

Linköpings Universitet  
Institutionen för utbildningsvetenskap

# **I början fick vi använda vår fantasi**

.

Utvärdering av elevers och lärares lärande och utveckling inom NTA – projektet

Jan Schoultz, Glenn Hultman, Margareta Lindkvist, IUV Linköpings Universitet

## Innehållsförteckning

<b>Bakgrund</b> .....	<b>2</b>
<b>Naturvetenskap – en kultur i kulturen</b> .....	<b>3</b>
<b>Elevers lärande i den pedagogiska miljön</b> .....	<b>5</b>
<b>Ett forskande arbetssätt</b> .....	<b>10</b>
Arbetssättet i läroplaner .....	10
Pedagogiska motiv .....	11
Läraryrollen under det forskande arbetssättet .....	12
<b>Lärares arbete och den pedagogiska miljön</b> .....	<b>12</b>
<b>Vardagslärandet i komplexa miljöer kan innebära en del problem</b> .....	<b>15</b>
<b>Metod</b> .....	<b>15</b>
<b>Teorierna och våra analyser – olika sätt att lägga perspektiv</b> .....	<b>16</b>
<b>Resultat</b> .....	<b>17</b>
Elevers lärande och utveckling.....	17
Elevmedverkan och inflytande .....	22
Elevers nyfikenhet och intresse för naturvetenskap.....	23
Lärares lärande och skolans utveckling.....	25
NTA-konceptet och skolans ramar och möjligheter .....	26
<b>Kretsar kring el – ett NTA-porträtt</b> .....	<b>30</b>
Ett forskande arbetssätt med elevernas erfarenheter som grund .....	31
Samspel mellan lärare-elev(er)-materiel .....	32
Elevernas utvärdering av NTA-temat Kretsar kring el .....	35
Avslutande reflektion.....	35
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>36</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>37</b>

# Utvärdering av elevers och lärares lärande och utveckling inom NTA

## Rapport 2

På uppdrag av Kungliga Vetenskapsakademien (KVA) och Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA) har Linköpings Universitet, institutionen för utbildningsvetenskap (IUV) under läsåret 2002/2003 genomfört en fortsatt utvärdering av NTA- projektet, läsåret 2001/2002 genomfördes en liknande utvärdering.

### Bakgrund

Skolprojektet NTA- Naturvetenskap och Teknik för Alla startade 1997 och ägs gemensamt av Kungliga vetenskapsakademien och Kungliga ingenjörsvetenskapsakademien. Det drivs i samarbete med svenska kommuner och friskolor. Syftet är att förbättra allmänbildningen i naturvetenskap och teknik samt att få flera ungdomar att välja en utbildning i naturvetenskap och teknik och ett yrke med inriktning mot dessa ämnen. Som hjälp har lärarna 14 tematiska enheter med material och handledningar både för lärare och för elever. Temaenheterna täcker en stor del av kursmålen för grundskolan men dock inte alla. Inom NTA-projektet ingår även en grundutbildning för lärare inom det valda temaområdet där man bekantar sig med arbetsmaterialet. Även återträffar erbjuds där lärare kan utbyta erfarenheter av temaarbetet. (Kungliga vetenskapsakademien, 2003)

Utvärderingsuppdragets inriktning har diskuterats och planerats i samarbete med KVA och har denna gång fokuserat främst på följande centrala aspekter;

- elevernas lärande och utveckling i relation till projektets mål
- elevernas möjligheter och förmåga att medverka och ta initiativ i undervisningen
- i vilken grad NTA stimulerar elevernas nyfikenhet och intresse för naturvetenskap
- lärarnas lärande och utveckling i relation till projektets mål
- det deltagande arbetslagets/skolans utveckling inom området naturvetenskap och teknik

Under vårt utvärderingsarbete har vi huvudsakligen varit inriktade mot elevernas och lärarnas lärande och utveckling inom NTA. Men vid våra observationer och intervjuer har vi allt mer insett att man inte kan utvärdera elevers och lärares utveckling och lärande om man inte samtidigt ser på skolans och undervisningssituationens ramar och förutsättningar. Dessa ramar kan se väldigt olika ut. Detta dokument är en beskrivning av de resultat som utvärderingen givit och som hittills kommit fram i forskningsprojektet "Naturvetenskap i grundskolan- undervisningens innehåll och form". Där följer vi NTA-projektets entré i klassrummet och söker bland annat svar på följande forskningsfrågor:

- Vad händer när lärare och elever möter NTA?
- Hur tar eleverna till sig nya stoffområden och nya arbetssätt?
- Hur hanterar lärare det naturvetenskapliga kunskapsstoffet?
- Vilka naturvetenskapliga kunskaper blir fundamentala för barn och ungdomar?
- Hur ser klassrumsinteraktionen ut?
- Är det möjligt att skapa samtalssituationer där naturvetenskapliga ord och termer används på ett funktionellt sätt?

Vårt arbete fokuserar på begreppen: undervisningskultur, lärarroll, elevroll, lärande. NTA blir härigenom belyst på många sätt och blir samtidigt ett naturligt experiment vars resultat kan ge viktiga kunskaper om naturvetenskapligt lärande. I analysarbetet ligger fokus på lärar-elev/elever-, elev-elev- och elev-uppdrag- interaktionen. I de empiriska studierna använder vi oss av deltagande observationer och videoinspelningar kopplade till intervjuer med så väl lärare som elever. Syftet är att fördjupa vår förståelse av hur lärandet och samspelet inom den naturvetenskapliga undervisningen ter sig. Vi kommer att följa lärares och elevers arbete inom NTA-projektet under minst tre år. För att få ett brett underlag för denna rapport redovisar vi här resultat både från utvärderingen och från det ovan nämnda forskningsprojektet. Innan vi presenterar resultaten vill vi ge en kortfattad beskrivning av några forskningsområden som har betydelse för skolans naturvetenskapliga undervisning.

## Naturvetenskap – en kultur i kulturen

Människan har genom århundraden utvecklat kulturer med olika uppsättningar av idéer, värderingar och kunskaper. Det förekommer därför många definitioner av kulturbegreppet. Bruner (1996) beskriver kultur på följande sätt: "[C]ulture is a toolkit of techniques and procedures for understanding and managing your world." (s. 98). Naturvetenskap kan i detta perspektiv betraktas som en specifik kultur eller egentligen en samling subkulturer som utvecklats under lång tid.

It is a complex way of life that has evolved in a group of people with shared traditions, which are transmitted and reinforced by members of the group. (Ziman, 2000 s. 24)

Inom dessa subkulturer har bestämda sätt utvecklats för att uppfatta och förstå verkligheten och för att tänka, tala och använda material (Sjøberg, 2000). En naturvetenskaplig diskurs<sup>1</sup> kontextualiserar verkligheten på ett sätt som avviker från ett mer vardagligt sätt att resonera, och innebörden i ord, termer är här annorlunda. Här sker dessutom kommunikationen med hjälp av olika begrepp och termer, vilka kan vara främmande för vårt vardagliga språk (Lemke, 1990).

Kring skolans naturvetenskapliga ämnen så väl som andra ämnen har det på motsvarande sätt vuxit fram en uppsättning specifika praktiker och man kan betrakta skolämnena som subkulturer (Aikenhead, 1996; Bruner, 1996). Skolans no - undervisning är en sådan social och kulturell verksamhet som finns mellan de professionella kunskapskulturerna och de vardagliga (Andrée 2002). Eskilsson (2001) benämner denna kunskapskultur, projektvärld, och betraktar den som en rekonstruerad värld med inslag både från den av naturvetare rekonstruerade världen och från vardagsvärlden. Lärande i naturvetenskap handlar om att bli delaktig i verksamheter som erbjuder ett naturvetenskapligt sätt att tänka och handla. Den lärande bekantar sig med, tränger in i och förmår behärska olika praktiker. Men detta är inte enkelt och kanske inte ens möjligt i en skolpraktik. Eleverna måste i detta sammanhang passera vissa diskursiva, språkliga gränser. Aikenhead, 1996 kallar det för border crossing. "If students are going to cross the border between everyday subculture and the subculture of science, border - crossing must be explicit and students need some way of signifying to themselves and others which subculture they are talking in, at any given moment." (Aikenhead, 1996 s. 17). Men avståndet mellan vardagsvärlden och skolans naturvetenskapliga "värld" är ofta så stor att ele-

---

<sup>1</sup> Med diskurs menas inte enbart språket utan olika sätt att tala, att ställa frågor, att agera som är karakteristiskt för den naturvetenskapliga praktiken. En naturvetenskaplig diskurs innefattar även användningen av historiskt utvecklade strategier som experiment, användningen av materiel, diagram och grafer.

verna inte kan tillgodogöra sig undervisningen (Jakobsson, 2001). Att lära sig naturvetenskap innebär enligt Lemke att lära sig behärska det naturvetenskapliga språkbruket.

It also means learning to use this specialized conceptual language in reading and writing, in reasoning and problem solving, and in guiding practical action in the laboratory and in daily life. It means learning to communicate in the language of science and act as a member of the community of people. (Lemke, 1990, s. 1)

För Vygotsky är språket ”the tool of tools”. Det fungerar som medel för kommunikation mellan människor och som verktyg för det egna tänkandet (Vygotsky, 1986). Genom att använda språket på ett speciellt sätt konstruerar vi en bild av verkligheten som är avpassad till de traditioner som gäller och de behov som finns i en viss verksamhet. Språket är ett viktigt redskap för att skapa förståelse och för att bli förstådd. Men också ett sätt för individer att samtala även om man befinner sig i olika världar och har olika förståelse. Genom språket har vi en unik möjlighet att dela erfarenheter med varandra. Språket är en resurs för tänkandet, tankar förmedlas med hjälp av språket och med hjälp av språket fördjupas kunskaperna. Det är bland annat genom kommunikation som individen blir delaktig i kunskaper och färdigheter.

Kunskaper är lagrade i olika diskurser, språkliga sammanhang och får mening och betydelse enbart i dessa sammanhang. Marková (1982) beskriver detta samband på följande sätt: ”Different social realities provide different experiences. They lead to different ways of seeing the world and consequently lead to different beliefs concerning our apprehension of the world.” (a.a., s. 2). Ord och termer som används får mening och betydelse i de sammanhang där de används. ”[L]anguage use and the constructions of meaning are always social processes dependent on people who interact, and meaning is always relative to options and constraints that are present in social situations.” (Säljö, 1996, s. 85). Det gällande perspektivet inom en sektor är avgörande för hur en fråga, ett problem, en utsaga ska tolkas, vad som är intressant, sakligt och objektivt.

Kommunikation i olika former har använts och används för att upprätthålla gränser mellan grupper av människor men även för att skapa närhet inom den egna gruppen. Samhällets sektorisering har bidragit till att olika yrkesgrupper och institutioner skaffat sig egna yrkesspråk. Institutionaliseringsen av olika begreppsvärldar möjliggör en fortsatt kunskapsbildning inom sektorn men leder samtidigt till svårigheter för förståelse mellan sektorer (Agar, 1985; Lemke, 1990; Linell, 1988; Fairclough, 1994).

På detta sätt blir lärande och utveckling ett sätt att tillägna sig begrepp och kunskaper som utvecklas och utvecklats i en speciell kultur. Vygotsky (1986) ansåg att varje människas förmåga att tänka och lära är beroende av de verksamheter och sociala sammanhang som hon ingår i och de artefakter som hon behärskar. En av de viktigaste punkterna i detta perspektiv är antagandet att förståelse tar sig uttryck på olika sätt i olika diskurser. Lärande innebär att man gradvis utökar och intensifierar sitt deltagande i diskursen. Den lärande approprierar och utvecklar kunskaper och färdigheter som är användbara i en specifik kultur. Genom att delta i olika aktiviteter med sociala relationer skapar sig de lärande gradvis en allmän idé om vad som konstituerar praktiken och de lär sig behärska diskursen. Detta har bland annat diskuterats av Carlgren (1999) där hon betonar skillnader mellan skolan och autentiska praktiker. Är det i detta sammanhang möjligt att betrakta NTA som en mer autentisk skolpraktik?

Att förstå naturvetenskap handlar alltså inte bara om att veta vad begreppen står för utan också hur de kopplas till varandra och vad som är relevant att tala om just nu. Lemke (1990) kallar detta för att finna det *tematiska mönstret*. I ett naturvetenskapligt samtal gäller det att hålla den *tematiska kontinuiteten* och balansera replikerna så att begreppen som används befinner sig inom naturvetenskapens diskursiva ramar. Att lära naturvetenskap innebär därför bland annat att tillägna sig de naturvetenskapliga begreppen och att känna till deras kommu-

nikativa möjligheter och att kunna använda dem i funktionella sammanhang, det vill säga behärska det naturvetenskapliga området till både innehåll och form. För att kunna delta i samtal med naturvetenskapligt innehåll är det alltså nödvändigt att veta hur de naturvetenskapliga termerna kopplas till varandra och vilka termer som är relevanta att använda i en specifik situation. Många elever i dagens skola bemästrar inte de naturvetenskapliga orden och termerna på detta sätt. En viktig uppgift för läraren är därför att hjälpa eleverna över den språkliga barriären in i skolans naturvetenskapliga undervisning. I denna rapport har vi valt att bland annat se på klassrumssituationen ur ett diskursivt perspektiv och illustrera hur elever bemästrar och använder naturvetenskapliga begrepp i samtal kring olika naturvetenskapliga fenomen.

## Elevens lärande i den pedagogiska miljön

Redan i början av 1900-talet påtalade både Lev Vygotsky och John Dewey att kunskap inte passivt kan överföras till en annan persons huvud utan måste erövas av personen själv genom egen aktivitet, ansvarstagande och målsättning och i ett samspel med omgivningen. Hon/han lär sig då att ta eget ansvar, tänka självständigt, att själv formulera frågorna istället för att få dem serverade på fat. Samspelet kan betraktas i ett handlings-, ett relationellt-, och ett språkligt perspektiv, och vilket som är mest framträdande i en viss situation varierar.

Både Dewey och Vygotsky framhåller den grundläggande betydelsen som elevens erfarenheter har som utgångspunkt i undervisningen om ett genuint intresse ska få möjlighet att spira. Den egna erfarenheten ska leda till att ”sannare” kunskap uppstår. I detta sammanhang diskuterar Dewey de två kriterierna ”kontinuitet” och ”interaktion”. Erfarenheter görs alltid i interaktion med omgivningen och är således inte något som enbart försiggår i något tomrum i individens inre. Att lära genom erfarenhet kan beskrivas som en process, där man med erfarenheten som grund reflekterar och skapar bilder av sig själv och sin omvärld, ”att varje erfarenhet både fångar upp något från det som hänt tidigare och påverkar på något sätt innebörden i det som kommer senare”, av Dewey (1916/1980) uttryckt som erfarenhetens kontinuitetsprincip. Erfarenheter är med andra ord sociala i den betydelsen att de under livets gång förutsätter och betyder kommunikation och relationsskapande. Erfarenheter är också kontextuella vilket inte behöver få till följd att lärandet är begränsat till situationen eftersom det kan minnas, kommuniceras och återskapas. Språket är den hävstång med vars hjälp lärandet kan lyftas bort från situationen här-och-nu.

Lärande i egentlig bemärkelse är inte lärande av saker utan av meningen med saker, och denna process inbegriper användning av tecken eller språk i generisk mening. (Dewey, 1991, s. 176)

En situation är ”the basic unit of experience”(a.a., s. 45) och här äger olika möten rum; lärare-elev/elever, elev-elev och elev-text. I elevens möten med olika lärsituationer kommer hennes livsvärld antingen att utvidgas eller förminskas, eftersom erfarenhetskvaliteten enligt Dewey består av två delar; en som hör ihop med känslan av lust/olust och en som förknippas med inverkan på erfarenheter längre fram. Det kunnande som individen förvärvar i en situation fungerar som redskap för att förstå och att bli en allt skickligare redskapshanterare i framtida situationer.

Men även om Dewey betonar elevens världsbild som utgångspunkt i undervisningen lyfter han vidare fram att om den ensam skulle bestämma innehållet i skolans arbete så skulle en trivialisering av undervisningen bli följden, eftersom ”[i]nget utom det ofullgångna kan komma ur det ofullgångna. Detta är just vad som sker när vi hänvisar barnen till sitt eget begränsade jag.” (Dewey i Hartman, 1995, s. 15).

