

EXAMENSARBETE

Våren 2007

Läroarbilden

Gymnasieelevers tankar kring kemiska processer i ett vardagligt perspektiv

Författare

Johan Söderlund

Handledare

Olle Eskilsson

www.hkr.se

Gymnasieelevers tankar kring kemiska processer i ett vardagligt perspektiv

Johan Söderlund

Abstract

I detta arbete belyser jag elevers tankar om fotosyntes och nedbrytning. Syftet är att studera hur elever tillämpar naturvetenskaplig kunskap på vardagsfenomen. Jag studerar hur eleverna använder sitt vardagliga språk och den teori de lärt sig i skolundervisningen. Aktuell forskning på dessa områden presenteras tillsammans med teorier om lärande och analyser och kommentarer till kursplanen.

Intervjuer har genomförts med ett antal elever där undersökningens huvudmål har varit att se hur eleverna utvecklat sin förståelse rörande frågor om fotosyntes och nedbrytning när de gått från grundskolan till gymnasiet samt om vetenskapliga språk förändras i någon utsträckning. Resultatet har sedan jämförts med en nationell utvärdering av skolans naturvetenskapliga undervisning där samma frågor användes.

Det resultat arbetet utmynnat i har gett mig den insikten att elever ofta har mer kunskap än de spontant visar. Detta anser jag är en viktig iakttagelse och hoppas därför kunna dela med mig av denna till andra pedagoger.

Innehåll

1	Bakgrund	7
2	Syfte	8
3	Litteraturfördjupning	9
3.1	Lärande	10
3.1.1	Piaget	10
3.1.2	Vygotsky	13
3.1.3	Ett sammansatt perspektiv på lärande.	16
3.2	Vardagliga och vetenskapliga elevföreställningar	18
3.3	Forskning och undersökningar om elevers förståelse av fotosyntesen och nedbrytningen	20
3.4	Kursplan Gy 2000	29
3.4.1	Kommentarer till kursplanen	29
4	Problemformulering	34
5	Metod	35
5.1	Undersökningsgrupp	35
5.2	Val av metod	35
5.3	Instrument för undersökningen	36
5.4	Genomförande av undersökningen	37
6	Resultat och slutsatser	38
7	Diskussion	47
7.1	Vardag kontra vetenskap	50
7.2	Språkutveckling över tid	52
7.3	Vad kan man då säga om framtiden?	54
8	Referenser	58

1

Bakgrund

Detta examensarbete tar avstamp i de nationella utvärderingar som initierats av skolverket under 1990-talet. Den senaste utvärderingen gjordes 2003. Målet med skolverkets undersökning var att ge en bild av den naturvetenskapliga undervisningen över det senaste decenniet. Då jag 2004 gjorde en undersökning om vilka tankar grundskoleelever har om fenomen rörande fotosyntes och nedbrytning fick jag idén om att jämföra olika åldersgrupper för att se om det är någon skillnad när elever går från grundskolan till gymnasiet med avseende på begreppsuppfattning och eventuella språkliga skillnader.

2 Syfte

Syftet med detta arbete är att studera hur elever tillämpar naturvetenskaplig kunskap på olika vardagsfenomen. Eftersom detta är ett enormt stort område har jag valt att begränsa mig till fenomenen fotosyntes och nedbrytning. Tanken är att se om eleverna utvecklar sin begreppsförståelse med fortsatta studier och använder sig av de ord och teorier som de har tagit till sig i skolans undervisning eller är det så att de har andra förklaringsmodeller. Är det så att eleverna använder ett korrekt vetenskapligt språk i sitt sätt att förklara fenomen i sin omgivning eller har de ett vardagsspråk som ligger skiljt från det vetenskapliga?

Arbetet kommer dessutom att belysa aktuella styrdokument och vad dessa säger om de mål som ska uppnås av alla elever efter avslutad kurs. Forskning om lärande och undersökningar på områdena fotosyntes och nedbrytning ingår som en fördjupning i vad olika forskare runt om i världen bidragit med för att öka förståelsen av elevers begreppsuppfattning.

