barbro Strömberg*: Professionellt förhållningssätt hos läkare och sjuksköterskor. En studie av uppfattningar. Gbg 1997. Pp 241.
112. *Harriet Axelsson*: Våga lära. Om lärare som förändrar sin miljöundervisning. Gbg 1997. Pp 326.
113. *Ann Ahlberg*: Children's ways of handling and experiencing numbers. Gbg 1997. Pp 115.

GÖTEBORG STUDIES
IN EDUCATIONAL SCIENCES
ISSN 0436-1121

Editors:

Ingemar Emanuelsson, Jan-Eric Gustafsson and Ference Marton

114. *Hugo Wikström*: Att förstå förändring. Modellbyggande, simulering och gymnasieelevers lärande. Gbg 1997. Pp 305.
115. *Doris Axelsen*: Listening to recorded music. Habits and motivation among high-school students. Gbg 1997. Pp 226.
116. *Ewa Pilhammar Andersson*:Handledning av sjuksköterskestuderande i klinisk praktik. Gbg 1997. Pp 166.
117. *Owe Stråhlman*: Elitidrott, karriär och avslutning. Gbg 1997. Pp 350.
118. *Aina Tullberg*: Teaching the 'mole'. A phenomenographic inquiry into the didactics of chemistry. Gbg 1997. Pp 200.
119. *Dennis Beach*: Symbolic Control and Power Relay: Learning in Higher Professional Education. Gbg 1997. Pp 259.
120. *Hans-Åke Scherp*: Utmanande eller utmanat ledarskap. Rektor, organisationen och förändrat undervisningsmönster i gymnasieskolan. Gbg 1998. Pp 228.
121. *Staffan Stukát*: Lärares planering under och efter utbildningen. Gbg 1998. Pp 249.
122. *Birgit Lendahls Rosendahl*: Examensarbetets innebörder. En studie av blivande lärares utsagor. Gbg 1998. Pp 222.
123. *Ann Ahlberg*: Meeting Mathematics. Educational studies with young children. Gbg 1998. Pp 236.
124. *Monica Rosén*: Gender Differences in Patterns of Knowledge. Gbg 1998. Pp 210.
125. *Hans Birnik*: Lärare- elevrelationen. Ett relationistiskt perspektiv. Gbg 1998. Pp 177.
126. *Margreth Hill*: Kompetent för "det nya arbetslivet"? Tre gymnasieklasser reflekterar över och diskuterar yrkesförberedande studier. Gbg 1998. Pp 314.
127. *Lisbeth Åberg-Bengtsson*: Entering a Graphicate Society. Young Children Learning Graphs and Charts. Gbg 1998. Pp 212.
128. *Melvin Feffer*: The Conflict of Equals: A Constructionist View of Personality Development. Gbg 1999. Pp 247.
129. *Ulla Runesson*: Variationens pedagogik. Skilda sätt att behandla ett matematiskt innehåll. Gbg 1999. Pp 344.
130. *Silwa Claesson*: "Hur tänker du då?" Empiriska studier om relationen mellan forskning om elevuppfattningar och lärares undervisning. Gbg 1999. Pp 248.

GÖTEBORG STUDIES
IN EDUCATIONAL SCIENCES
ISSN 0436-1121

Editors:

Ingemar Emanuelsson, Jan-Eric Gustafsson and Ference Marton

131. *Monica Hansen*: Yrkeskulturer i möte. Läraren, fritidspedagogen och samverkan. Gbg 1999. Pp 399.
132. *Jan Theliander*: Att studera arbetets förändring under kapitalismen. Ure och Taylor i pedagogiskt perspektiv. Gbg 1999. Pp 275
133. *Tomas Saar*: Musikens dimensioner – en studie av unga musikers lärande. Gbg 1999. Pp 184.
134. *Glen Helmstad*: Understanding of understanding. An inquiry concerning experiential conditions for developmental learning. Gbg 1999. Pp 259.
135. *Margareta Holmegaard*: Språkmedvetenhet och ordinläring. Lärare och inlärare reflekterat kring en betydelsefältövning i svenska som andraspråk. Gbg 1999. Pp 292.
136. *Alyson McGee*: Investigating Language Anxiety through Action Inquiry: Developing Good Research Practices. Gbg 1999. Pp 298
137. *Eva Gannerud*: Genusperspektiv på lärargärning. Om kvinnliga klasslärares liv och arbete. Gbg 1999. Pp 267.
138. *Tellervo Kopare*: Att rida stormen ut. Förlossningsberättelser i Finnmark och Sápmi. Gbg 1999. Pp 285.
139. *Maja Söderbäck*: Encountering Parents. Professional Action Styles among Nurses in Pediatric Care. Gbg 1999. Pp 226.
140. *Airi Rovio - Johansson*: Being Good at Teaching. Exploring different ways of handling the same subject in Higher Education. Gbg 1999. Pp 249.
141. *Eva Johansson*: Etik i små barns värld. Om värden och normer bland de yngsta barnen i förskolan. Gbg 1999. Pp 295.
142. *Kennert Orlenius*: Förståelsens paradox. Yrkeserfarenhetens betydelse när förskollärare blir grundskollärare. Gbg 1999. Pp 300.
143. *Björn Mårdén*: De nya hälsomissionärerna - rörelser i korsvägen mellan pedagogik och hälsopromotion. Gbg 1999. 223.
144. *Margareta Carlén*: Kunskapslyft eller avbytarbänk? Möten med industriarbetare om utbildning för arbete. Gbg 1999. Pp 269.
145. *Maria Nyström*: Allvarligt psykiskt störda människors vardagliga tillvaro. Gbg 1999. Pp 286.
146. *Ann-Katrin Jakobsson*: Motivation och inläring ur genusperspektiv. En studie av gymnasieelever på teoretiska linjer/program. Gbg 2000. Pp 242.
147. *Joanna Giota*: Adolescents' perceptions of school and reasons for learning. Gbg 2000. Pp 220.
148. *Berit Carlstedt*: Cognitive abilities – aspects of structure, process and measurement. Gbg 2000. 140.