Dewey förespråkar således ett lärande som sätter både erfarenheten och ämneskunskapen i centrum. Han utgår från tanken att människan och hennes omvärld står i ett dialektiskt förhållande till varandra på så sätt att det ena utvecklar och förutsätter det andra. Tillsammans bildas en spänningsfylld enhet som skapas i en aktiv process där barnet undrar, prövar, experimenterar och reflekterar. Ett sådant arbetssätt innebär att barnen får möjlighet att formulera egna problem utifrån egna erfarenheter av olika vardagsfenomen. Att de får möjlighet att praktiskt pröva och experimentera (trial-and-error). Att de får tid att diskutera, reflektera och dokumentera sitt arbete. Att bli myndig, att ta kommandot över sin läroprocess, vilket filosofen Kants begrepp *Mundigkeit* väl beskriver.

Upplysning är människans utträde ur sin självförvållade omyndighet. Omyndighet är oförmågan att använda sig av sitt förstånd utan någon annans ledning. Självförvållad beslutsamhet och mod att bruka sitt förstånd utan ledning av någon annan. Sapere aude! (Våga vara vis! – Horatius) Ha mod att använda ditt eget förstånd! (Kant citerad i SOU 1992:94. Bilaga 5, s. 349)

Det olika NTA-uppdragen bjuder in eleverna till att praktiskt pröva att lösa problem och att tillsammans diskutera olika former av lösningar. Eleverna får däremot inte vid så många tillfällen själv formulera problemen utifrån egna vardagserfarenheter eftersom många NTA-uppdrag har ett fastställt problemområde, se nedan. Dewey uttrycker vikten av att skolan lägger grunden till ett demokratiskt uppförande som karakteriseras av respekt, solidaritet och eget myndigblivande. Arbetssättet är demokratiskt i meningen att eleverna utvecklar ett demokratiskt sinne i det gemensamma skollivet, där man också har ansvar för och inflytande över sina studier. Dewey ser därför skolan som träningsplats för demokratins bevarande.

Deweys tänkande har under många år präglat reformarbetet i den svenska skolan. En del forskning tyder på att det inte alltid varit möjligt att realisera alla tankar men principerna har påverkat vårt sätt att uppfatta skolans verksamhet.

Dewey lyfter i sitt pedagogiska credo fram relationernas och ömsesidighetens betydelse liksom att se de egna handlingarnas konsekvenser för att kunskaperna ska ha möjlighet att bli en del av barnets livserfarenhet. Individerna utvecklas genom sitt samspel med omvärlden där hon lär sig sociala regler, lär sig upptäcka sammanhang, etc. i en ständigt pågående aktiv process. Detta är också något som senare påpekades av Piaget, se tidigare, när han använde sig av begreppet ackommodation som ett uttryck för anpassningen till omgivningen.

Jag tror att verklig utbildning endast kan uppnås genom att barnets begåvning stimuleras av de krav som ställs i den sociala situation där det befinner sig. Genom dessa krav stimuleras barnet att handla som en medlem av en gemenskap, att träda ut ur sin ursprungliga begränsning när det gäller handlingar och känslor och att uppleva sig själv med utgångspunkt från det som gagnar den grupp barnet tillhör. Av de reaktioner man får som svar på sina handlingar lär man sig vad handlingarna innebär socialt sett. Det värde som handlingarna har återspeglar på dem själva. – Jag tror att denna utbildningsprocess har två sidor – en psykologisk och en social – och att ingen av dem kan underordnas den andra eller försummas utan att det får negativa följder. (a.a., s. 39)

Den gemensamma miljön och aktiviteten är myllan för kunskapers strukturerande och tänkandets formande. Detta sätt att se på kunskap och lärande som ”inbäddat” i praktiken medverkar till att upplösa gränsdragningen mellan klassrummets kulturella och kognitiva aspekter och lärandet och kunskapsutvecklingen kan förstås som samspel mellan individ och omgivning och inte enbart något som pågår i elevens huvud. Vygotsky framhåller att barnet föds in i en kultur och hennes interaktion med omvärlden utgör början till den grund som hennes individualisering bottnar i. Vygotsky använder begreppet internalisering för att tala om hur människornas samlade historiska arv kryper in ”under huden” och utgör plattform för utvecklingen av högre mentala processer.

Every function in the child's cultural development appears twice: first on the social level, and later, on the individual level; first between people (interpsychological), and then inside the child (intrapsychological). (Vygotsky, 1978, s. 57)

Omvärlden är förtolkad eller med ett hos Vygotsky centralt uttryck medierad, inom ramen för det samspel som barnet är delaktig i. Begreppet mediering har sitt ursprung i att människor i kommunikationen med omvärlden använder olika redskap både fysiska och språkliga. I redskapen ligger arvet från tidigare släktens tankeanstängningar förankrade, hur de kunna "stå på sina förfäders axlar", vilka utgör tolkningsram och förståelsehorisont för vårt lärande. Med hjälp av dessa redskap kan vi bildligt talat lyfta oss själva i håret och överskrida vår förmåga. (Säljö, 2000). Vygotsky ser individens oupphörliga möjligheter till förändring och utveckling vilka uppkommer genom olika samspelessituationer, där vi kan ta över och tillägna oss – appropriera – kunskaper, samtidigt som nya insikter och tolkningar tänjer gränserna för de kognitiva och kommunikativa förmågorna. Genom att praktisera en mångfald redskap i undervisningen, där språket intar en särställning, skapas möjligheter för kunskapsbildning och ökad social kompetens, samtidigt som demokratiska värderingar, normer och kulturell kunskap grundläggs.

En undervisning som karakteriseras av samspel och gränsöverskridanden betonar dialogen mellan lärare-elev(er), elever emellan och mellan elev och text. I det flerstämmiga eller polyfona klassrummet ges alla barns olika erfarenheter och olika språk uttryck i såväl monolog- som dialogform. I skolan har det auktoritära ordet god grogrund eftersom samhällets "sanningar" överförs till nästa generation via lärarens mediering, via läromedel och media och på så vis kan läraren sägas vara en auktoritetsperson. Det inre och övertygande ordet skapas och utvecklas i dialog med andra och dess mening är rörlig i betydelsen ingen färdig sanning är tillbliven. Dialog har sina rötter i de grekiska orden *dia* och *logos*, vilka associerar till betydelsen att "innebörder flödar igenom" (Isaacs, 1993). Det är i dialogen som skapandet av föreställningar blir till, som en mellanmänsklig utforskning av processer, antaganden och sanningar som formar vårt vardagsliv (Buber, 1989). En poäng med dialog är att människan i samspel med andra kommer över sin fixerade subjektivitet, sitt tänkande och sina strategier och kan förhålla sig öppen till det oförutsägbara hos sina medmänniskor. Den dialogiska kommunikationsformen har en öppenhet då den inbjuder deltagaren att aktivt samspeja genom att uppmuntra frågandet mer än svaret och har en inriktning mot att utveckla nya kunskaper och locka fram kunskaper som vilar och delvis är dolda. Dialogen kan enligt Sokrates bli den "förlossare" som öppnar upp för erfarenheter och den kunskap som finns samlad i skolpraktiken. Samspelet präglas av ett äkta ömsesidigt beroende, vilket av Asplund (1987, s. 45) uttrycks på följande sätt:

I genuin kommunikation råder alltid en genuin osäkerhet. Jag vet inte vad jag har sagt innan du har svarat och du vet inte vad du har sagt innan jag har svarat. Du *visar mig* vad jag har sagt och jag *visar dig* vad du har sagt (s 45)... Det avsända blir avsänt först genom att bli mottaget. Det icke mottagna blir hejdat redan vid källan. Den icke mottagna handlingen är en *dödfödd* handling. (s. 46).

Asplunds dramatiska uttryck, en dödfödd handling, leder tanken till att dialogen och det sociala samspelet i många lärsituationer får en grundläggande funktion, nämligen att vi i det kommunikativa samspelet lär oss mottaga det avsända budskapet och skicka tillbaka ett nytt. Språket är en kreativ kraft och begrepps mening är något som skapas i ömsesidigt samspel och utvecklas och förändras över tid i all evighet, vilket medför att eleverna lär sig lyssna på andras röster än lärarens och sin egen, lär sig lyssna på andra argument och se andra perspektiv. Skilda förutsättningar kan utmana barnen att känna mening med att lära när de genom sitt aktiva deltagande ser en mångfald av nya perspektiv på omvärlden växa fram i provandet av



sina egna tankar och i mötet med andras. Samtidigt som vi intresserar oss för den dialogiska dimensionen frågar vi oss också hur vi skall tolka och förstå de situationer som karaktäriserar av icke-dialog. Vi vill i våra analyser och avslutande diskussion lyfta fram ett sätt att förstå det som också karaktäriserar människors möten, nämligen att vi många gånger talar förbi varandra eller att vi tror att vi talar samma språk trots att vi inte gör det. Mycket av den svenska forskningen inom det sociokulturella paradigmet har just visat detta att läraren och elever inte möts trots att de är i samma rum och talar med varandra. Det finns anledning att fundera över vad detta kan betyda och hur det skall förstås. Vi tror att förståelsen av detta rymmer en intressant bild av det som sker i klassrummet och det vi kallar lärande. Vi vill senare ta upp den diskussionen när vi redovisar livet i NTA-klasserna.

Språket är i sig ”the vehicle of thought” ett uttryck lånat av Wittgenstein (1958, s. 107). Att beträda den språkliga världen är att bli delaktig i samhällets kollektiva kunskap och varje individ måste få göra denna resa utifrån sin egen erfarenhetsvärld. Den variation av kulturellt bagage som finns i klassen görs synlig i dialogen. Polyfonin eller flerstämmigheten symboliserar inte bara den rådande existensen av många olika röster utan också det dialektiska spelet dem emellan.

Det är först i en annan kulturs ögon som en främmande kultur kan komma djupare och fullödigare i dagen. En innebörd röjer sina djup sedan den mött och sammanträffat med en annan, främmande, innebörd: mellan dem inleds en dialog som övervinner slutenheten och ensidigheten i dessa innebörder, i dessa kulturer. Till den främmande kulturen ställer vi nya frågor som den inte ställt till sig själv, i den söker vi svar på våra frågor och den främmande kulturen svarar genom att öppna nya sidor hos sig själv för oss, nya meningsdjup. Utan att ha sina egna frågor är det omöjligt att nå en skapande förståelse av någonting annat och främmande. ... Vid ett sådant dialogiskt möte mellan två kulturer smälter de inte samman och blandas inte, var och en bevarar sin enhet och sin öppna helhet, men de berikas ömsesidigt. (Bakhtin, 1991, s. 13)

Elevernas tänkande och språkande kan få en god grogrund i den dialogiska lärmiljön, där ständiga möten tänjer och utmanar det för-givet-tagna och välbekanta så att det uppstår något nytt och annorlunda, eller med andra ord aha-upplevelser kryddar vardagslivet. Forskningen visar dock att det inte alltid är så lätt att beskriva verkligheten i dialogiska termer eftersom både lärare och elever måste anpassa sig till en krass verklighet. En verksamhet som karaktäriseras av ett korus av röster, där varje röst är specifik och där man tillsammans försöker komma en bit på vägen mot sanningen är god mylla för egen kunskapsstilläggnan och egna överskridanden i tid och rum samt för demokratins överlevande. Eleven förväntas både höra till och ”göra sig främmande” för att komma närmare sanningen. Hon både reproducerar det gamla kulturarvet, går i gamla spår och producerar nya kunskaper, nya spår, där drivkraften kan sökas i samspelet med läraren, andra elever och olika texter, där sanningen emanerar ur korusen av röster

Lärrollen förändras från den traditionella förmedlaren till den aktive dialogpartnern, som vägleder, stödjer och utmanar eleven i lärprocessen. Elevrollen förändras från att vara en passiv novis, till en aktiv novis, som löser problem, formulerar mål och praktiserar ett forskande arbetssätt. Detta rationella arbetssätt fungerar inte alltid idealt och detta kan man märka när man deltar i skolans verksamhet. Vi vill särskilt se hur dessa ideal ser ut när vi deltar i NTA-klassernas verksamhet. Uppdragen har drag av ett rationellt arbetssätt där man förväntas följa stegen i den tänkta processen. Vi vet från tidigare att verkligheten kan spela NTA ett spratt. Både Dewey och Vygotsky lyfter fram betydelsen av att barnet antingen själv eller tillsammans med läraren är delaktig i målsättningen. Vet man vart man vill gå är det lättare att se hur man ska kunna gå dit och hur man kan göra det på bästa sätt. Medlen som leder till målet är i hög grad knutna till interaktionen mellan elev-lärare-text som får sitt konkreta uttryck i skolvardagen. Med hjälp av den inre drivkraften växer engagemanget eftersom eleven är

medansvarig och medbestämmande över styrningen av den egna lärprocessen. Hon gör något med kunskapen, tar kontroll, formulerar problem och är fri att uppfatta den på eget sätt. Endast så kan kunskapen bli ens egen. Skolkunskapen sammansmälter med personligheten i enlighet med filosofen Kants begrepp ”inbillningskraften” eller den skapande fantasin som kopplar om kunskapens ursprung ur sinnesintryck och förnuft. Liedman (2000) menar att den skapande fantasin inte kan plocka fram något ur tomma intet, den måste ha någonting att praktisera sina tricks på.

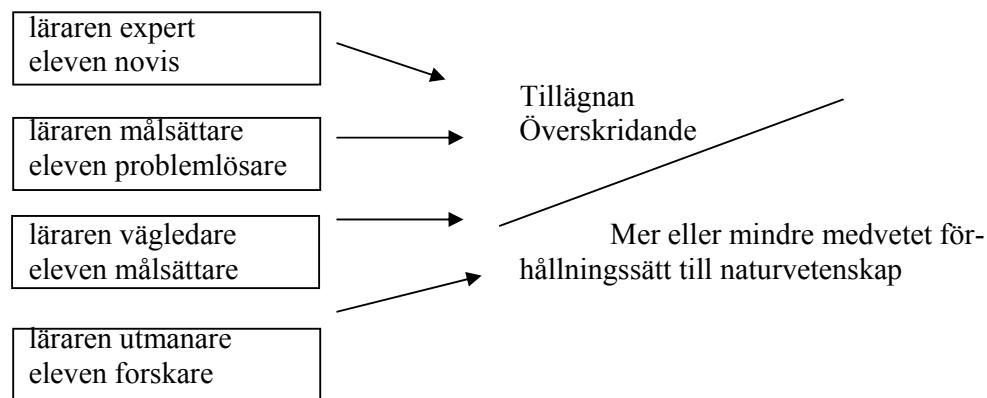
Säljö (2000) visar hur Vygotskys undervisningsidé om läraren som kommunikativ stötta som tillfälligt lånar ut sin kognitiva och sociala förmåga till eleven, ”ge mig dina ord lärare” kan fungera som brobyggare mellan elevens spontant tillägnade kunskaper och tillägnandet av den mera formella skolkunskapen.

The scientific concepts evolve under conditions of systematic cooperation between the child and the teacher. Development and maturation of the child's higher mental functions are products of this cooperation. (Vygotsky, 1978, s. 148).

Potentialen ligger inte dold i det inre utan i det som ligger över elevens egna möjligheter, det som man upptäcker tillsammans med andra som hjälper till. Det är i interaktionen som man lär känna de funktionella egenskaperna hos termer och begrepp, det vill säga hur de praktiserar i ett visst sammanhang.

The child is able to copy a series of actions which surpass his or her own capacities, but only within limits. By means of copying, the child is able to perform much better when together with and guided by adults than when left alone, and can do so with understanding and independently. The difference between the level of solved tasks that can be performed with adult guidance and help and the level of independence solved tasks is the zone of proximal development. (Vygotsky, 1978, s. 117)

Vygotsky riktar också sökljuset på själva samspelet mellan lärare och elev(er) när han diskuterar zone of proximal development och menar att den också är en relationell zon. En lärare kan på detta sätt stödja elevens eget resonemang och hjälpa honom/henne att komma till insikt. Detta samspel kan leda till utveckling av högre kognitiva funktioner. Samspelet mellan lärar-elev(er) som Vygotsky och Dewey förespråkar kan beskrivas med en modell där olika lärar-elevrelationer synliggörs och som visar vem som bestämmer ”vad” och ”hur” i undervisningen. Tanken är att modellen ska kunna vara vägledande vid empiriska analyser. Nedan presenteras fyra typfall som kan identifieras som en slags skala där lärarens inflytande är som störst överst och elevens nederst. Lärande sker genom olika tillägnans- och överskridandeprocesser och bidrar till att eleverna får ett mer eller mindre medvetet förhållningssätt till det naturvetenskapliga området, det vill säga kan bruka de naturvetenskapliga begreppen i ett kommunikativt sammanhang och i praktisk handling visa förmåga att hantera olika del-helhetsrelationer.



De fyra samspelsformerna visar vem som bestämmer ”vad” och ”hur” i elevens lärprocess och täcker såväl mötet mellan lärare och elev(er) som mötet mellan läraren och elevgruppen. Med olika grad av påverkan i praktiken formas det kommunikativa samspillet med läraren som expert, målsättare, vägledare och utmanare och med elev(er) som novis, problemlösare, målsättare och forskare.