3 Litteraturfördjupning

Skolans undervisning i naturvetenskap har i stor utsträckning som mål att ge eleverna en bättre begreppsförståelse för att kunna förstå vardagen runt omkring dem. Detta kan ge eleverna ett antal verktyg för att förstå omvärlden. Om detta inte sker kan det bli problem att i framtiden ta ställning i olika frågor, t.ex. frågor om miljö och hälsa. Det finns ett 100-tal kursplanemål som reglerar gymnasieskolans naturvetenskapliga undervisning där stor tonvikt läggs vid begreppsförståelse och teorier vilket kommer att visas lite längre fram i detta examensarbete. Utöver begreppsförståelse finns mål som eleverna ska uppnå när det gäller kunskap om naturvetenskap och för hur eleverna ska kunna använda sin kunskap för att argumentera och ta ställning i samhällsfrågor med anknytning till naturvetenskap (Kursplan 2000 och Kursplan Gy 2000).

I de nya kursplanerna (Kursplan 2000 och Kursplan Gy 2000) har man tre typer av mål: Kunskaper i naturvetenskap (faktamål), kunskaper om naturvetenskap och kunskapens användning, t ex att argumentera och ta ställning i samhällsfrågor med anknytning till naturvetenskap.

Naturvetenskaplig begreppsförståelse och utformandet av olika teorier har gjort att människan kunnat göra stora landvinningar som lett fram till det moderna samhälle vi har idag. Samtidigt är det viktigt att upprätthålla och utveckla dessa kunskaper och teorier eftersom annars skulle kunskapen dö ut och det samhälle vi känner idag skulle falla samman (Skolverket).

Utifrån detta skulle man kunna säga att man bara skulle lära sig det som är nödvändigt för att underhålla kunskapen, men verkligheten har idag massor av problem som måste lösas.

Vetenskapen har gjort otroliga framsteg de senaste 400 åren då atomer, relativitetsteori, evolution och DNA blivit en del av det som idag präglar och påverkar vår vardag i större utsträckning än vad en första betraktelse kanske visar.

Sjöberg (2000) talar om fyra vanliga argument för att undervisa om naturvetenskap:

Naturvetenskap i skolan är motiverad därför att den

- är en lönsam förberedelse för yrke och utbildning i samhället (ekonomiargument)
- är bra att ha för att praktiskt klara av vardagslivet (nyttoargument)
- behövs för en egen åsiktsbildning (demokratiargument)

- är en viktig del av människans kultur (kulturargument)

Sjöberg menar att naturvetenskapen kan betraktas i tre dimensioner, nämligen produkt, process och mänsklig aktivitet. Om man tittar på produktdimensionen så innebär den att man undervisar om forskningens resultat, fakta, modeller och teorier. I processen blir även metoder och historiska utvecklingar viktiga. När man sedan talar om den mänskliga aktiviteten öppnas möjligheten för känslor, rätt och fel samt ett mångkulturellt perspektiv där naturvetenskap bedrivs på alla håll på jordklotet och med tanke på ett genusperspektiv av både män och kvinnor. Vetenskapen kan i många fall vara kontroversiell med etiska problem som gör den till en del av samhället samt vem som ska ha makten över naturvetenskapens resultat.

3.1 Lärande

Det finns olika perspektiv och syn på kunskap, lärande och hur man utformar en lärande miljö i skolan. Jean Piaget (1896-1982) och Lev Vygotsky (1896-1934) har kommit att betyda mycket för pedagogiken i skolan där sedan andra forskare på olika sätt följt dessa pionjärer.