GÖTEBORG STUDIES
IN EDUCATIONAL SCIENCES
ISSN 0436-1121

Editors:

Ingemar Emanuelsson, Jan-Eric Gustafsson and Ference Marton

149. *Monica Reichenberg*: Röst och kausalitet i lärobokstexter. En studie av elevers förståelse av olika textversioner. Gbg 2000. Pp 287.
150. *Helena Åberg*: Sustainable waste management in households – from international policy to everyday practice. Experiences from two Swedish field studies. Gbg 2000. Pp 189.
151. *Björn Sjöström, Britt Johansson*: Ambulanssjukvård. Ambulanssjukvårdarens och läkares perspektiv. Gbg 2000. Pp 129.
152. *Agneta Nilsson*: Omvårdnadskompetens inom hemsjukvård – en deskriptiv studie. Gbg 2001. Pp 225.
153. *Ulla Löfstedt*: Förskolan som lärandekontext för barns bildskapande. Gbg 2001. Pp 240.
154. *Jörgen Dimenäs*: Innehåll och interaktion. Om elevers lärande i naturvetenskaplig undervisning. Gbg 2001. Pp 278.
155. *Britt Marie Apelgren*: Foreign Language Teachers' Voices. Personal Theories and Experiences of Change in Teaching English as a Foreign Language in Sweden. Gbg 2001. Pp 339.
156. *Christina Cliffordson*: Assessing empathy: Measurement characteristics and interviewer effects. Gbg 2001. Pp 188.
157. *Inger Berggren*: Identitet, kön och klass. Hur arbetarflickor formar sin identitet. Gbg 2001. 366.
158. *Carina Furåker*: Styrning och visioner – sjuksköterskeutbildning i förändring. Gbg 2001. Pp 216.
159. *Inger Berndtsson*: Förskjutna horisonter. Livsförändring och lärande i samband med synnedsättning eller blindhet. Gbg 2001. Pp 539.
160. *Sonja Sheridan*: Pedagogical Quality in Preschool. An issue of perspectives. Gbg 2001. Pp 225.
161. *Jan Bahlenberg*: Den otroliga verkligheten sätter spår. Om Carlo Derkerts liv och konstpedagogiska gärning. Gbg 2001. Pp 406.
162. *Frank Bach*: Om ljuset i tillvaron. Ett undervisningsexperiment inom optik. Gbg 2001. Pp 300.
163. *Pia Williams*: Barn lär av varandra. Samlärande i förskola och skola. Gbg 2001. Pp 209.
164. *Vigdis Granum*: Studentenes forestillinger om sykepleie som fag og funksjon. Gbg 2001. Pp 252.
165. *Marit Alvestad*: Den komplekse planlegginga. Førskolelærarar om pedagogisk planlegging og praksis. Gbg 2001. Pp 238.

GÖTEBORG STUDIES
IN EDUCATIONAL SCIENCES
ISSN 0436-1121

Editors:

Ingemar Emanuelsson, Jan-Eric Gustafsson and Ference Marton

166. *Girma Berhanu*: Learning-In-Context. An Ethnographic Investigation of Mediated Learning Experiences among Ethiopian Jews in Israel. Gbg 2001. Pp 315.
167. *Olle Eskilsson*: En longitudinell studie av 10–12-åringars förståelse av materiens förändringar. Gbg 2001. Pp 233.
168. *Jonas Emanuelsson*: En fråga om frågor. Hur lärares frågor i klassrummet gör det möjligt att få reda på elevernas sätt att förstå det som undervisningen behandlar i matematik och naturvetenskap. Gbg 2001. Pp 258.

Subscriptions to the series and orders for single volumes should be addressed to:
ACTA UNIVERSITATIS GOTHOBURGENSIS
Box 222, SE-405 30 Göteborg, Sweden.

ISBN 91-7346-415-5



Kompendiet Göteborg
2001