### Ett forskande arbetssättet

Det praktiskt, experimenterande arbetet har idag en viktig plats i den naturvetenskapliga undervisningen och påstås ha stor betydelse för de studerandes lärande (Jenkins, 1999; Sjøberg, 2000). Det anses dessutom finnas många skäl till att använda detta arbetssätt i undervisningen, till exempel att, det presenterar fenomenet på ett påtagligt sätt, de studerande lär sig använda naturvetenskapliga metoder och begrepp, det underlättar elevens förståelse av stoffet och utvecklar hans/hennes tänkande, det ger insikter i förhållandet mellan teori och experiment och den naturvetenskapliga kunskapsprocessen och utvecklar elevens sätt att argumentera och resonera och den sociala kompetensen att arbeta i grupp (Jenkins, 1999; Millar, Le Maréchal & Tiberghien, 1999; Sjøberg, 2000). Målen med det praktiskt experimenterande arbetet kan som synes vara många och inte sällan är målen motsägelsefulla. Jenkins skriver på följande sätt, ” the voluminous literature concerned with practical work is marked by multiplicity of sometimes conflicting claims and occasionally irreconcilable, even unattainable goals” (a.a., s. 23). Man kan fråga sig om det inte är för många mål eller syften och om alla dessa verkligen uppfylls under det experimenterande arbetet.

### Arbetssättet i läroplaner

Det laborativa experimentella arbetet beskrivs ofta som ett elevaktivt arbetssätt. Detta arbetssätt har ganska länge varit en viktig pedagogisk metod. Redan i Lgr 62 poängteras elevaktiva arbetssätt och arbetsformer och en strävan bort från katederundervisningen:

Avsikten är inte i första hand att i undervisningen framlägga färdiga åsikter, fakta och resultat, utan att låta eleverna i största möjliga utsträckning skaffa sig kunskaper genom eget arbete och egna upplevelser. Skolarbetet skall alltså bygga på deras egen aktivitet. ( Lgr 62. S 204)

Även i Lgr 69 betonas elevens egna undersökningar:

Man bör i största möjliga utsträckning utgå från elevernas frågor och intressen och ta vara på deras lust att undersöka och göra nya kombinationer. (Lgr 69 s. 51)

Det är först i och med Lgr-80 som det undersökande arbetssättet blir den dominerande metoden. Detta arbetssätt ansågs vara både en metod och ett kunskapsmål i sig. Härigenom skulle eleverna lära sig en metod för att själva kunna söka kunskap, en färdighet som är viktig i ett samhälle där kunskapsproduktionen ständigt ökar. Studiemotivationen ansågs bli bättre och kunskaperna större om eleven fick genomföra egna undersökningar och göra egna upptäckter. I Lpo 94 poängteras också det problemlösande arbetssättet.

Skolan ska sträva efter att varje elev lär sig att använda sina kunskaper som redskap för att formulera och pröva antaganden och lösa problem, reflektera över erfarenheter och kritiskt granska och värdera påståenden och förhållanden. (Lpo94. s. 17)

## Pedagogiska motiv

I Lgr 80 omsattes Piagets tankar i det undersökande arbetssättet (Elgström & Riis, 1990). Eleven kom att betraktas som den lille forskaren som genom det undersökande arbetssättet kom till insikt om omvärlden. Arbetsformen skulle göra skolan mer intressant och meningsfull för eleverna. Katederundervisningen ansågs vara den främsta anledningen till att eleverna upplevde de naturvetenskapliga ämnena som tråkiga. Eleverna skulle först genom egna undersökningar undersöka olika fenomen. Sedan skulle de få en teoretisk förklaring. Elevens egen kunskapssökning ansågs vara viktig.

Arbetssättet i naturvetenskap har alltså präglats av Piaget och den konstruktivistiska inlärningsteorin. Piaget har haft stor betydelse för synen på inlärning och undervisning inte minst inom det naturvetenskapliga området. En central punkt i hans teorier är att inlärning alltid förutsätter deltagande av den lärande. För att eleven ska förstå och konstruera kunskap om världen, så måste han/hon agera på objekten och det är detta agerande som ger kunskap och förståelse. Konstruktivismen betonar hur elevens lärande styrs och påverkas av hans/hennes tidigare erfarenheter. Kunskap överförs inte direkt och rakt av, utan den måste omformas och konstrueras. I enlighet med konstruktivismen anses elevens egna undersökningar vara viktiga för lärande av naturvetenskap och teknik (Andersson 1996). ”Det kan vara fråga om handfasta undersökningar av konkret material som delas ut, eller tankemässiga explorationer i form av elevhypoteser om vad som kommer att hända i ett visst experiment.” (a.a., 61).

Enligt Andersson (1996 s. 62) kan elevens egna undersökningar leda till att eleven "blir medveten om att hans/hennes sätt att tänka om ett speciellt fenomen inte är helt korrekt" och härigenom bli mer benägen att konstruera nya tankestrukturer. Det finns flera skäl till att använda ett undersökande arbetssätt i skolan ; för det första så är det en metod som eleven använder för att lära sig nya saker, för det andra är det en metod som eleven använder för att tillämpa och befästa tidigare kunskaper och för det tredje är den ett redskap att ta med ut i livet. Champagne och Kloper (1977) skriver att det undersökande arbetssättet "should be both the method and valued outcome of science instruction" (a.a., s. 438).

Det undersökande arbetssättet anses i dag vara en viktig metod att tillämpa i framtida miljöer för lärande där informationsteknologin är central. I Skolverkets skrift *Det öppna lärorummet* (1999) där lärande i öppna miljöer diskuteras ges följande beskrivning av det undersökande arbetssättet;

När vi i vår text använder begreppet undersökande arbetssätt avser vi ett vetenskapligt förhållningssätt som innebär att eleverna aktivt söker belysa olika frågeställningar inom ett kunskapsområde med hjälp av olika källor som de själva söker.... Grunden för det undersökande arbetssättet är lärande utifrån individens egna unika erfarenheter. (a.a., s.18)

Konstruktivismen har fokus på individen och dennes aktiva skapande av kunskap och man använder begrepp som "eleven anpassar sig" eller "self-organization" (Cobb, 1994; Smith, 1995). Det är inte läraren som lär eleven utan eleven lär sig själv. Deras fokus ligger på individens begreppsbyggnad. De tar sina utgångspunkter i Piaget traditionen, men det finns också en interaktionistisk inriktning. I en analys av en klassrumsepisod ser konstruktivisten individen som tolkande och interaktiv. Man betonar elevens själv-organisering av kunskaper och det lokala i situationen. Man ser det så att eleven anpassar sig till andra inom ramen för pågående förhandlingar (Cobb, 1994). För den här inriktningen blir samspelet en utveckling av en mikrokultur, som beror på samspelet mellan lärare och elev. Kunskap är individens inre mentala konstruktioner enligt Smith (1995). Och den blir då också subjektiv, det är individen som skapar den. På så sätt förklaras fenomenet att två individer i objektiva samma situation har olika kunskaper.

### Läraryrollen under det forskande arbetssättet

Men det finns flera skäl att fundera närmare över laborationens och det undersökande arbetssättets betydelse i den naturvetenskapliga undervisningen. Sjöberg skriver att "om målet med undervisningen är att tillägna sig vetenskapens begrepp och teorier, då är det ganska tveksamt om praktiskt arbete är speciellt effektivt" (1999, s. 394). Bilden av eleven som den lille forskaren som själv finner kunskap i det egna laborerandet är inte helt sann. Det är inte rimligt att anta att elevers egna aktiviteter kan leda till att de upptäcker och skaffar sig vetenskaplig kunskap (Säljö, 2000). I en intressant studie beskriver Bergqvist (1990) elevers svårigheter att "upptäcka vad som händer" under det laborativa arbetet. Det behövs en lärare som inte bara förser eleven med material utan också är en viktig samtalspartner som hjälper eleven vidare och som inser vilka svårigheter elever kan ha att tolka frågor och uppgifter. Solomon betonar detta genom att skriva på följande sätt, "teachers need to help students change what is seen into a vivid illustration of scientific ideas with the capacity for further action (1999, s. 68). Vygotsky betonar på samma sätt lärarens roll vid all inläring. Vad han kallar effektiva instruktioner leder den lärande vidare. "The scientific concepts evolve under conditions of systematic cooperation between the child and the teacher. Development and maturation of the child's higher mental functions are products of this cooperation." (a.a., s. 148). Det är i interaktionen, diskussioner och samtal, som man blir bekant med de funktionella egenskaperna hos termer och begrepp, det vill säga hur de används för att föra ett samtal inom en viss diskurs. (Lemke, 1990; Wyndhamn, Säljö, 2002). En övergripande fråga är just om det laborativa arbetet blir en "arena" för begreppsutveckling.

### Lärares arbete och den pedagogiska miljön.

Vår ambition med de studier som presenteras här är att öka processinnehållet i data och analyser. Vi vill, så nära som möjligt, följa lärarens arbete i klassrummet. Syftet är att dels förstå hur läraren uppfattar och agerar dels för att förstå elevens arbete med NTA-systemet och hur de samspelar med det. Elevers läroprocesser har vi ovan berört och vi vill nu redovisa lite av den forskning som närmast sig lärarens arbete och lärande. Huberman (1983) påpekade att vi förvånansvärt nog saknar kunskap om hur lärare hanterar sina vardagsproblem ur ett lärandeperspektiv.

In looking over pieces of the available body of research, it argues that we know a great deal more about the delivery and implementation of new or intensive inputs – new educational programs and products, or injections of person-mediated expertise in the form of change agents and educational extension agents – than we do about everyday problem-solving through the acquisition of practice-relevant knowledge.

Since innovations are, almost by definition, exceptional, we may have been spending too much time on the spectacular at the expense of the fundamental

...changes or outcomes are uninterpretable without an analysis of the ways individuals and institutions typically go about seeking and using knowledge. (Huberman, 1983, s.478)

Han påpekar här att vi möjligen ägnat uppmärksamhet åt fel dimensioner. De fundamentala processerna i vardagen har kommit i bakgrunden medan vi istället ägnat oss åt de grandiosa förändringarna och sådant som vi borde göra. Vi kan inte förstå förändringar utan att skaffa oss insikter i hur människor faktiskt arbetar och löser problem. Vi vet för lite om hur vuxna i skolan lär och skapar mening i sin lokala kultur.

Han och andra forskare (Hultman, 1998; 2001, Eraut, 2002) konstaterar att undervisning genomförs på ett något annat sätt än vi vanligen väljer att beskriva denna process.

Teaching is heavily interactive, but instruction is not only carried out chiefly through a series of interpersonal communications, it is literally made possible by the presence of a complex web of implicit contracts and interdependencies between adults and children – contracts based on mutual affiliation and attachments. (Huberman, 1983, s. 495)

Han och andra beskriver hur undervisning kan uppfattas som något som är interaktivt, se även vår tidigare beskrivning ovan. Men innebörden av detta är dessutom att det inte enbart kan ses som ett antal kommunikationer. Undervisning är bokstavligt talat ett nät av informella kontrakt och ömsesidiga relationer mellan klassrummets invånare. Ömsesidigheter som utvecklas genom ett långvarigt samspel där man ”finner varandra”, uppskattar varandra och får ett förtroende för varandra. För många lärare kan detta nätbyggande ta flera år om man tar en klasslärare som exempel. Man kan till och med påstå att reell undervisning inte kan genomföras (Hultman, 2001) förrän dessa relationer etablerats. Vi vill ta med oss den här förståelsen när vi reflekterar över NTA-projektet ur ett didaktiskt perspektiv.

Forskning om lärande och dess potentialer har studerats av olika forskare och på olika sätt. Några aktuella forskningsinriktningar, som nämns i debatten idag, är t ex lärlingar i Afrika som studerats av antropologer (Lave & Wenger, 1991), lärlingar och yrkesutveckling har studerats av danska forskare (Nielsen & Kvale, 2000), elever i Sverige som studerats via intervjuer och problemlösning med forskare (Strömdahl, 2002), intervjuer och observationer av operatörer inom företag av arbetslivsforskare (Ellström, Gustavsson & Larsson, 1996) samt sjukvårdens utveckling (ledningsgrupper) i Finland (Engeström, 2001). Forskarna representerar olika teoretiska perspektiv och använder olika vetenskapliga metoder. De fokuserar som synes även på helt olika typer av arbeten och individer.

Forskningen om lärprocessen i skolor och liknande organisationer och då med särskilt fokus på de vuxna i skolan är få till antalet. Men vi vill nämna de som vi anser tar upp analyser som vi kan jämföra med våra egna studier av NTA-projektet. Lorties (1975) sociologiska studie av lärares arbete får väl betraktas som en klassiker numera, så även Jacksons (1968, 1990) antropologiska studie av livet i klassrummet. Dessvärre har den endast uppmärksammats för att den lyfte fram det han kallar för dold läroplan. Hans studie förtjänar framförallt att lyftas

fram som en tidig, och en av de få, som visar hur lärarens arbete faktiskt ter sig. Dessa tolkningar och försök till förståelse är befriande i sin brist på normativa inslag.

En europé, Huberman (1983) redovisade tidigt en analys av komplexiteten i lärares arbete (vilket även framgår av Jacksons studie) och hans titel på artikeln illustrerar detta, *Recipes for Busy Kitchens*. Eraut (2002) har nyligen lyft fram hans resonemang och satt in den i dagens forskningssituation. Som en replik på Huberman väljer han följande titel på sin artikel, *Menus for Choosy Diners*. Ett påpekande som görs av Eraut är att vi saknar adekvata analyser av komplexiteten i lärares arbete.

Även Elbaz (1983) och Clandinin (1986) visar i sina fallstudier av lärares arbete hur de skapar vardagskunskap och hur de reflekterar över sitt arbete.

Om vi går till en del av den organisationsteoretiska forskningen så finns det intressanta illustrationer till begreppet komplexitet i olika arbeten. Weick (1985) och Weick & Westley (1996) diskuterar detta med bland annat vissa referenser till utbildningsorganisationer och skolor. De diskuterar hur människor lär i den typen av miljöer. Och det de beskriver avviker kraftigt från den bild som ges i konsultlitteraturen idag på temat, *Lärande organisationer*.

Hargreaves (1998) och Hultman (1998) tar upp lärares och rektorers arbete och visar hur man kan ge en alternativ bild av skolors verksamhet. Man kan se skolor som balkaniserade (många olika delkulturer) eller som en uppsättning känsliga nätverk. Dessa sätt att betrakta miljön i skolan bidrar till en förståelse för hur det komplexa gestaltas och hur en lärare, som arbetar med exempelvis NTA, kan hantera sin roll i undervisningsprocessen. Day, Fernandez, Hauge och Möller (1999) har i en antologi samlat nyare analyser av lärares liv och arbete i ett lite bredare internationellt perspektiv.

Johansson & Kroksmark (2000) har lyft fram lärares strategier och särskilt uppmärksammat olika former av intuition. Medan Hultman (2001) istället beskriver lärares improvisationer och hur ett lärande konstrueras i vardagsarbetet. Han hävdar att man kan metaforiskt beskriva dessa strategier som smarta eller intelligenta improvisationer. Detta sätt att se på lärares arbete får vi användning av när vi söker förstå hur NTA-projektet hanteras i klassen. Kan vi se hur lärare omformar och anpassar materialet efter situationen, eleverna och sina egna ambitioner och erfarenheter? Men trots det vi redovisat ovan, all forskning om lärande och alla lärt teorier, så vet vi förvånansvärt lite om hur svenska lärare lär på "jobbet". Vi kan sammanfatta forskningsläget på följande sätt.

Det finns en del studier, men få, som har processen som huvudintresse. Ofta ges dessa data som en del av redovisningen av resultaten. En naturlig förklaring är naturligtvis att det är svårt att genomföra sådana studier. En annan förklaring är att många forskare har haft och har ett intresse för studier av begrepps-förståelse, se vår inledning.

Det finns få sådana studier av lärare. Det finns en del om operatörer och sköterskor respektive elever och lärlingar, som vi redovisade ovan. Det som t ex genomförts angående kunskapsutnyttjande, tyder på att det finns likheter mellan olika yrken (Huberman, 1983; Eraut, 2002). Man gör på samma sätt när man använder kunskap, men vi vet idag inte hur de gör. Många texter och teorier påstår att det sker på ett visst sätt. Man generaliserar teorier från elevstudier till att gälla vuxna. Kan Vygotskys studier på 1930-talet tillämpas på lärare i Sverige år 2003? Han uttalade sig om och studerade elever och barn, men inte om lärare.