3.1.1 Piaget

Piaget och Vygotsky stod ganska långt ifrån varandra gällande hur lärande och hur elever konstruerar ny kunskap även om de hade vissa gemensamma utgångspunkter. Piaget uppmärksammades relativt sent i de bredare kretsarna beroende på att inlärningsforskningen från 1920-talet och framåt var dominerad av behavioristiska traditioner som letts av till exempel Pavlov och Skinner. Dessa menade att lärandet var en koppling mellan stimulus och respons. Piaget var intresserad av att ta reda på hur vetande och förståelse uppstår och utvecklas och anses allmänt som förgrundsfigur till skapandet av konstruktivismen (Schoultz 2000). Den lärande måste själv vara aktiv och genom detta agerande skapas ny förståelse och kunskap. Elever tolkar omvärlden med hjälp av sina egna teorier. Det som vi hör och ser kommer inte till oss direkt utan passerar och tolkas av våra tidigare erfarenheter vilket gör att olika människor förklarar det de ser och hör på olika sätt. Kunskapen måste bearbetas för att passa in i våra inre strukturer. Piaget menar att kunskapen och idéerna redan finns hos eleven och att det är samspelet med andra som ger en återkoppling och anpassning - adaption. Adaption kan ske på två olika sätt, *assimilation* och *ackommodation* vilket förklaras längre fram. Ny kunskap skapas hos barnet själv genom reflektion eller genom anpassning av omvärlden (Williams, Sheridan, Pramling Samuelsson 2000). I Piagets teorier finns tre

huvudkomponenter, jämvikt genom självreglering, att människan är nyfiken av naturen och idén om tankestrukturer.

Individen strävar efter att komma i intellektuell jämvikt med sin omgivning liksom organismerna i naturen är anpassade att leva i jämvikt med dess omgivning.

Med jämvikt genom självreglering menar Piaget att intelligensen har en känslighet för eventuella störningar alltså att något inte överensstämmer med det förväntade samt att intelligensen genom detta försöker att rätta till en obalans. Ta exemplet när något i undervisningen inte stämmer med elevens föreställning vilket stör jämvikten och då menar Piaget att detta skulle vara en sporre till lärande. Eleven kan då ha en hypotes och en teori om händelseförloppet. Om elevens ide av någon anledning inte stämmer med verkligheten störs jämvikten, vilket Piaget menar ska öka elevens engagemang och intresse för det som läraren har att förmedla (Andersson 2001).

När eleven får ny information förmedlad till sig via kommunikation med en annan person i ett socialt möte kan eleven assimilera detta till sina tankestrukturer dvs. ta in informationen om den passar in utan motsägelser med vad som redan fanns i elevens kunnande. Om det skulle vara så att den nya informationen eller händelsen inte passar i elevens tankeschema så måste tankestrukturen ändras för att det som sker ska passa in, det sker en ackommodation – en ändring av schemat vilket leder till att eleven lär sig något nytt. Assimilation och ackommodation sker samtidigt och kontinuerligt för att behålla jämvikten. Assimilation förstärker och bekräftar det man redan vet, medan ackommodation är utmanande och leder till ny kunskap (Eskilsson 2001).

Denna tanke om jämvikt där det som sker runt omkring är det som sätter igång tankeverksamhet trycker på vad som sker utifrån yttre stimulans. Samtidigt menar Piaget att människan utan att få sin jämvikt rubbad är aktiva i att söka information om vår omvärld, att människan besitter en allmän nyfikenhet som gör att vi vill kunna förstå vår omgivning vilket leder till att vi ofta hamnar i situationer som vi inte kan förklara. Detta gör att den uppnådda jämvikten störs och genom tänkande försöker vi stabilisera obalansen som i sin tur leder till att vi lär oss.

Piaget var biolog i grunden och uppfattade därför intelligensen som en slags vävnad som hjälper oss att vara förberedda på omvärlden. Denna vävnad har då enligt Andersson en slags struktur. Det är först då dessa strukturer är aktiva som vi löser problem, förstår och minns. Det finns alltså inga bilder eller begrepp som är konstanta i vårt medvetande utan bara strukturer som konstruerar förståelse. Enligt Sjöberg (2000) menar Piaget att man bara kan

förstå kunskapens struktur och natur genom att studera hur den utvecklas. Han menar alltså att kunskapen är en struktur, och att det inte blir någon struktur utan en konstruktion.

Andersson beskriver hur Piaget envist och målmedvetet försökte beskriva hur dessa tankestrukturer utvecklades från barndom upp till vuxen ålder. Utifrån att ha undersökt begrepp som tid, rum, sannolikhet, antal och kategorisering framgick det tydligt att barn och ungdomar tänker annorlunda än vuxna. Från att vid födseln ha ett antal givna strukturer som med mognad och utbyte med omvärlden utvecklas till det vuxna synsättet. Tankestrukturer är alltså något som finns från start, det uppstår inte ur tomma intet utan byggs på allteftersom erfarenheterna blir fler.

Detta gjorde att många inom undervisningsväsendet fick upp ögonen för Piagets forskning. Att ställa frågan ”Var är du nu”?, blev en metod för att läraren skulle kunna hjälpa eleven att nå de mål som finns för utbildningen.

Tankestrukturerna har även en koppling till motivationen hos eleven. Det som redan är bekant känns ointressant liksom det som ligger för långt från de tankestrukturer som redan är etablerade hos eleven. Utan det är den information som är lite måttligt ny som kan fånga elevens intresse. Bruner (1970) menar att undervisningen kan liknas vid en spiral där man kan anpassa naturvetenskapens stoff så att man tidigt i skolåldern kan införa ett vetenskapligt tankesystem för att beskriva vardagliga fenomen. Eleverna får då tidigt ett språk som är anpassat till en vetenskaplig undervisning. Andersson (2000) talar om Piagets stadieteori som kortfattat kan beskrivas som att en viss biologisk ålder måste uppfyllas för att eleven ska kunna tänka på ett visst sätt. Barnet genomgår vissa bestämda stadier under sin kognitiva utveckling. Barns och elevers möjligheter att förstå omvärlden är beroende av den neurologiska mognaden, dvs. hjärnans mognad som sker enligt en bestämd succession eller tidsföljd.

Varje stadium kännetecknas av en viss typ av logik som barnet kan uppnå, med andra ord är utvecklingen knuten till vilket stadium som barnet befinner sig i och där elever inte kan lära sig begrepp som tillhör högre stadier. Det var framförallt det högsta stadiet (formella operationsstadiet) som var mest intressant. Här hade eleven möjlighet att förstå och använda modelltänkande, proportionalitet, systematik samt att vara kritisk vilket inte var möjligt i det ”konkreta operationsstadiet”. Andersson beskriver hur elever och läromedel ”Piagetttestades” och visade att det flesta befann sig i det ”konkreta operationsstadiet” vilket visade på en skillnad mellan elever och kursmål. Stadiet begreppet var svårarbetet och gav inte den information som man hade hoppats och det utsattes för mycket kritik eftersom man menar att

det inte är möjligt att generalisera samt att tänkande och inläring inte är fristående från ett socialt sammanhang. Piaget öppnade dock möjligheten att se saker ur ett elevperspektiv. Detta ledde till att man under sjuttioalet började ställa sig frågan om hur elever såg på fenomen som ljus, värme, materiaomvandling, liv och utveckling. Greeno (1997) är en av de många forskare som ser lärandet som en individuell aktivitet där den enskildes tankar och kunnande kan vara nyckeln till en utveckling av undervisningen i skolan genom ökad forskning om problemlösning, undervisningsmetoder, lärande som fokuserar sig på individens lärande. Enligt Sjöberg (2000) har Piagets tankar haft stor påverkan på utvecklingen av skolans undervisning och då framförallt inom den naturvetenskapliga undervisningen där tankarna om aktiviteter och processer som en del i elevers lärande anses vara en av styrkorna hos Piaget. Elevens egenaktivitet i lärandet där själva tänkandeprocessen är viktigare än faktakunskapen dvs. tankearbetet är överordnat resultatet.

3.1.2 Vygotsky

Piaget hade satt individen i fokus, men under senare delen av åttiotalet skulle gamla arbeten gjorda av den ryske psykologen Lev Vygotsky uppmärksammas på nytt efter att under decennier varit bannlysta av sovjetregimen. Detta ledde till omtänkande hos de etablerade forskarna och blev som en nytändning. Vygotsky satte till skillnad från Piaget som hade individen i fokus för sina teorier in eleven i en socialdimension där tänkande utvecklas genom samspel med omgivningen såsom familj, skola, kompisar, stat och kultur. Kort sammanfattat var Piaget intresserad av kunskap skapad av individen medan Vygotsky koncentrerade sig på den sociala delen av det som skulle komma att bidra till lärande.

Vygotsky menar att lärandet först sker i socialt samspel för att sedan bearbetas av individen där språket är verktyget för att kunna tillgodogöra sig ny kunskap samt att i den sociala miljön finns också en samlad kunskap från tidigare generationer genom personer och artefakter - olika typer av redskap.