Många studier har genomförts angående begrepps-förståelse hos elever och universitets-studerande och lärarkandidater, men få om processen. Engeström (2001), som utgår från ett sociokulturellt perspektiv, har i sin senaste artikel börjat närma sig nyare organisationsteorier och forskningen om improvisationer. Han diskuterar studier av förändringsarbete och beslutsfattande inom sjukvården i Finland och använder i sina slutsatser och beskrivningar som: förhandlingar, interaktion, beslutsfattande och improvisationer.

När Eraut (2002) diskuterar lärararbetets komplexitet påpekar han att kunskapsbildningen avviker från andra yrkesgrupper genom att lärare bygger upp sitt kunnande via ett antal episoder.

The transformation of case experience into usable form is attributed to the mainly unconscious aggregation of knowledge from a large number of episodes. ...

For teachers, episodic knowledge of a child is less easily obtained; it has to be snatched from the busy crowded classroom environment by spending time with individual children or by giving the child sufficient focused attention to notice her behavior in small or large groups. (Eraut, 2002, s. 375)

Han noterar här att den kunskap som skapas är svår att nå genom att den bildligt talat måste snappas upp från en hektisk och överbefolkad miljö (jämför Jacksons begrepp overcrowded classroom). Det här sättet att belysa det som sker i klassen, ur ett lärarperspektiv, har betydelse för hur vi förstår det som händer i NTA-klasserna. Konkreta bilder av lärares arbete, via intervjuvinjetter, som användes för att illustrera komplexiteten i lärares arbete, kan ses i boken *Intelligenta improvisationer* (Hultman, 2001).

### **Vardagslärandet i komplexa miljöer kan innebära en del problem.**

Forskningen om komplexiteten i olika yrkessituationer har diskuterats av olika forskare. Det som förs fram är att det är genuint svårt att lära i sådana miljöer. När man vanligtvis diskuterar lärares arbete så tycks man utgå från att det går och att det är någorlunda lätt. Men den här forskningen visar upp en annan sida.

Tidiga intryck och förväntningar tenderar att bekräftas (Eraut, 2002). Man tenderar att komma ihåg ovanliga händelser oftare än frekventa. Episoder uppmärksammas endast då eleven fångar lärarens uppmärksamhet. Lärares kunskap tenderar att bygga på ovanliga händelser (ej typiska), vilket knappast kan uppfattas som en valid och reliabel kunskap (Eraut, 2002)

I det sammanhanget påpekas att lärare behöver lugna och insiktsfulla samtal med eleven men att de tvingas till snabba reaktioner (Eraut, 2002). Miljön underlättar inte användandet av holistiska bilder av elever i en komplex miljö. Den tidiga forskningen inom området påstod, till och med, att man kunde tala om vidskeplig inläring, "superstitious learning". Detta inträffar lätt i komplexa miljöer, eftersom det uppstår en svag koppling mellan handling och kunskap (Hedberg, 1981; Weick, 1985).

Men den intressanta frågan blir hur lärare ändå kan lära och handla trots att de befinner sig i en sådan situation (fritt efter Weick, 1985). Detta har inte studerats ingående. Vi vill med våra studier av NTA-projektet belysa dessa fenomen. Vi har nog inte möjlighet att nå ända dit i den analys som presenteras här, men vi har sådana ambitioner framgent. Problematiken upptäcktes tidigt inom den organisationsteoretiska forskningen och sysselsätter oss fortfarande. Lärares kunskapsbildning uppvisar en helt annan dynamik om vi intresserar oss för att observera lärare i klassrumsinteraktionen (Eraut, 2002), vilket vi gör i våra studier. Samtidigt skall man vara införstådd med ett förhållande som innebär att, "Managing the class" ofta tränger bort möjligheterna för "the facilitation of learning", vilket verkar vara särskilt allvarligt för nyutbildade lärare. Vi kommer att vara uppmärksamma på dessa förhållanden i våra analyser.

### **Metod**

Datansamlingen har genomförts med hjälp av observationer och videoinspelningar av lektioner, deltagande i lärarmöten, intervjuer med lärare och elever och elevanteckningar.



- Vi har under hösten 2002 följt och dokumenterat arbetet i följande elevgrupper och teman:
  - Fast eller flytande                      år 2.                      4 observationstillfällen
  - Flyta eller sjunka                      år 5                      3 observationstillfällen
  - Kretsar kring el                      år 5.                      6 observationstillfällen
  - Rörelse och konstruktion              år 6.                      4 observationstillfällen
- I samband med observationerna har vi intervjuat berörda elever och lärare i de olika klasserna
- Vi följer även ett arbetslag som började med NTA hösten 2002 och gör återkommande intervjuer med lärarna och följer deras utveckling med NTA.
- Vi har dessutom speciellt följt arbetet i en elevgrupp i år 5 under ett NTA-tema, Flyta eller sjunka, och undersökt elevers möjligheter till inflytande över sitt eget lärande.

Studien innehåller 17 klassrumsobservationer, 8 elevintervjuer och 13 lärarintervjuer, elev och lärarenkäter. Arbetet i år 5, tema *Kretsar kring el*, redovisas som en fallstudie med tonvikt på arbetssättet, samspelet lärare-elev och elevers utvärdering av temat.

Det empiriska materialet för denna rapport är hämtat från fem olika skolor i tre kommuner och består alltså av fältanteckningar från observationerna, bandinspelade intervjuer som transkriberats, videoinspelade lektioner som transkriberats och sammanställningar av elevdokumentationer. De elever som intervjuats kommer från årskurs 2 (2 flickor och 2 pojkar), årskurs 6 (2 pojkar och 2 flickor). Namnen på eleverna är fingerade. Samtliga intervjuer, med både lärare och elever, har genomförts i skolmiljö, med intervjuguide, i samtalsform (Hultman 2001). Intervjuguiderna användes endast som stöd så att samtalet kom att behandla de områden som i detta fall var intressanta. Intervjuerna kan betraktas som kvalitativa i halvstrukturerad form. Vi använde ganska lång tid av intervjun för att närma oss ”kärnfrågorna”. Detta var ett medvetet tillvägagångssätt för att komma in på ”arenan” och bli överens om samtalets innehåll.

Vi väljer att presentera våra data under några rubriker som framkommit under arbetet. Mycket av det vi presenterar är inte specifikt för NTA - projektet utan bör snarare ses som generella frågor relativt skolans naturvetenskapliga undervisning. Den resultatpresentation som ges in denna rapport bygger på ett urval av det som hittills bearbetats med utgångspunkt från utvärderingsuppdraget. Vi kommer, som tidigare nämnts att fortsätta följa och dokumentera NTA – projektets entré i klassrummet för att få en bättre förståelse för hur elever och lärare socialiseras in i skolans naturvetenskapliga undervisning.

### **Teorierna och våra analyser – olika sätt att lägga perspektiv.**

Man kan i datainsamlingar och analyser fokusera på olika nivåer av det empiriska materialet. Det finns flera sätt att konstruera sådana nivåer. I den här rapporten väljer vi att analysera materialet på två olika nivåer, en formell och en informell nivå.

- På den formella nivån kan man välja att särskilt uppmärksamma att eleverna följer uppdraget, att de pratar om hypoteser, att de skriver ner mål, att de talar NA etc.

- På den informella nivån kan man uppmärksamma att uppdragen lämnas oavslutade, att det inte finns tillräckligt med tid för att realisera de potentialer som finns, att hypotesformuleringar inte är äkta, att mål inte har den funktion man tänkt sig, att kommunikationen består av dubbla diskurser dvs. parter talar förbi varandra etc.

Vi behöver båda nivåerna och vi har på försök presenterat detta i den kommande texten. Senare i texten väljer vi att presentera en del av våra intryck bland annat i termer av Deweys teoretiska formuleringar.

Teorier kan vara bra därför att de skärper vår syn, men de kan också skapa problem om de får oss att bara se sådant som bekräftar teorin. Det kan ibland vara viktigare att försöka falsifiera teorin och skriva om den så att den passar data och ger oss en bättre förståelse än den vi hade tidigare.

Teorier är inte sanningen utan:

- En bra/realistisk bild eller
- En önskvärd/ideal bild

Den senare typen av teorier säger något om hur det borde vara och lyfter fram den delen av verkligheten. Till exempel att man lär sig genom att sträva mot mål, utvärdera, formulera nya mål etc. Vi har lämnat även en sådan beskrivning av NTA i den text som följer. I förhållande till andra delar i vår rapport skapas således olika bilder och intryck av NTA i klassen.

Andra problem som kan uppstå är att teorier formuleras i en miljö (barnuppfostran) och sedan överförs till en annan miljö (skola, industri). Miljöerna och förutsättningarna är annorlunda. De läroprocesser som antropologer finner hos skräddarlärningar i Liberia kan vara svåra att överföra till svenska elever i grundskolan. Det man letar efter är om det finns nyanser som är lika. Man finner kanske att det i båda miljöerna verkar vara så att de som lär gör detta i samspel med något. Men detta något är olika i de båda miljöerna. I Liberia är det mästare medan det i skolan är hela den miljö som omger eleven.

## Resultat

Efter bearbetning och analys av det empiriska materialet presenterar vi nedan några intressanta resultat som framkommit. Vi väljer att redovisa resultatet som ett lärarspår och ett elevspår och som avslutning ger vi som en fallstudie en mer utförligt beskrivning av erfarenheterna från observationerna i år 5, temat *Kretsar kring el*.

### Elevers lärande och utveckling

Enligt NTA-konceptet förväntas eleverna bli mer och mer förtrogna med det naturvetenskapliga kunskapsområdet. De förväntas lära sig att tillämpa en naturvetenskaplig metod, lära sig att iaktta, beskriva och dokumentera och hantera vissa begrepp och termer. Med hjälp av utdrag från inspelade lärarledda sammanfattningar i klassrummet, elevsamtal i grupper och intervjuer, vill vi belysa och diskutera detta.

Nedanstående utdrag är hämtat från en lärares sammanfattning av ett uppdrag i år 2, temat *Fast eller flytande*. Eleverna har undersökt vatten, olja, schampo och lim. Läraren ber därefter eleverna beskriva hur vätskorna kändes och hur de luktade. (L står för lärare och E för elev.)

- L: Vad kom ni fram till när ni kände på de olika vätskorna? Vad säger Lisa? Vilken vätska väljer du?  
 E: Den, tvålen. Den kändes len.  
 L: Tyckte alla den kändes len?

E: Nähä.  
 L: Vad säger Jonas?  
 E: Den kändes som slime.  
 L: Som slime som man leker med?  
 E: Jaha men lite lent.  
 L: Mattias?  
 E: Limmet kändes lent.  
 L: Kan man säga något mer om limmet?  
 E: Lent men klabbigt.  
 L: Någon annan vätska? Vad säger Viktor?  
 E: Majsolja kändes lite tunn, klen.  
 L: Något mer om oljan?  
 E: Den var hal.  
 L: Hal eller halkig, Hanna?  
 E: Alla förutom vattnet var äckliga.  
 L: Hur menar du då?  
 E: De var obekväma.  
 L: Hur då?  
 E: Dom var klabbiga och luktade äckligt.  
 L: Kan du beskriva hur dom luktade?  
 E: Det är svårt att säga lukta själv så förstår du.

Den sista repliken är intressant att fundera närmare över. Vilka frågor ställer lärarna och varför ställer de frågor? Vad tror eleverna om lärarens frågor? Frågorna betraktas inte alltid av eleverna som stöttande för lärandet utan snarare som mätare av inläring eller som kontrollfrågor för att se om eleven genomfört uppgiften på ett korrekt sätt. Under arbetet med detta tema lär sig eleverna att beskriva och olika ämnens egenskaper. Detta framgår av utdraget ovan. De lär sig också något om egenskaperna hos fasta och flytande ämnen. Intervjuutdrag med en Camilla i år 2 visar. Intervjun genomfördes ett par månader efter att temat *Fast eller flytande* har avslutats.

### Intervjuare

Vad gillar du NTA?  
 Varför det då?  
 Jaha, är det spännande att jobba med.  
 Kan du berätta något som du lärt dig med NTA?  
 Vad då?  
 Kan du berätta något?  
 Kan du säga en vätska som inte rinner fort?  
 Det kan man säga. Det är en sak som du lärt dig. Vad är det för skillnad på en vätska och ett fast ämne?  
 Nej just det, kan du ge exempel på ett fast ämne  
 Vad är bordet gjort av?  
 Säg några saker som flyter!  
 Ni prövade om olika saker flöt.  
  
 Just det vad bra. Vart det något annat du lärde dig?  
  
 Vad betyder att det är magnetiskt?  
 Hur ser man det?  
  
 Hur märker man att det var magnetiskt? Vad använde ni då?  
 Dom som var magnetiskt fastnade på den och magnetiska var järn och stål. Plast?  
 Trä?

### Camilla

Jag älskar NTA?  
 Det är spännande jag vet inte varför.  
 Jaha man får veta mer nya saker.  
 Jag har lärt sig väldigt mycket om saker och så.  
 ----  
 Jag har lärt mig att alla vätskor är inte lika forta.  
 Jag tror det är oljan.  
 Jo för ett fast ämne kan jag hålla i handen utan att det rinner ut men det kan man inte på ett flytande.  
 Ett bord  
 Trä  
 Vatten, det går inte att hålla i alla fall.  
 Att diamanten kunde man ju tro att den skulle sjunka men den sjunker och faktiskt också flyter det beror på hur försiktigt man lägger den.  
 Att det finns ett ämne som är ungefär som stål och inte magnetiskt.  
 Jag vet inte som skruvar och sånt är magnetiska.  
 Ja den kan rosta., men stålkulan som vi hade den rostade inte. Därför kan skruvarna var magnetiska mer.  
 En magnet  
  
 Nej  
  
 Nej, gummi inte heller.

Hur kan man beskriva en vätska?

Man kan dricka den och man kan va i den och man sätta den i en bil ungefär som bensin.  
Sen kan det flyta och sjunka saker i den.

Jaha

Det är viktigt att barnen i de yngre åren får möjlighet att lära sig se, upptäcka och beskriva utan krav på att nå fram till ett naturvetenskapligt begrepp. Den möjligheten finns inom NTA-projektet och eleverna ovan tycker vi är bra exempel på detta. Här hade läraren ägnat tid till att lära eleverna upptäcka och beskriva. Camilla i intervjun ovan visar att hon lärt sig en hel del om vätskor och känner till att de kan ha olika egenskaper. Hon vet också att diamanten, juvelen enligt handledningen, både kan flyta och sjunka. Däremot verkar hon inte riktigt förstått vad som menas med ett fast ämne. Hon säger att man kan hålla det i handen utan att de flyter ut. Men när hon ska ge ett exempel på ett fast ämne säger hon ett bord. Flera elever i vår studie gav liknande svar på den frågan. Det är kanske inte så konstigt att de gör det eftersom det i handledningen förekommer både fast föremål och fast ämne utan att man gör någon större skillnad på dem. Eleverna lägger olika fasta föremål i vatten och ska undersöka vilka fasta ämnen som flyter. Detta blir oklart för barnen och kanske också för läraren. Några elever svarade också att fasta ämnen var sådant som satt fast på väggen. Även om naturvetenskapliga diskurser avviker från vardagliga sätt att resonera så finns här många ord som är gemensamma med vardagsspråket. Men dessa ord har i naturvetenliga sammanhang en annan betydelse. Att använda sådana ord och uttryck i samtal med ett naturvetenskapligt innehåll kan därför leda till missförstånd. Detta framgår av intervjun med. Fast ämne är för henne det fasta föremålet bordet. Det märks också när Camilla får frågan om hon vet något som flyter. Då svarar hon vatten. Hon tänker då antagligen på att vatten är flytande, det är något som flyter fram. Under intervjun visar Camilla att hon fått en viss uppfattning om att ämnen kan vara magnetiska. Men hon har svårt att beskriva vad det innebär.

Eleverna i vår studie visar att de under NTA-arbetet blir bekanta med naturvetenskapliga ord och termer. Efter temat Rörelse och konstruktion i år 6 fick eleverna skriva ner vad de lärt sig. Här följer några elevsvar.

Jag har lärt mig,

- svåra ord som dragningsmotstånd, pojke år 6.
- att friktion är när saker hejdas, när det bromsas, flicka år 6.
- att energi finns lagrad i gummisnodden, pojke år 6.
- vad friktion är och att man inte kan leva utan det, flicka år 6.
- att friktion är gnidningsmotstånd, flicka år 6.
- att friktion är glidningsmotstånd och luftmotstånd, pojke år 2.
- att det samlades energi i gummisnodden och när den spändes så gick energin ut och drev bilen framåt flicka år 6.
- 

Eleverna i år 2 fick på likande sätt beskriva vad de lärt sig under arbetet med NTA. Här följer några exempel på vad de skrev.

Det är lättare att göra en boll av lera en av humus och sand, pojke år 2.

Försiktigt med proverna, flicka år 2.

Jag har lärt mig att jord kan kalas för humus och att lera suger upp mest vatten, pojke år 2.

Jag har lärt mig vad som var ett fast emne och vad som inte var det och så har jag lärt mig hur man skule vattna, flicka år 2.

Om man vore han som vatnade så har jag lärt mej hur mycket man ska vatna, flicka år 2.

Jag har lärt mig att leran håller fast vattnet bäst och näst är jorden, humusen och sämst sand, flicka år 2.

Utdragen ovan visar att eleverna kan använda ord och termer från naturvetenskapen i kommunikativa sammanhang.

När eleverna fick frågan, ”vad har du lärt dig under arbetet med NTA”, hade de svårt att svara. De svar de gav relaterade de oftast till det senaste temat och till det senaste genomförda uppdraget. De hade mycket svårt att minnas vad de arbetat med under tidigare teman. Svaren på frågan hämtade de för det mesta från det tema de just nu arbetade med. Om eleverna däremot blev påmind om situationer och sammanhang från tidigare teman så blev det genast enklare. Den öppna frågan; ”vad har du lärt dig”, är svår att besvara. Att lära och skaffa kunskaper är situationsbundet. Samtalet med David nedan visar detta.

### Intervjuare

### David

Vad har du lärt dig är det något du kommer ihåg?	Jag har lärt mig massor?
Vad då? Få höra något!	---
Är det något du kommer ihåg? Från förra temat?	Till exempel att det är lättare att rulla en boll av leran än en boll av jord och humus.
Jaha, humus sa du vad är det?	Det är jord.
Om vi går tillbaka till det tema ni jobbade med när jag var hos er förra gången, Fast eller flytande, vad lärde ni er då?	Det är så länge sen såg jag minns inte vad jag lärde mig
Det gör du inte. Ni höll på att lägga olika saker i vatten och såg om dom flö?.	Jaha
Är det något du kommer ihåg?	Nej
Ni pratade om fast och flytande Vad är vätska?	Det är som vatten.
Kan du ge exempel på en vätska?	Saft, olja, vatten
Det är bra David, något fast ämne då?	Bordet, stolen
Vad är de gjorda av ?	Trä
Och mer?	Järn
Vad är det för skillnad på en vätska och ett fast ämne?	Vätskan rinner men det gör inte ett fast ämne
Är det skillnad mellan vätskor också?.	Jaha, vissa kan vara kladdiga och genomskinliga
Ok kan en vätska ha en färg?	Jaha olja är svart till exempel
Har ni prata om att ämnen kan vara magnetiska?	Jaha
Vad är det?	Saker som fastnar på en viss sorts järn?

När David blev påmind om vad han hade gjort under temat *Fast eller flytande* visade han att han lärt sig en hel.

Det praktiskt, experimenterande arbetet har idag en viktig plats i den naturvetenskapliga undervisningen. I våra studier fokuserar vi bland annat på NTA-uppdraget som en möjlig samtalssituation där begrepp och termer används på ett funktionellt sätt, dvs. en situation där elever får möjlighet att använda och bearbeta termer och uttryck från naturvetenskapen. Våra studier så här långt visar att uppdragen inom NTA inbjuder till samtal kring de problem som ska lösas och att eleverna engagerar sig i samtalen. Men det är inte så ofta som eleverna i samtalen bearbetar och använder naturvetenskapliga ord och termer och det kanske inte ens är möjligt. Utdraget nedan där eleverna arbetar med en uppgift i temat *Rörelse och konstruktion* exemplifierar detta.

E Först så vart 1,60, 1,91, 2,27, 2,46 och sist 2,30. Nu kanske vi kan börja med observation 2  
E Det var väl nåt mer man skulle göra här?

E Ta bort Fattar ni vad man skulle göra?  
E Ta bort det stora hjulet och dess navkopplare.  
E Skulle man ta bort både?  
E Båda bort!  
E Fan då kommer det att ramla rakt igenom.

- E Står det inget att man måste dra ut dom här sakerna?  
 E Det går inte.  
 E Det går inte att dra ut dom längre.  
 E Gnidningsnötning.  
 E Dom måste värmas upp lite.  
 E Ok 1,2  
 E Kolla om den kommer en meter.  
 E Kolla det går ju inte, det kan inte snurra!  
 E Har ni testat att vända på dom där bruna sakerna?  
 E Va?  
 E Men kolla nåt måste vi ju göra för att ändra.  
 E Vänta snurra på det stora hjulet!  
 E Det är ju så man ska göra. Ta bort däcken!  
 E Man skulle ju vända på dom.  
 E Ta bort gummit och testa!  
 E Skulle man ta bort gummit?  
 E Den rullar.

Det viktigaste för dessa elever var att förstå vad man skulle göra, hur man rent praktiskt skulle lösa uppdraget. Det fanns inte utrymme för samtal där naturvetenskapliga ord och termer användes.

Utdraget nedan är däremot ett exempel på när eleverna i gruppen hjälper varandra till insikt. Den här elevgruppen som bestod av tre flickor i år 6 arbetade med uppdrag 8 observationskort 3 i temat *Rörelse och konstruktion*. Uppgiften var formulerad på följande sätt: *Ta bort de två blå tvärstängerna. Kläm försiktigt ihop ramen. Dra sedan försiktigt ut de grå stängerna. Försök nu använda gummisnoddarna för att få fordonet att röra sig. Vilka förändringar observerar ni när ni tagit bort tvärstängerna? Vad tror ni tvärstängerna har för funktion?*

När eleverna började diskutera uppgiften märkte en av flickorna att hon missuppfattat resultatet från en tidigare uppgift.

- E1: Här står det vilka förändringar observerade ni när ni tagit bort stängerna?  
 E2: Vad observerade vi när dom...  
 E3: Att bilen blev lättare och det går fortare.  
 E2: Jaha.  
 E1: Nej, det blev det inte.. ju tyngre den.. desto snabbare går det.  
 E2: Nej, för vi hade dom här där vi la på klossar och då gick det saktare.  
 E3: Då gick det saktare.  
 E1: Gick det inte fortare?  
 E2: Trodde du det gick fortare.  
 E1: Ja, oj då. Jag trodde att ju lättare bilen är desto saktare går den.  
 E2: Ju fortare går den.  
 E1: Ju lättare bilen är desto fortare går den alltså.

Samtalet ovan blir ett inlärningstillfälle. Eleverna lär av varandra. Samtalssituationer där elevernas olika meningar, kunskaper och förmågor möts ger förutsättningar för lärande. I samtalen under uppdragen får eleverna möjlighet att bearbeta det dom förväntas lära sig.

Utdraget nedan är ett exempel på detta. Samtalet handlar om vilka saker som kan flyta eller sjunka och ingår i temat *Fast eller flytande*. Två elever arbetar tillsammans och försöker här göra sina förutsägelser om vad som flyter eller sjunker. (F =flicka, P= pojke)

- P: Stålkula då?  
 F: Den tror jag sjunker. Den är ju av stål och den är tung.  
 P: Dom här två tror jag flyter.  
 F: Ja, dom flyter. Men den där tror jag sjunker. Vi kan ta den. Den är tung också.

P: Vi tar dom två. Dom tror jag flyter. Vänta dom flyter va?  
 F: Ja dom flyter. Dom är ju båda gjorda av porslin eller nåt.  
 P: Det är plast.  
 F: Plast?  
 P: Tjock plast.  
 F: För då sjunker dom ju.  
 P: Den här då? Den sjunker.  
 F: Ja.  
 P: Den här tar vi fram.  
 P: Vänta knappen den sjunker, sjunker (kontrollerar sin sortering).  
 F: Vänta dom sjunker dom är gjorda av trä.

Det är viktigt att eleverna får tillfälle till reflektion och eftertanke när det genomfört sina uppdrag. Det räcker inte med att göra och anteckna. Det forskande arbetssättet leder inte självklart till naturvetenskaplig kunskap. Samtalet nedan är ett exempel på detta. Uppgiften som eleverna fick av läraren presenterades av läraren på följande sätt:

*Då tittar gruppen på sitt fordon och så ska ni vända sidan så här och sen ska ni snurra på det stora hjulet och då ska ni liksom titta noga alla tre och se om ni märker något medan ni snurrar. Ni ska hålla den rakt så här och titta noga. Säg inget rakt ut utan gruppen ska resonera vad den ser.*

Syftet med uppgiften var att eleverna skulle upptäcka att hjulet stannade efter en stund och att man den vägen skulle komma in på begreppet friktion. En elevgrupp blev snabbt färdiga och vi fick då tillfälle att samtala med dessa tre pojkar.

Jan Den grå stängen skulle ni hålla i.  
 E Ja det var det vi gjorde.  
 Jan Vad såg ni?  
 E Att hjulet lossnade.  
 Jan Men var det, det ni skulle titta på?  
 E Men det var ju det vi såg.  
 Jan Det är rätt.  
 E Det måste ju vara sant det vi säger.

För dessa elever blev experimentet ingen ingång till begrepp friktion. Uppmaningen att iaktta vad som sker kan många gånger vara en svår uppgift. Den som formulerar uppgiften vet vad han är ute efter, vet vad man ska se. Men det går inte att anta att eleven som får uppmaningen tolkar den på samma sätt. En uppgift som är så öppet formulerad innebär att eleverna kan se många olika saker, både sådant som är relevant för uppgiften och sådant som inte är det. Efter en sådan uppgift krävs en ordentligen uppsummering av läraren där alla resultat kommer fram och får bearbetas. Men sammanfattningar i helklass kan vara svåra att genomföra, vilket vi också sett och som lärarna vittnat om, se nedan. Men det är viktigt att eleverna får tillfälle att bearbeta sina intryck och får möjlighet att reflektera över resultaten.

### Elevmedverkan och inflytande

Vi frågade elever och lärare om eleverna fick möjlighet att medverka och utöva inflytande i undervisningen. Den samlade bilden av svaren visar att eleverna har liten påverkan på uppbyggnaden. Några lärarröster:

Nej det tycker jag nog inte att dom är delaktig i vad vi ska göra eller så. Men materialet i sig utgör inget hinder. Men ska vi börja med tema jord så är det svårt att börja med frågan ”vad skulle ni vilja jobba med?”. För det har jag gjort i andra tema arbeten. Då kan man säga att detta material inte ger samma möjlighet. Men sen kan man försöka att förändra. Jag tror inte barnen har några tankar om

jord. Vissa teman känner de ju inte till och då är det svårt att vara med och bestämma. Det skulle i så fall vara i slutet på ett tema, lärare år 2.

Eleverna kan inte vara med och planera. Till varje liten del i lådan finns det ju en planering så det är inte så lätt för eleverna att påverka, fritidspedagog.

Ja men då måste man gå utanför handledningarna och då krävs det ett annat material, en komplettering. Men det är ju dit man vill, lärare år 3.

Eleverna kan delta i planeringen varefter vi blir mer vana vid materialet, lärare år 1.

Några elevsvar på frågan: ”Får ni vara med och planera undervisningen med NTA?”

Nej det tror jag inte, Vi får bestämma hur bilen ser ut, flicka år 6.

Vi får ju saker vi ska göra och så får vi själva bestämma hur vi ska arbeta, pojke år 6.

Eleverna gillar friare uppgifter där de själva får planera och lägga upp arbetet.

Det är roligt när man bygger saker för då får man så många roliga idéer, flicka år 6.

Det var kul då man fick välja uppdrag själv och då man blev färdig kunde man bygga lite som man ville, pojke år 6.

Från våra observationer och skolbesök har vi erhållit samma resultat. Materialet inbjuder inte till elevmedverkan i planering och uppläggning av uppdrag och teman. I vissa teman finns det större frihet för eleverna med uppgifter som har högre frihetsgrad. Men det är inte möjligt att eleverna ska kunna medverka i planeringsarbetet när det gäller temaområden som är helt obekanta för dem. Vi anser att man bör fundera över vad elevmedverkan kan innebära i detta sammanhang. Det är svårt att som elev påverka uppläggningsplaneringen av vissa teman. Det går kanske inte ens och det är inte alls självklart att det gagnar elevens lärande eftersom risken är stor att temats mål och mening försvinner. Däremot borde lärarna uppmuntras att lämna temat emellanåt och låta eleverna göra egna undersökningar eller som en av lärarna ovan sa, avsluta temat med friare uppgifter. Flera lärare som vi talat med nämner detta som en utvecklingsmöjlighet. Men då måste skolan få låna materialet under en längre tid. I dag verkar det vara bråttom och skolan får endast låna materialet under en begränsad period. På sikt när lärarna blivit säkrare och mer bekant med materialet verkar det dock finnas det goda möjligheter att elevmedverkan kan öka.

## Elevers nyfikenhet och intresse för naturvetenskap

Lärare och elever visar stort intresse för arbetet med NTA och det syns att eleverna lärt sig arbetssättet och blir mer och mer förtrogna med det. Vi lät 59 elever besvara en enkät där de bland annat fick välja ett antal ord som de ansåg bäst beskrev deras inställning till NTA-lektionerna.

Utfallet blev på följande sätt;

- I år 2 där eleverna arbetat med temana *Fast eller flytande och Jord* svarade 15 av 19 tillfrågade elever att NTA var roligt och intressant. Det var bara 5 elever som tyckte det var tråkigt och svårt.
- När samma fråga ställdes till elever i år 5 som arbetat med temat *Kretsar kring el* blev utfallet att 11 av 14 elever ansåg att NTA var roligt och intressant. 3 elever tyckte det var tråkigt och gillade det inte.
- För eleverna i år 6 som arbetat med *Rörelse och konstruktion* var intresset för NTA ännu mindre. Av 26 tillfrågade elever var det bara 7 som gillade NTA och det var 10 som tyckte det var intressant. 14 elever ansåg att de var uttråkade av NTA.



Det verkar som om det är främst elever i år 6 som tröttnar och tycker arbetspassen blir för långa. Man kan fråga sig om detta beror att arbetssättet är krävande, på enformiga uppgifter, eller att uppgifterna inte innebär någon utmaning, se nedan. En lärare i år 6 förklarar det på följande sätt:

Jag tror det beror på att många uppdrag upplevs ganska lika. Eleverna tycker det blir enformigt. De här eleverna vill ha utmaningar, lärare i år 6.

Vår uppfattning är den samma som läraren ovan. Vissa uppdrag är liknar varandra för mycket både till innehåll och till form. En förklaring till att intresset avtar kan vara att det som är roligt blir byråkratiserat och upprepande. Innehållet är olika men eleven upplever det likformiga schemat. Efter ett tag blir det ”den gamla vanliga skoluppgiften” Eleverna blir uttråkade vilket också framkommit vid våra observationer. Lärarna måste uppmuntras att välja sin egen väg genom materialet och att välja uppdrag som de tror passar elevgruppen. Elever i de yngre åren är mest positiva till NTA. Nedanstående citat från elevenkäten och intervjuerna visar detta.

- Det känns som om tiden går fort. Sen det där pappret har jag svårt att komma på vad jag ska skriva. Det är inte svårt att skriva men svårt att komma på, pojke år 2.
- Jag tenger på att det är intressant, flicka år 2.
- Roligt kul att göra, , svårt att förstå, flicka år2.
- Nta är tråkigt, pojke år 2.
- NTA är roligt, pojke år 2.
- Det är jättekul, flicka år 2.
- Jag tycker det är roligast för jag tycker om att upptäcka saker, flicka år2.
- Jag tänker på alla platsmugar och alt, pojke år2.
- Det är kul att joba med jord, sand och lera och upptäcka saker om dom, flicka år 2.
- Det är kul för att vi fick vara detektiver, pojke år 2.

Eleverna i år 6 var, som tidigare nämnts, inte lika intresserade av naturvetenskap som eleverna i år 2, vilket framgår av enkätsvaren och citaten nedan.

Det var lätt i början men sen det blir det svårare, flicka år 6.

Det var roligt i början men tråkigare och tråkigare, flicka år 6.

Jag tycker det var väldigt roligt i början men svårare och långtråkigare ju längre vi kommer, flicka år 6.

Jag tyckte om det i början då vi fick bygga vad vi ville, pojke år 6.

I början fick vi använda vår fantasi och då var det kul, flicka år 6.

Tråkigt att få skriva så mycket, pojke år 6.

Kemi är jätteroligt, flicka år 6.

Det var svårt att bygga och mäta. Det blev fel ibland, flicka år 6.

Det sämsta var att det var så pilligt flicka år 6.

Det bästa var samarbetet och att man fick bygga flicka år 6.

Det var långtråkigt och det såg likadant ut pojke år 6.