Eleverna kan enligt Vygotskys teorier endast genom samarbete med andra människor tillägna sig naturvetenskapliga begrepp. Att höra och vara delaktig i andras berättelser, förklaringar och att diskutera gör att eleven kommer in i en viss diskurs som Säljö (1999) definierar som

”det systematiska sättet att använda språket i enlighet med mönster och traditioner som kan vara specifika för ett område eller en verksamhet – en vetenskaplig disciplin eller en speciell sektor av samhället som religion, militär, produktion eller vård” (Säljö, 1998 s 00)

Denna sociala aspekt av lärande får även stöd av Williams, Sheridan och Pramling Samuelsson (2000) som menar att lärandets utveckling styrs av det sociala samspelet, där

diskursen är mekanismen dvs. det som sätter igång lärandeprocessen. Det är alltså fråga om att invaggas i en naturvetenskaplig kultur där social stimulans och egen bearbetning går hand i hand. Säljö (2000) kallar detta ett sociokulturellt perspektiv där individuella prestationer kompletteras av sociala processer där tänkandets utveckling styrs av språket men är trots detta oberoende av varandra vad gäller ursprung och till viss del även utvecklingen. Därför kan man påstå att det vi säger inte tvunget speglar det vi tänker. Det finns ändå en koppling mellan hur vi tänker och det språk vi använder. Vårt inre resonemang eller tänkande styrs av språkets olika kategorier. Tanke och språk stöttar varandra och förfinas i de sociala sammanhangen. Språkets huvudfunktion är att kommunicera. Genom kommunikation utvecklas elevens tänkande via ett egocentriskt språk till eget tänkande, där detta egocentriska språk är en brygga mellan socialt språk och inre språk. Detta egocentriska språk ligger mycket nära bundet till elevens tänkande där framförallt barn pratar med sig själv i dubbel utsträckning för att komma förbi svårigheter och lösa problemet och genom detta menade Vygotsky att lärande och utveckling är kopplat till språket. Även vuxna faller tillbaka i ett egocentriskt språk, som liknar det som barn använder, när de ställs inför ett problem där den stora skillnaden är att vuxna oftast tänker utan att tala högt för sig själv. Barns metod för att skapa begrepp följer ett visst mönster. Först bildas ett ”komplex” som grupperar olika föremål som har något gemensamt enligt vad eleven spontant uppfattar. Dessa komplex utvecklas efterhand där nya kopplingar görs och så småningom börjar begrepp formas där ett begrepp innebär att barnet eller eleven kan generalisera. Gamla ”komplex” byts heller inte ut utan kan förfinas och breddas för att växla över till ett begrepp (Schoultz 2000). Schoultz talar också om lärarens viktiga roll för elevens utveckling där rätt metod ska leda den lärande vidare.

I en lärande situation är det läraren som har den naturvetenskapliga kulturen och eleverna som ska ta den till sig. Vygotsky beskriver att elever tillsammans med en mera erfaren kompis eller annan person kan lösa svårare uppgifter än vad de först visar, vilket brukar kallas zonen för möjlig utveckling – proximala utvecklingszonen, (Säljö 2000) eller ”The zone of proximal development” ZPD och utifrån detta finns det två nivåer hos eleven, dels vad eleven kan klara på egen hand, ”mental age” där den befinner sig just nu i sin utveckling. På nästa nivå – utvecklingsåldern eller utvecklingszonen kan eleven med hjälp lösa mera komplicerade problem som ett resultat av samspel där läraren spelar en stor roll och kan hjälpa eleven i denna utveckling. Förhållandet mellan vad elever kan klara på egen hand och med hjälp av en person som behärskar området kan variera kraftigt, en elev kan ha små framsteg utan hjälp

och med hjälp göra stora erövringar medan en elev som klarar sig bra och har en stor ”mental age” inte kan överträffa den förra efter att de båda fått hjälp av läraren.(Eskilsson 2001)