Naturvetenskap är ett stort och vitt omfattande kunskapsområde och vissa delar är mer attraktiva och intressanta för eleverna vilket också framgick av vår tidigare rapport. Temat *Fjärilar* väcker intresse och engagemang. Medan andra teman har svårare att nå eleverna. Mycket av skolans praktik handlar om att elever skall tillägna sig kunskaper de inte är särskilt motiverade för. En viktig del av lärarens arbete är därför att upprätta sammanhang för eleverna som ger motivation och lust att lära. Många av de lärare som vi mött har varit angelägna om att motivera området för eleverna..

## Lärares lärande och skolans utveckling

Lärares stora betydelse för arbetet har vi poängterat tidigare. Men vi kan inte nog betona detta. Läraren har många roller och måste finnas till hands hela tiden. Han/hon måste introducera arbetet, finnas med under arbetet i grupperna och avsluta och avrunda. Inte minst introduktionen av ett uppdrag/ett tema är viktigt. Läraren måste fånga tillfället när eleverna kommer med egna funderingar till exempel inför starten av ett tema. Vi har sett duktiga lärare som låter elevernas tankar komma fram och som samtidigt leder eleverna in på det centrala i temats innehåll. Läraren måste hjälpa eleverna in på den ”naturvetenskapliga arenan” men han/hon måste även förändra den. För detta krävs fortbildning och samarbete i arbetslaget. Vi har samtalat med 12 lärare i denna studie om hur NTA påverkat dom och arbetslaget på skolan. Samtliga är mycket nöjda med materialet och den utbildning de fått.

Det är jättekul och spännande man kan jobba med det över flera ämnen, lärare år 3.

Man känner att man blir inspirerad, lärare år 3.

Det är inte så svårt med naturvetenskap. Förut har man sett hinder i förberedelser. Nu har man ju allt klart, lärare år 5.

Det är fantastiskt att få material som täcker så mycket, lärare år 3.

Det är spännande och kul men ta mer tid och vi saknar plats, lärare år 2.

På frågan om lärarnas syn på naturvetenskap förändrats svarar några av de deltagande lärarna så här

Jag har blivit djärvare vågar lite mer hemma också med batterier och lampor, lärare år 3.

Jag tänker annorlunda om naturvetenskap förut var naturen bara att gå ut och titta på blommor. Nu har det blivit mycket mer, fritidspedagog.

Nej jag har alltid arbetat med naturvetenskap i skolan, lärare år 6.

Har arbetet med naturvetenskap i skolan förändrats?

Jag har blivit mer strukturerad. Det finns en tanke över hela linjen. Men man kan göra mycket mer av det, det känner vi. Det är bra handledningar att följa och ju flera lådor vi gör desto lättare är det nog att gå ifrån den och göra en annan utformning, lärare år 3.

Man är mer strukturerade, man har ju handledningar att följa. Om man jämför med hur vi jobbade förr så hade det ju mer handlat om naturen och plocka hem olika saker och varit så ingående som nu, förskollärare

Har ditt samtal med eleverna i klassrummet förändrats?

Jag ställer annorlunda och resonerar mer med barnen det gör man ju. På svenska där blir det inte samma resonemang på så vis det leder mer till kommunikation. Och det känner jag att jag skulle vilja utveckla. Barnen kommunicerar mer här än i andra ämnen, lärare år 1.

Många gånger har jag lagt märke till hur eleverna resonerar och vad de förstår och inte förstår. Då tänker jag, det var så här de tänker, det var dom här slutsatserna de drog. Små enkla grejer har fastnat i huvudet. Det är en bit till det tänkta resultatet men de lär sig ju något, lärare år 5.

Jag försöker ställa frågor som gör att eleverna själv får tänka. Jag ställer mer öppna frågor. Jag ställer flera frågor om hur de kom fram till ett visst resultat även i andra ämnen. Så har det nog blivit, lärare år 3.

Jag ställer flera frågor om hur de kom fram till resultatet och hur de tänker, lärare år 3.

Har planeringstiden ökat?

Mer planering har det nog blivit, men man har ju stor hjälp av handledningarna som är jättebra, lärare år 3.

Jag läser igenom och kollar material vad som behövs och hur jag ska sätta ihop grupper. Visst är det mera jobb men det ger ju mer för barnen och det är det viktigaste, lärare år 5.

Planerar mycket mer och läser på och förbereder på ett professionellt sätt men jag försöker att fånga elevernas frågor mera, lärare år 3.

Inte så mycket som tidigare. Jag gillar att planera, men den biten saknar jag, lärare år 2.

### Samtalar ni mer om naturvetenskap på skolan/i arbetslaget?

Nej det är lådorna som styr samtalen, fritidspedagog.

Det handlar mest om lådorna och hur vi fördelar tiden, lärare år 5.

Samtalet handlar om lådorna, lärare år 3.

### Samarbetar ni mer i arbetslaget nu?

Nej inte över klasser bara vi som har samma tema, lärare år 4.

Vi planerar inget gemensamt i arbetslaget. Det har vi inte hunnit än. Man skulle kunna delge varandra lite mer eftersom vi byter lådor. Det är väldigt bra att få handledningar. På studiedagar borde vi kunna göra det, lärare år 3.

Vi hade ett husmöte då vi gick runt i varandras klassrum och berättade och visade vad vi arbetade med, lärare år 1.

Lärarna är positiva till att arbeta med NTA och naturkunskap ses inte längre som ett svårt område. Det är inte heller enbart skogen och naturen som det var förut. Många av de lärare som vi talat vid hoppas och tror att på sikt kommer samarbetet att öka på skolan och i arbetslagen. Men än så länge samarbetar endast de lärare som har samma tema. Det NTA-lådorna som styr samtalen och samarbetet. Det är ett känt faktum att materialhanteringen inför och efter naturvetenskapslektionerna tar mycket av lärarens planeringstid på bekostnad av tiden för reflektion kring lektionens utfall. På sikt borde lärarna dock kunna samlas och diskutera mer generella naturvetenskapliga undervisningsfrågor. Lärarna berättar också att samtalen med eleverna har förändrats under NTA-arbetet till att innefatta mer reflekterande och utmanande frågor till eleverna och detta sätt att ställa frågor använder lärarna även när de undervisar i andra ämnen. I det fortsatta arbetet med våra analyser kommer vi att komplettera detta material med mera kommentarer från lärare i år 6.

### NTA-konceptet och skolans ramar och möjligheter

Den rådande klassrumssituationen kan utgöra hinder för att arbeta med NTA-konceptet. Nedan belyser vi detta med några olika exempel på svårigheter som lärare och elever kan råka ut för, men som kan undvikas om läraren är insatt i materialet och känner skolans ramar.

Det har ibland visat sig vara svårt för lärare att genomföra vissa uppdrag under NTA-lektionerna när eleverna av utrymmesskäl måste sprids ut i olika rum på skolan. Det blir svårt att stötta och hjälpa alla elever då. Risken är dessutom stor att vissa gruppers arbete avstannar.

Under vissa uppdrag har inte materien fungerat tillfredställande och det har lett till att eleverna tappat intresset för uppdraget och lärarens situation har blivit besvärlig. Detta framgår av nedanstående utdrag från temat *Rörelse och konstruktion*. Uppgiften ingick i uppdrag 12 där eleverna bland annat skulle se vad som hände med ett propellerdrivet fordons rörelse om propeller vreds upp åt olika håll.

E: Vad händer om den ska snurra åt andra hållet?  
 E: Då släpper jag den.  
 E: Men den åker baklänges.  
 E: Ja det gör den väl.  
 E: Titta den stod stilla när den skulle åka bakåt.  
 E: Vår bil går dåligt (till läraren).  
 L: Testa på tyget då.  
 E: Vi har gjort det men det hjälper inte.  
 E: Ska vi göra något mer.  
 E: Delarna är dåliga.  
 E: Den här gick sönder.  
 L: Har ni provat på tyg. Dom mässingsgrejerna fungerar dåligt. De är på gränsen till för långa.  
 E: Vi skriver att den stod stilla men egentligen den skulle gå bakåt.

Materielen fungerade dåligt när eleverna skulle tillverka och använda propellerdrivna fordon. Många elever tröttnade och lärare fick det arbetsamt. I elevhandledningarna finns många uppgifter och steg som eleverna måste passera för att klara ett uppdrag så kallade multipla uppgifter. Ibland undrar vi om inte dessa steg är för många och för komplicerade att genomföra efter endast en genomgång av läraren. Dessutom var denna uppgift ingen utmaning för eleverna. Det löste uppdraget trots att deras resultat blev felaktigt. De visste vad som skulle hända.

Ibland är det för många steg i uppgifterna och då blir svårt för eleverna att följa alla punkter Lärare år 6

Här kommer åter lärarrollen in. Lärare som kan hjälpa eleven att bryta nere den beskrivna arbetsgången i delmoment lyckas bättre i sin undervisning. Risken är då också mindre att eleverna kommer fel och inte genomför uppdraget på ett korrekt sätt. Det visar sig som vi tidigare sagt att lärare som vågar ändra och ta bort uppdrag och på så sätt anpassa temat till elevgruppen lyckas bättre i sitt sätt att engagera eleverna i undervisningen.

Man får inte förstöra deras intresse. Syftet är ju att väcka intresse för naturvetenskap och att de ska få en positiv bild av det. Vi tog inte upp allt. Jag gick inte in på viskositet och fluiditet, inte heller hård hårdare. Mycket här handlar ju om att utveckla att se och beskriva, mer sinnen. Det är ett annorlunda sätt att arbeta med naturvetenskap. Här är det kanske viktigare att lära sig se, upptäcka och sätta ord på det man ser. Men de ska naturligtvis lära sig några ord från naturvetenskapen, lärare år 2.

Den här läraren var medveten om elevernas svårigheter och möjligheter att klara av detta temaområde och gjorde därför vissa förändringar. Hon hade också en klar målsättning vart hon ville nå med eleverna. Att arbeta på detta sätt anser vi vara helt nödvändigt. Vår uppfattning är att det i vissa teman är för många uppdrag och vissa uppdrag kan man utesluta utan att förlora helheten.

Jag tog bort vissa uppdrag som inte var relevanta. *Vilken droppe vinner* tog jag bort. Ibland kan vissa frågor eller uppdrag "fördumma" barnen. Alla visste vad som skulle hända och då tyckte vi att vi inte behövde göra alla. Vissa saker utmanar inte eleverna på det sätt de borde, lärare år 2.

Jag komprimerade 13 uppdragen till 7 och formulerade delvis ny text, lärare år 5.

Som vi tidigare sagt är det nödvändigt att läraren väljer bort uppdrag som inte utmanar eleverna. Vi anser vidare att det är nödvändigt att påpeka för lärare under bland annat utbildningsdagar att i vissa teman är det viktigaste inte att nå fram till att förstå ett visst naturvetenskapligt begrepp. Det räcker att eleverna lär sig se och kunna beskriva vad dom ser. Ett ex-

empel på detta är användningen av förstoringsglaset för att undersöka vätskor i temat *Fast eler flytande*.

Förstoringsglaset gav inget mer om vätskornas egenskaper. Man ser inget annat än det man kan utan förstoringsglas och så blänker lamporna. Men syftet från NTA är ju kanske att lära sig använda förstoringsglaset som ett redskap. Det borde i så fall skrivas fram tydligare i handledningen. Men det ska ju samtidigt ge något för eleven, lärare år 2.

Detta framgick också när eleverna vid fick redogöra för vad de sett när de använde förstoringsglaset.

- |   |  |
|---|--|
| L | Vad kunde ni se när ni använde förstoringsglaset?      |
| E | Den gröna var lite bubblig.                            |
| E | Det var en bubbla i vattnet och så såg vi lite streck. |
| E | Olja var gulaktig och det gröna var bubblig.           |
| E | Limmet var lite gult och blått.                        |
| E | Lite smuts då och då.                                  |

Här borde man i handledningarna tala vad som är syftet med att använda förstoringsglaset. Är det för att få en bättre uppfattning om vätskornas egenskaper eller är det för att lära sig använda redskapet förstoringsglas? Det bästa är naturligtvis om bägge syftena kan uppfyllas.

I vissa lärarhandledningar uppmanas läraren att ha omröstning om eleverna har fått olika resultat av en undersökning. Detta vänder sig några lärare emot.

I lärarhandledningen uppmanas att man ska ta demokratiska beslut om vilka föremål som sjönk och vilka som flöt. Det känner jag att det blev fel. Så jobbar man inte i naturvetenskap. Så varför ska vi göra det här? Så i sista klassen gjorde jag så att om det vara en elev som sa att vi fick knappen att flyta. Så sa jag att, nu får ni komma fram och bevisa det och sen diskuterade vi vad som var korrekt, lärare år 2.

Här anser vi att handledningarna ger fel signaler. Man kan naturligtvis ha omröstningar men sedan måste de olika alternativen diskuteras och motiveras. .

De gemensamma sammanfattningarna i klassen är viktiga men svåra att genomföra så att läraren får alla elever med sig.

Ibland kan vissa sammanfattningar bli lite tjatiga, lärare år 2.

Numera gör jag så att vi sammanfattar uppdraget när vi börjar med nästa. Då är det lättare att få eleverna med sig. Då är dom inte så trötta och det dom varit med om har mognat, lärare år 6.

Enligt NTA-konceptet är det viktigt med "brainstorming" när man börjar ett tema. Men det som kommer fram vid sådana tillfällen får inte betraktas som "färdiga sanningar" som barnen kan. Det ska snarare ses som barnens förställningar vilka kan vara både korrekta och felaktiga. Om resultaten från en sådan "brainstorming" sedan hängs upp i klassrummet är det risk att barnen läser detta och bibehåller eller skaffar sig felaktiga uppfattningar. Några lärare påpekade detta.

Sen har vi det här vad vet vi om.... Det tycker jag inte om. Det är inte vad dom vet utan det dom tror. Och sen hänger det upp i klassrummet under hela temat.. Om vi vill ha förändringar då blir det svårare. Vad vet vi om det blir fel, kanske vår tankar i stället. Det ser ut som fakta, lärare år 5.

NTA-konceptet bygger på en konstruktivistisk syn på inläring vilket framgår på många sätt, brainstorming är ett sätt. Men det syns också i arbetssättet där eleverna ska ställa hypoteser och ta fram sin förståelse. Ibland har dock hypotesen ingen funktion. Om eleven är

obekant med temat eller ett begrepp så blir hypotesen eller den inledande frågan bara en gissning.

Det framgår av nedanstående utdrag från en lektion i temat *Rörelse och konstruktion* där syftet var att introducera begreppet friktion. Uppgiften kom efter det att eleverna hade snurrat på ett av hjulen på sitt fordon.

*Idag ska det handla om friktion och nu ska jag inte säga vad det är. För det tänkte jag att vi kolla om ni vet. Här är två frågor vad är friktion och är det något ni skulle veta om friktion. Diskutera nu mer varandra första och andra frågan, lärare år 6.*

Det här är en svår fråga att börja ett tema med. De flesta elever vet inget. Några slår upp ordet i ett lexikon och lotsar sig själva till ett korrekt svar på frågan. Efter några minuter samlar läraren upp elevernas svar.

- L Ok, kan man få höra då vad ni uppfattade är friktion. Lisa?  
Li Gnidningsmotstånd.  
L Gnidningsmotstånd står det faktiskt i ordlista. Jag sa inte att man inte fick göra det. Sen är ju fråga om man begriper det. Då kan man få höra med era egna ord då. Inte ordlistans. Erik?  
E Vi har inget.  
L Vad säger Camilla?  
C När hjulet går emot den här grejen så stoppas det.  
L När hjulet går emot så vet vi alla vad som gäller. Jaha något mer. Nu är det så här att ta allt vad ni sa. Allt vad ni sa. Mattias vad sa ni?  
M När man gnider något mot varandra.  
L Man gnider något så här mot varandra då. Ok Jaha något mer? Ni hade något Karl?  
K Nej.  
L Säg bara!  
K Den var inte så djävla bra.  
L Det hade nåt med att man smörjer.  
K Jaha.  
L Det är inte så fel. Egentligen.. Vi låter den stå så kan vi diskutera den sen. Nån mer. Hade ni inga mer teorier. Ni hade?  
E När något går emot.  
L När det går emot ja och Sandra?  
S Nej vi har inget.  
L Hade inte ens en gissning.  
A Nåt med hjulen.

Som synes var uppgiften svår för eleverna de flesta relaterade den till den tidigare uppgiften om hjulet som skulle snurra. Den andra uppgiften där eleverna ska tala om vad man ville veta om friktion, var ännu svårare.

- L Vad skulle ni vilja veta om det? Vad det är Ni skulle vilja veta. Madeleine?  
M Varför det blir?  
L Varför det blir friktion.  
C Hur det blir?  
L Det är jättebra och veta varför och hur det blir.. Det är bra frågor allihop.

Vår uppfattning är att ibland kan man klara sig utan dessa frågor och hypoteser. När det gäller NTA:s tillämpning av en konstruktivistisk synen på inläring så anser vi att tiden för reflektion och språkanvändning inte betonas tillräckligt. Alla elevuppgifter kräver samtal och eftertanke. Vid ett tillfälle fick en grupp elever en extrauppgift som såg ut på följande sätt:

Välj ut en teknisk uppfinning där uppfinnaren var tvungen att ta hänsyn till friktion när han eller hon gjorde konstruktionen. Var uppfinnaren tvungen att övervinna friktionen eller var friktionen till hjälp?

- E Vad då?
- E En uppfinning...
- E Vem var det som kom på bilen
- E Kylskåpet vet jag
- E Bilar, måste det vara bilar?
- E Jag vet inte. Det står en teknisk uppfinning. Då kan det inte vara kylskåpet.
- E Vem uppfann bilen det kan man hitta i en bok. Vi får leta efter en bok
- E Maggan var kan man finna en uppfinning
- L Men det kan ni själva finna ut. Välj ut en teknisk uppfinning där uppfinnaren var tvungen att ta hänsyn till friktion när han eller hon gjorde konstruktionen. Var uppfinnaren tvungen att övervinna friktionen eller var friktionen till hjälp. Fundera ut var i vardagslivet man kan finna uppfinningar sådana uppfinningar där friktionen är till hjälp eller den ska vara så liten som möjligt.
- E Som vi sa förut, tandborste
- E Då måste vi hämta ett papper och skriva. Ska vi ha var sitt
- E Ja
- E Så vi skriver uppfinningar
- E Med friktion
- E Det låter kanske bättre
- E Frikt t i on (stavar)
- E Tandborste.

Det här är en extra uppgift där eleverna ska tillämpa sina kunskaper om friktion. De hade tidigare vid en helklassdiskussion i klassen nämnt tandborstning som en aktivitet där vi har nytta av friktionen. När de nu skulle lösa extrauppgiften hamnade de på nytt i tandborsten. Här skulle ha behövts tid till diskussion med lärare och med kamrater i andra grupper för att komma vidare. Men den möjligheten finns inte i klassrummet med 30 elever och med material som inte fungerar till fullo.

I nästa avsnitt behandlar vi NTA-arbetet i år 5, temat *Kretsar kring el* och ger en teoriinriktad beskrivning av NTA. Vi har här valt att utgå från några av de teorier som vi presenterat tidigare.

### **Kretsar kring el – ett NTA-porträtt**

Den empiriska studien ägde rum under NTA-arbetet med temat *Kretsar kring el* i en elevgrupp som går i skolår 5 och består av 6 pojkar och 8 flickor. Klassens lärare har tidigare arbetat med två NTA-teman, *Flyta och sjunka* och *Rörelse och konstruktion*. Läraren komprimerade på eget initiativ innehållet i temat från 13 till 7 uppdrag och formulerade elevernas textmaterial med utgångspunkt i handledningens rekommendationer. Under de första uppdragen introduceras elektricitetens grundegenskaper och eleverna får lära sig om elektriska kretsar och en glödlampas olika komponenter. Nästkommande uppdrag innehåller kunskap om ledare och isolatorer och elektriska symboler. De sista uppdragen utmanar eleverna att utforska olika elektriska kretsar och avslutas med att eleverna får planera och genomföra bygget av sitt drömrum där belysning ska installeras och fungera. Läraren organiserade eleverna i grupper med två eller tre elever i varje och sammansättningen bygger på balans mellan kön och olika förmågor; sociala och kognitiva.

Vi var närvarande i klassen vid sex tillfällen jämnt fördelade över terminen och observerade, skrev fältanteckningar, gjorde videoinspelningar och intervjuade både lärare och elever. Varje arbetspass varade i 60 minuter och ägde rum i klassrummet varannan tisdag.

Resultatet från den empiriska studien redovisas i tre delar. i) Ett forskande arbetssätt med vardagsverkligheten som grund, ii) Samspel mellan lärare-elev (er)-material och iii) Elevernas utvärdering av temat.

### Ett forskande arbetssätt med elevernas erfarenheter som grund

Undervisningen vid de sex visiterna visar tecken på ett forskande arbetssätt. Många arbetspass har en i hög grad styrd form och består av följande moment: läraren samtalar med eleverna om målet med dagens uppdrag, introducerar nya begrepp och visar materiel som ska användas. Eleverna gör sedan förutsägelser, löser problem av skilda slag, diskuterar, reflekterar och dokumenterar. Några uppdrag har en friare form då eleverna får berätta om sina egna föreställningar kring begreppet elektricitet, får dramatisera en sluten krets, får i uppgift att rita sitt rum och markera alla elektriska saker. Målet med det sista uppdraget är att göra en skiss över hur gruppen ska bygga ett kartonghus, visa var lampor och strömbrytare ska sitta, hur ledningarna ska dras och var batterierna ska finnas och sedan ska planen verkställas.

Inför det första uppdraget hade läraren planerat och förberett materiel och eleverna är förväntansfulla och nyfikna på det nya temat. Elevernas första utmaning är att vika en låda där basmaterielen ska förvaras. En inte helt lätt uppgift visar det sig! Här krävs förmåga att noga följa en instruktion och vika i rätt ordning, annars blir det ingen låda utan bara en ohanterbar papperssak. Läraren stöttar i handling och genom samtal och efter en stund ställs 15 prydliga lådor på den så kallade NTA-hyllan. Första uppdraget är att eleverna ska berätta om elektricitet utifrån egna erfarenheter och klä sina tankar i ord på det tomma pappret. Eleverna tycker att det är en svår uppgift men snart är skrivandet igång. Läraren stöttar de elever som behöver hjälp med att klara uppgiften. Läraren samtalar och samlar elevernas berättelser på tavlan och konstaterar att tillsammans har många föreställningar om elektricitet och nästa uppgift blir att till nästa gång fundera över vad de vill lära sig mer om. Uppdraget avslutas med en upplevelse av begreppet ”sluten krets” vilken ska ligga till grund för kommande arbetstillfällen. Läxan till nästa gång är att rita av sitt rum och markera alla elektriska saker. De följande uppdragen kännetecknas av samma procedur, nämligen samtal kring upplevelser som eleverna varit delaktiga, därefter introduceras dagens uppdrag med det forskande arbetssättets ingredienser: målsättning, förutsägelse, experimenterande, dokumentation och reflektion. Resultatet som redovisas nedan är en sammanfattning av elevernas spontana vardagsföreställningar av elektricitet. Dessa beskrivs under två rubriker, *Elevernas föreställningar om vad elektricitet är* och *Elevernas uppfattningar av var elektriciteten kommer ifrån*. Under varje rubrik redovisas ett antal kategorier, vilka växte fram under databearbetningen.

#### *Elevernas föreställningar om vad elektricitet är:*

Elektricitetens karaktär eller utseende, något som framträder för barnens sinnen; synlig-osynlig, känsel

Det är ljus

Det är osynligt och man kan inte ta på det

Det är varmt

Det är chockerande

Beskriver elektricitet som något annat känt fenomen

Elektricitet är ström, blixtrar, stöt

Blixt är en elektrisk stråle som intrefar när ett minusmoln och



ett plusmoln åker ihop

### Förklarar elektricitet med ett annat känt fysiskt begrepp

Det är en kraft

Det är ström

En slags kraft, en grej som går igenom massor av sladdar.

Elektricitet är en sorts energi, som man kan använda för att vissa saker ska fungera

Elektricitet är enershoi som samlas

Beskriver elektricitet som något som krävs för att saker ska fungera

Elektricitet är en sak som får t ex TV, lampor att funka

Det är drivmedel åt t ex spis, mikro, kylskåp

Det är något som åker i kablar till våra apparater

När man sätter en sladd i en kontakt så blir det elektricitet, typ som att  $1+1=2$

### Effekter av elektricitet

Något som man kan dö av

En kraft som är farlig

Det kan vara snabbt

Elektricitet kan få saker och ting att bli varma

Det kan gå igenom olika material, t ex vatten

### *Elevers uppfattningar av var elektriciteten kommer ifrån*

#### Eleverna beskriver olika platser där elektricitet skapas av människan

Det kanske kommer från pappas jobb, alltså Tekniska verken för det är så mycket varma saker där.

Och min syster stänger av strömmen...)

Elkraftverk

Elverket

Kraftverk

Gula huset (elhuset)

#### Beskriver en naturlig ursprungskälla för elektricitet

Det kommer från himlen, blix, moln

Blixarna ... ben franklin satte upp en drake och då kom en blix och

sappa draken och då gick det ner på drakens snöre då ...

#### Hänvisar till saker förknippade med elektricitet i vardagsmiljön

Det kommer från eluttag

Kontaktuttaget

Kontakthål ... Elektricitet kommer från ett kontakthål i väggen som leder till ett

Elektricitetsverk

Vet inte

Jag vet inte så mycket bara att man använder det när man använder elektroniska grejer.

Resultaten av detta visar att eleverna har många varierande uppfattningar av elektricitet, uppfattningar som kan vara utgångspunkter för lärande inom området. Ovanstående elevsvar stämmer dessutom väl överens med resultaten från tidigare studier som genomförts av bland andra Andersson och Kärrqvist (1979), Ekstig (1990), Andersson (1992), Driver (1997), Andersson och Lindkvist (2001). Vi kommer senare i denna rapport ställa dessa elevföreställningar mot de svar eleverna ger vid utvärderingen av temat *Kretsar med el*.

### Samspel mellan lärare-elev(er)-materiel

Lärandeprocessen under de olika NTA-uppdragen ger uttryck för olika samspelsformer. Nedan följer olika samspelssituationer som synliggjordes under uppdrag tre, där elevernas

uppgift var att undersöka olika kretsar som inte fungerar och att försöka upptäcka var felet finns.

Eleverna har vid förra tillfället skapat en sluten krets genom att få en lampa att lysa med hjälp av ett batteri och en ledningstråd och läraren inleder samtalet med att rekonstruera situationen och frågar eleverna vad de kommer ihåg.

- |         |   |
|---------|---|
| Läraren | Vad gjorde vi förra gången?   |
| Siv     | Vi skulle få en pytteliten lampa att lysa.                                |
| Läraren | Vad krävdes för att lampan skulle lysa.                                   |
| Siv     | Lampan skulle nudda batteriet.  |
| Läraren | Var nudda?  |
| Inga    | Under batteriet och över batteriet, på sidan av lampan och under lampan-  |
| Läraren | (ritar en bild på tavlan) Vet någon vad det kallas när strömmen går runt? |
| Arne    | en cirkel.  |
| Bengt   | sluten återsamling.   |
| Carl    | sluten omkrets.   |
| Dag     | sluten krets.   |
- Läraren sluten krets det var rätt ... Nu ska vi läsa målet för uppdrag 2. Vi ska leta efter fel i elektriska kretsar. Vad kan vara fel om inte lampan lyser? (Läraren skriver och ritar på tavlan de eleverna säger)
- |         |  |
|---------|--|
| Dag     | Det är inte en sluten krets.   |
| Siv     | Man kan ha satt sladdarna fel, glömt att sätta i dem.                            |
| Arne    | Batteriet är slut.   |
| Läraren | Om batteriet är slut hur kan vi testa detta?                                     |
| Arne    | Ta ett annat batteri.  |
| Läraren | Något mer som vi kan testa.  |
| Jan     | Lampan är trasig.  |
| Siv     | Om lampan inte sitter i ordentligt då nuddar den inte batteriet.                 |
| Läraren | Lampan och batteriet och sladdarna måste ha bra kontakt så att det inte glappar. |

Ovanstående samtal visar att eleverna minns uppdragets innehåll med fokus på sluten krets men också hur svårt det är att hålla isär alla begrepp som snurrar runt i ett allmänt kaos i huvudet, där en blandning av matematiska och naturvetenskapliga begrepp kan urskiljas. Läraren förstärker lärandeprocessen genom att rita och skriva på tavlan samtidigt som hon genom utmanande frågor försöker få eleverna att reflektera kring nästkommande moment, att söka fel i tre olika elektriska kretsar. Läraren ikläder sig under arbetspassets gång olika roller när hon i varierande grad styr/stöttar eleverna i deras möten med det aktuella innehållet. Under det första momentet, presentation av ett nytt uppdrag, får läraren funktionen av både expert och målsättare som bestämmer ”vad” och ”hur” och utmanare när hon låter elevernas erfarenheter och kunskaper få tid och utrymme i dialogen. Eleverna får här tillfälle att upptäcka och se saker ur andras perspektiv.

Under nästa fas i arbetspasset hämtar eleverna sin undersökningsmateriel och sätter sig i sina arbetsgrupper som läraren tidigare organiserat. De ska lära sig att hitta fel i tre olika elektriska kretsar. Arbetet börjar med studium av den första elektriska kretsen.

- |         |   |
|---------|---|
| Arne    | Jag tror att jag vet vad det är.  |
| Bengt   | Jag börjar med batteriet. (prövar)  |
| Arne    | Jag tror att det är lampan ... (prövar) .. Jag visste det. Nu skriver vi. |
| Bengt   | Jag vill se.  |
| Arne    | Jag har hittat felet (prövar med sladden och lampan lyser inte.           |
| Läraren | Varför lyser inte lampan?   |
| Arne    | Det var gummi och då gick det inte.                                       |
| Bengt   | Gummi är inte strömförande (skriver på pappret).                          |
| Arne    | Jag vet vad det är (prövar med batteriet). ...                            |
| Bengt   | Vänta det nuddar inte (sladden), vad konstigt.                            |

Arne	Vi måste kolla med det här (prövar).
Bengt	Vi vet inte vad som är fel.... Det är två saker.
Arne	Tråden satt fel.
Läraren	På vilket sätt?
Arne	Det var gummi istället för stål.
Läraren	Ståltråden satt fel med gummit.
Bengt	Lampan satt lös

Eleverna är under detta tema aktiva och engagerade när de på olika sätt prövar att hitta felet i de olika kretsarna. Dewey (1901/1990) menar att barnets sinnen behöver näring alltid och den måste erbjudas i sådan form att aptiten väcks och därför söker barnen efter något som de kan praktisera sin kreativitet på. Aptiten väcks under elevernas praktiska experimenterande. De upptäcker relationer mellan del-helhet och lär sig se sammanhang när de aktivt prövar och lyckas/misslyckas. Man interaktionen i klassrummet visar också på svårigheter. Eleverna pratar ibland förbi varandra. De har för det mesta svårt att lyssna på varandras förutsägelser eftersom materialet pockar på uppmärksamhet likt en osynlig kraft. När de väl hämtat sin arbetsmateriel vill de bara göra och har svårt att koncentrera sig på att ta andras perspektiv. Elevernas samspel med materialet får i denna fas en stor framtoning. Man kan därför fråga sig om det praktiskt, experimenterande arbetet blir en arena för begreppsutveckling. Språket kommer i andra hand, man gör istället och samspelet kan i denna fas sägas ha tonvikt på handling. Hypotesprövning och problemlösning är viktiga delar i detta arbetssätt men här behövs läraren som vägledare och utmanare. Men tyvärr blir det få tillfällen som läraren har tid att samtala med de olika arbetsgrupperna.

Arbetspasset närmar sig sitt slut och det är dags för läraren att knyta ihop dagens uppdrag genom att ställa några kontrollerande och reflekterande frågor.

Läraren	Då ska vi se vad ni fått för resultat? Vad har ni hittat för fel i krets B?
Jan	Vet inte ... Gummit satt emot.
Arne	Ståltråden satt fel.
Läraren	Ståltråden satt fel.
Dag	Plasten nuddade istället för tråden.
Läraren	Varför lyste inte lampan när det gula gummit nuddade? Tänk till nu! Jag vill att flickorna också hörs.
Inga	Gummit leder inte ström.
Läraren	Vilken krets var klurigast? Vad var svårt?

Många barn svarar att A var svårast för ”man hade inte varmt upp”

Arne	C för jag visste inte att det var två fel där det var svårt
Läraren	Då undrar jag till sist har vi nått upp till målen för uppdraget? Nicole vill du läsa en gång till.
Ett korus av röster	svarar ja
Läraren	Jag tycker att ni varit duktiga felsökare och att ni arbetat snabbt.

Samtalet är viktigt redskapet för att stötta elevernas egna resonemang och hjälpa dem att bli förtrogna med den naturvetenskapliga diskursen. Språkandet och tänkandet har sin grogrund i sociala aktiviteter. När egna tankar möter andras lär sig eleverna se fenomen som de tidigare inte varit medvetna om fanns, de tänjer och utmanar gränsen för sin omvärldshorisont. Det handlar om att bry sig om, att uppmärksamma alla elever och arrangera stimulerande lärsituationer där eleverna får tid och rum att med sina sinnen och få tillgång till upplevelser och problemsituationer.