En annan väldigt central del i Vygotskys teori om lärande genom samspel är mediering som är unik för oss människor. Genom att mediera kan man överföra kunskaper från tidigare generationer via olika hjälpmedel - artefakter som ett stöd för tänkandet. En artefakt kan vara en räknare som hjälp att lösa ett matematiskt problem eller en växt när man talar om vad som gör att växter växer. En annan artefakt som medierar kunskap är språket som är en hjälp för tillägnet av ny kunskap. Säljö (2000) beskriver begreppet mediering där mediering kommer från tyskans ord för att förmedla. Vår omvärld är idag omöjlig att hantera utan olika typer av artefakter, fysiska och intellektuella, som används i vår vardag. De föreställningar och tankar som finns är påverkade av vår kultur och dess redskap. I samhället av idag blir denna mediering av kunskap via artefakter allt mera påtaglig då teknik såsom datorer spelar en allt större roll i sökandet och inhämtandet av kunskap. Även språket har här en central roll att spela då vi lever i ett tidevarv med ökad globalisering där språket medierar omvärlden till oss genom kommunikation som ger nya vägar att förklara olika fenomen och metoder att lösa problem. Flera andra forskare bland andra Wertsch (1991) och Cole (1996) stödjer teorin om att tänkandet inte enbart sker i hjärnan utan även jobbar genom olika typer av fysiska redskap och språkbruk och kan ses som ett sociokulturellt samspel mellan individ, kultur, historia, samspel och sociala möten.

Om samspelet är en av förutsättningarna för lärandet så är diskursen som diskuterades tidigare en avgörande faktor för att innebörd och tankar ska gå att förmedla utan missförstånd.

Schoultz (2000) beskriver hur personer som inte har samma diskurs inte kan förstå varandra fullt ut vilket leder till missförstånd och oförståelse. Varje yrkesgrupp har sitt språkbruk och även no-undervisningen har ett gemensamt språk med vissa bestämda regler som eleverna ska lära sig att hantera, vilket annars kan leda till att ord och termer inte får den betydelse som läraren avser att förmedla. Eleverna byter då inte ut sina gamla sätt att tala om fenomen utan utvecklar de gamla metoderna som även innebär en form av socialisering där språket utvecklas för att kunna anpassas till olika typer av diskurser utanför skolan. Denna socialisering gör att eleven kan förstå och göra sig förstådd oavsett om denne befinner sig hos någon typ av myndighet eller ska diskutera sin idrott med tränaren.

Olika diskurser gör att vi uttrycker oss olika beroende på vilken situationen är. Om vi ska beskriva vad som sker med ett brinnande ljus uttrycker vi oss olika beroende på om det är ett vardagligt eller naturvetenskapligt sammanhang. Östman (1995) talar om hur vi måste behärska en diskurs för att kunna göra oss förstådda där språkanvändningen och kontexten har

en avgörande betydelse för hur pass framgångsrikt mötet ska bli. Andersson (2000) delar denna uppfattning genom att beskriva hur eleverna i skolan kommer i kontakt med redan bearbetade och lösryckta påståenden om hur naturen fungerar. I skolan blir det därför avgörande för förståelsen att eleverna har ett vetenskapligt språk, en diskurs som de behärskar och ett sammanhang, en kontext som gör att vardagliga fenomen kan förklaras och diskuteras vilket leder till en ökad förståelse. Många forskare menar att nyckeln till att lära sig naturvetenskap kräver att man lär sig att tala på ett nytt sätt. Leach & Scott (2003) är några som instämmer i detta påstående när de säger att den lärande rekonstruerar samtal som skett i ett socialt möte till egen och personlig förklaringsmodell av olika fenomen. De betonar även lärarens betydelse för att införa nya begrepp till befintlig kunskap där eleverna görs medvetna om skillnaderna mellan vetenskapliga uppfattningar och de vardagsuppfattningar som finns utanför skolan. Det är inte så att vardagsuppfattningar är något som enbart är ont utan kan ibland användas för att väcka intresse hos eleverna. Anderson, Reder och Simon (1996) menar att undervisningens mål ska vara att engagera och motivera med något som alla har något slags förhållningssätt till och därigenom kan identifiera sig med. Den komplexa verkligheten måste förklaras med en del teoretiska exempel samt konkreta exempel som känns verkliga för den lärande eleven.