Läraren ikläder sig åter expert- och utmanarrollen när hon till sist försöker knyter ihop arbetspasset genom att ställa kontrollerande och reflekterande frågor till eleverna för att se om och vad de lärt sig under arbetspasset.

## Elevernas utvärdering av NTA-temat Kretsar kring el

Eleverna fick fritt skriva om vad de hade lärt sig om elektricitet, se nedan. Man ser här hur elevernas sätt att skriva om elektricitet förändrats från den första gången då de fick beskriva sina föreställningar av vad elektricitet kan vara.

Nedan följer en sammanfattning av vad eleverna anser att de lärt sig om elektricitet i detta NTA-tema.

### Nya begrepp

Jag har lärt mig att det måste vara en sluten krets för att elektriciteten ska funka.  
Jag har lärt mig hur man gör en sluten krets och hur man gör en kortslutning.  
Det måste vara en sluten krets för att det ska kunna bli ström (ritat bild).  
Jag har lärt mig att det måste vara en sluten krets för att lampan ska lysa.  
Det som leder ström kallas ledare och det som inte leder ström kallas isolatorer.  
Jag har lärt mig att dom sakerna som finns i batteriet kallas elektroner.  
Hur man kopplar ihop batteri, ledningstrådar och lampa så att det lyser.  
Att plus måste vara mot minus på batteriet.  
Jag har lärt mig hur man kopplar in lamporna och hur en strömbrytare fungerar.

### Symboler

Jag har lärt mig tecknen för lampa, ledningstråd, batteri, strömbrytare (ritat på pappret)

förståelse för hur elektriska saker fungerar.  
Jag har lärt mig hur man bygger en glödlampa.  
Jag har lärt mig hur glödlampan kan lysa och hur det fungerar.  
Jag har lärt mig hur det är i en lampa och hur det lyser och att – (minus) går till + (plus) i batteriet.

### Praktisk kunskap som man kan ha nytta av i vardagslivet (förtrogenhet)

Jag har lärt mig hur man kan göra kopplingar.  
Det är viktigt med elektricitet för då finns det ljus.  
Jag har lärt mig hur dom gör energi och var all elektricitet kommer ifrån.  
Hur mycket el kan skada.  
Att ha respekt för elektricitet och att inte pilla på sakerna.  
Att veta hur farlig elektricitet är.  
Att det är farligt att vara i närheten av en elledning.

### Avslutande reflektion

Vår slutsats är att elevernas kunskaper om elektricitet har utvecklats och fördjupats under arbetets gång med temat, när eleverna fått möjlighet att praktiskt pröva, diskutera och reflektera kring olika elektriska fenomen. Kunskapsutveckling synliggörs när man jämför deras föreställningar om elektricitet då temat hade sin upptakt med deras svar i utvärderingen. De visar förståelse för några betydelsefulla naturvetenskapliga begrepp och symboler och förståelse för hur elektriska saker fungerar i vardagen och att elektricitet kan vara farligt. Arbets sättet har inneburit att de själva fått konstruera och reflektera och genom olika former av kommunikativa samspel, vilka haft fokus på både språk, handling och relation. Det har varit som vi ser det harmoni mellan göra och reflektera under arbetspassen. Enligt vår mening är risken stor att själva görandet tar överhand vid det laborativa arbetet. Det sista uppdraget när de skulle montera in elektricitet i sitt hus lyftes fram av alla elever som extra roligt, på grund av sin friare arbetsform ”för det var både kul, svårt och pyssligt, men mest roligt”. En elev sä-

ger spontant om hela temat; ”Det har varit skitskojigt, skoj, för att man får pröva olika saker”. Ett fåtal elever talar också om att de inte gillar temat och att de varit uttråkade, att ämnet var tråkigt, att elektricitet är onödigt att kunna och de är ointresserad av det. Detta problem får läraren brottas vidare med och försöka få även de mest uttråkade att tycka det är roligt att lära sig naturvetenskap.

### **Sammanfattning**

Elever och lärare trivs med NTA-konceptet. Materialet fyller ett behov och lärare och elever har stora möjligheter att utvecklas inom det. Men det krävs aktiv medverkan från elever och lärare. Eleverna får möjlighet att lära och förstå naturvetenskap och då inte bara faktakunskaper utan också processkunskap och sätt att se, upptäcka och beskriva. De utvecklar sin förmåga att kommunicera naturvetenskap med hjälp av ord och termer. Bilden av eleven som den lille forskaren som själv finner sin kunskap går stick i stäv med våra upptäckter i klassrummet. NTA är inget självgående material. Det behövs en lärare som är aktiv, kunnig och omtänksam och som leder eleven vidare mot nya kunskaper. Utfallet av NTA-arbetet i klassrummet beror på kombinationen elever, lärare och material. En lärare som är påläst, känner till NTA-konceptet, klassrummets ramar och elevernas förmåga har möjlighet att gå sin egen väg igenom materialet. Han/hon väljer vilka uppdrag som passar elevgruppen och de mål som ska uppnås. Läraren finns med som en samtalspartner till eleverna och stöder dem på olika sätt i arbetet och hjälper elever sätta samman sina fragmentariska kunskaper till helheter. Eleverna måste också ges tillfälle till reflektion över det man gjort i uppdraget. Men ibland kan arbetet med ett uppdrag bli för mycket av ”görande” och för lite av reflektion.

Lärarna är positiva till NTA och uppskattar strukturen och utbildningen inom konceptet. Arbets sättet är än så länge styrt av materiel och handledningar. Men på sikt hoppas man oftare kunna lämna temat och ta upp elevernas tankar och idéer.

Eleverna blir nyfikna och intresserade av naturvetenskap. Men det gäller att bibehålla intresset även i år 5 och 6 och när temat inte direkt väcker intresse hos eleverna. Här har lärarna åter en viktig uppgift.

Naturvetenskap ses bland de deltagande lärarna inte längre som lika svårt och besvärligt och synen på området har vidgats. Naturvetenskap är numera inte bara skogen. Många lärare vittnar om att de ändrat sitt sätt att ställa frågor och prata med barnen i klassrummet. De ställer numera fler öppna frågor. Här vill vi dock mana till försiktighet. Alltför öppna frågor och uppmaningar kan vara mycket förvillande för eleverna och här krävs en lärare som kan stödja och summera.

Planeringstiden för lärarna har ökat för de flesta lärare. Men detta anses vara nödvändigt för att anpassa materialet till elevgruppen. Än så länge deltar inte eleverna i någon nämnvärd omfattning i planeringsarbetet men på sikt verkar detta kunna utvecklas när lärarna skaffat sig mer erfarenhet av NTA.

Samarbetet mellan lärarna i arbetslaget verkar också på samma sätt kunna utvecklas på sikt. NTA-konceptet har en utvecklingspotential som vi på sikt anser bättre kan tas tillvara. En mycket viktig del i detta är lärarnas kompetensutvecklingen. Vår uppfattning är att lärarna borde vid sådana tillfällen ges möjlighet att diskutera och lära mer om vad naturvetenskap innebär, vad som är naturvetenskapens ”väsen”.

## Referenser

- Agar, M. (1985). "Institutional discourse", *Text*, 5, 147-168.
- Aikenhead, G. S. (1996). "Science Education: Border Crossing into the Subculture of Science". *Studies in Science Education*, Vol 27, pp. 1-52.
- Andersson, B. (1979). *Elektriska kretsar*. Göteborg: Göteborgs universitet, EKNA-rapport nr 2.
- Andersson, B. (1996). Konstruktivismen-ett sätt att se på lärande och kunnande. I: T. Gin-ner & G. Matsson. (red), *Tekniken i skolan*. Lund: Studentlitteratur.
- Andersson, J. & Lindkvist, J. (2001). Elevers föreställningar om det naturvetenskapliga fenomenet elektricitet. Linköping: 60-uppsats Linköpings Universitet.
- Andrée, M. (2002). "No-ämnet i grundskolan. En explorativ pilotstudie av konstruktionen av innehåll i undervisningen." Paper vid NFPF:s kongress i Tallin 7-10 mars 2002.
- Asplund, J. (1987). *Det sociala livets elementära former*. Korpen, Göteborg
- Bakhtin, M. (1991). *Det dialogiska ordet*. Gråbo: Anthropos
- Bergqvist, K. (1990). *Doing schoolworks. Task premisses and joint activity in the comprehensive classroom*. Linköping: Linköping Studies in Arts and Science.
- Bruner, J. (1996). *The culture of mind*. Cambridge, MA: Harvard University Press
- Buber, M. (1962). *Jag och Du*. Bonniers förlag, Stockholm
- Carlgren, I. (1999). Skolarbete som en särskild slags praktik. I I. Carlgren (Ed), *Miljöer för lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Champagne, A.B., & Klopfer, L.E. (1977). A sixty year perspective on three issues in science education. *Science Education*, 61(4), s. 431-452.
- Clandinin, D. J. (1986). *Classroom Practice. Teacher Images in Action*. London: The Falmer Press.
- Cobb, P. (1994). Constructivism in Mathematics and Science Education. *Educational Researcher*, Vol.23, No. 7, p.4.
- Day, C., Fernandez, A., Hauge, T. E. & Möller, J. (1999). *The Life and Work of Teachers. International Perspectives in Changing Times*. London: Falmer Press
- Dewey, J. (1901/1991). *How we think*. New York: Prometheus Books
- Dewey, J. (1916/1980). *Democracy and Education*. University Press, Carbondale, Southern Illinois
- Driver, R. (1979). *Making sense of secondary science*. London, New York: Routledge.
- Ekstig, B. (1990). *Undervisa i fysik*. Lund: Studentlitteratur.
- Elbaz, F. (1983). *Teacher Thinking. A Study of Practical Knowledge*. London: Croom Helm.
- Elgström, O., Riis, U. (1990). *Läroplansprocesser och förhandlingsdynamik*. Linköping: Linköping Studies in Arts and Science. 52
- Ellström, P-E., Gustavsson, B. & Larsson, S. (red.). (1996). *Livslångt lärande*. Lund: Studentlitteratur.
- Engeström, Y. (2001). Making expansive decisions. In Allwood, C. M. & Selart, M. (Eds.). *Decision Making: Social and Creative Dimensions*. Dordrecht: Kluwer Acad. Publ.
- Eraut, M. (2002). Menus for Choosy Diners. *Teachers and Teaching: theory and practice*. Vol. 8, No. 3/4, pp. 371-379
- Eskilsson, O. (2001). *En longitudinell studie av 10-12-åringars förståelse av materiens förändringar*. Göteborg: Acta universitatis Gothoburgensis.
- Fairclough, N. (1994). *Discourse and social change*. Cambridge: Polity Press.
- Hargreaves, A. (1998). *Läraren i det postmoderna samhället*. Lund: Studentlitteratur.
- Hartman, S. (1995). *Lärares kunskap: traditioner och idéer i svensk undervisningshistoria*. Linköping: Linköpings Universitet, Skapande vetande.
- Hedberg, B. (1981). How organizations learn and unlearn. In Nyström, P. & Starbuck, W. (Eds.). *Handbook of organizational design*. New York: Oxford university press.

- Huberman, M. (1983). Recipes for Busy Kitchens. A situational Analysis of routine knowledge use in schools. *Knowledge: Creation, Diffusion, Utilization*, Vol. 4, No. 4, pp. 478-510.
- Hultman, G. (1998). *Spindlar i känsliga nätverk. Om skolans ledarskap och kunskapsbildning*. Linköping, Skapande Vetande
- Hultman, G. (2001). *Intelligenta improvisationer. Om lärares arbete och kunskapsbildning i vardagen*. Lund: Studentlitteratur.
- Isaacs, W.N. (1993). Taking Flight: Dialogue, Collective Thinking and Organizational Learning. *Special Autumn number on Organizational Learning*, ps 24-39
- Jackson, P. W. (1990). *Life in Classrooms*. New York: Teachers College Press. Först utgiven 1968.
- Jakobsson, A. (2001). *Elevers interaktiva lärande vid problemlösning i grupp*. Malmö: Institutionen för pedagogik. Lärarhögskolan i Malmö
- Jenkins, E.W. (1999). Practical work in School Science. I. J. Leach & A. Paulsen (Eds), *Practical Work in Science Education: Recent Research Studies*, (19-32), Roskilde: Roskilde University Press.
- Johansson, T. & Kroksmark, T. (2000). Teacher intuition – Didactic intuition. I Kansanen. P. (Ed.). *Educational Issues*. Report 211.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning. Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press.
- Lemke, J. (1990). *Talking science: Language, learning and values*. Norwood, N. J.: Ablex..
- Linell, P. (1988). ”The impact of literacy on the conception of language: The case of linguistics.” I R. Säljö (Ed.), *The written world* (41-58). Berlin & New York: Springer.
- Lortie, D. C. (1975). *Schoolteacher: A sociological study*. Chicago: University of Chicago Press.
- Läroplaner för det obligatoriska skolväsendet och de frivilliga skolformerna: Lpo 94*. Stockholm : Utbildningsdepartementet
- Läroplan för grundskolan, Lgr 62, Allmän del* Stockholm: Skolöverstyrelsen.
- Läroplan för grundskolan, Lgr 69, Allmän del* Stockholm: Skolöverstyrelsen
- Läroplan för grundskolan, Lgr 80, Allmän del* Stockholm: Allmänna förlaget
- Marková, I. (1982). *Paradigms, thought, and language*. Chichester: Wiley.
- Millar, R., Le Maréchal, J-F., & Tiberghien, A. (1999). Mapping the domain. I. J. Leach & A. Paulsen (Eds), *Practical Work in Science Education: Recent Research Studies*, (33-51), Roskilde: Roskilde University Press.
- Nielsen, K. & Kvale, S. (2000). *Mästarlära. Lärande som social praxis*. Lund: Studentlitteratur.
- Piaget, J. (1971). *The child's conception of movement and space*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Schoultz, J. (2000). *Att samtala om/i naturvetenskap. Kommunikation kontext och artefakt*. Linköping Studies in Education and Psychology No 67.
- Sjøberg, S. (1997). *Science education, some perspectives from current research and reflection*. Paper presented at OECD-Seminar, Oslo 1997.
- Sjøberg, S. (2000). *Naturvetenskap som allmänbildning – en kritisk ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur.
- Skolverket (1999). *Det öppna lärorummet*. Stockholm: Liber distribution.
- Smith, E. (1995). Where is the mind? Knowing and Knowledge in Cobb's Constructivist and Sociocultural Perspectives. *Educational Researcher*, Vol.24, No. 6, pp. 23-24.
- Solomon, J. (1993). The social construction of children's scientific knowledge. I P.J. Black & A.M. Lucas (Eds), *Children's informal ideas in science*, (1-19), London: Routledge.
- Solomon, J. (1999). Environment in practical work. I. J. Leach & A. Paulsen (Eds), *Practical Work in Science Education: Recent Research Studies*, (60-74), Roskilde: Roskilde University Press.
- SOU 1992:94. Skola för bildning. Betänkande av läroplanskommittén. Utbildningsdepartementet.

- Strömdahl, H. (red.). 2002. *Kommunicera naturvetenskap i skolan – några forskningsresultat*. Lund: Studentlitteratur.
- Säljö, R. (1996). "Mental and physical artefacts in cognitive practices." I P. Reiman & H. Spada (Eds.), *Learning in humans and machines* (ss.284-324).Oxford: Pergamon/ Elsevier.
- Säljö, R. (2000). *Lärande i praktiken. Ett sociokulturellt perspektiv*. Stockholm: Prisma.
- Säljö, R., & Wyndhamn, J. (2002). "Naturvetenskap som språk - Ett sociokulturellt perspektiv på lärande." I H. Strömdahl (Ed.), *Kommunicera naturvetenskap*. Lund: Studentlitteratur.
- Weick, K. E. (1985). Improvisation as a Mindset for Organizational Analysis. In Weick, K. E. *Making Sense of the Organization*. Oxford: Blackwell Business.
- Weick, K. E. & Westley, F. (1996). Organizational Learning: Affirming an Oxymoron. In Clegg, S. R., Hardy, C. & Nord, W. R. (Eds.) *Handbook of Organization Studies*. London: Sage Publ Ltd.
- Wittgenstein, L. (1958). *Philosophical investigations*. (G.E.M. Anscombe, övers.). Blackwell, Oxford
- Vygotsky, L. (1935/1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner och E. Souberman (red.): Harvard University Press, Cambridge, MA
- Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and language*. (A.Kozulin, Trans.) Cambridge, MA: MIT Press. (Original publicerat 1934.)
- Ziman, J (2000). *Real Science. What it is, and what it means*. Cambridge: Cambridge University Press