3.1.3 Ett sammansatt perspektiv på lärande.

Både Vygotsky och Piaget såg att det var nödvändigt med ett samspel mellan det individuella och sociala. Piaget förnekade aldrig ett socialt sammanhang för kunskapskonstruktion medan Vygotsky inte heller han kunde bortse från det individuella aktiva konstruerandet av kunskap. Schoultz (2000)

Andersson (2000) menar att det synsätt som råder idag är inspirerat både av Piaget och av Vygotsky. Dessa tankar kan ligga till grund för att göra skolans undervisning inom naturvetenskap bättre, där den vetenskapliga tankekulturen kan ett vardagligt tankesystem som grund för fortsatt utveckling. Leach och Scott (2003) skriver att forskningen idag är förskjuten mot lärande i sociala sammanhang till förmån för lärande som något individuellt. Lärandet beskrivs allt oftare som att förståelsen för naturvetenskap ligger i att förstå språket. Detta perspektiv beskrivas som ”socialkonstruktivistiskt” vilket enkelt kan beskrivas som egenkonstruerad kunskap som utvecklas i en social miljö. Det betyder att läraren och eleven

och elever tillsammans med andra elever ska arbeta tillsammans för att uppnå kursplanernas mål. Eleven ska med lärarens hjälp ta steget från en vardaglig till en mera naturvetenskaplig begreppsförståelse.

Med detta tankesätt menar Leach & Scott att läraren måste ha goda ämneskunskaper och förståelse av hur elever tänker och om elevers föreställningar, eleven däremot måste vara aktiv, arbeta och anstränga sig. De två perspektiv som Piaget och Vygotsky representerar har mer och mer blivit något som kompletterar varandra för att förbättra skolans naturvetenskapliga undervisning. Många forskare menar idag att det inte går att se lärandet som socialt eller individuellt. Leach & Scott menar att lärandet utvecklas i samspel mellan individuellt och sociokulturellt perspektiv. Övningar som gjorts i grupp måste bearbetas av individen som tolkar, ordnar och får det att passa in i individens egna tankar.

Piaget var dock medveten om den sociala dimensionen av lärandet. Han ska lite förenklat ha sagt att vi använder våra egna tankestrukturer för att tillsammans skapa något nytt, samt att Vygotsky säger att en individ inte kan vara en passiv mottagare utan måste arbeta individuellt. Sfard (1998) har två olika metaforer för att beskriva dels en individuell syn på lärande resp en social dimension. Elever kan vara ”förvärvande” och passivt ta till sig det som läraren förberett skulle då representera en individuell utveckling. Motsatsen är att vara ”deltagande” där kommunikation mellan lärare som expert på området och eleverna vilket skulle förklara en social konstruktion och samspel för ökad förståelse. Sfard drar slutsatsen att dessa båda tankar bäst beskriver lärandet där det bästa ur varje modell plockas ut för att ge en beskrivning av hur elever förvärvar ny kunskap.

Det förekommer fortfarande diskussioner mellan olika forskare om det är ett individuellt eller socialt perspektiv som bäst beskriver hur lärande sker. Anderson, Reder & Simon (socialt perspektiv eller sociokulturellt) debatterade kraftigt med Greeno (individuellt perspektiv) under senare delen av nittiotalet om de olika modellernas fördelar framför det andra. År 2000 skrev de en gemensam artikel om situationsbundet kontra individuellt perspektiv där de i några punkter beskriver vad de är överens om samt att det krävs ytterligare forskning på området. Båda perspektiven kritiseras för att inte ta hänsyn till stommen i det motsatta perspektivet. De menar att båda modellerna ger viktig information om lärandet och att man bör använda de bästa metoderna ur vart och ett samt att ett individuellt perspektiv inte kan bortse från fördelarna med situationsbunden undervisning och ett socialt perspektiv inte kan förringa det individuella lärandet. Detta kan tolkas som att många forskare idag är överens om att båda metoderna behövs för att förbättra undervisningen.

Problematiken med att elever har parallella förklaringsmodeller av samma fenomen har studerats av Taber (1998) där han drar slutsatsen att elever använder den förklaringsmodell som passar bäst i just den situation de befinner sig i. Det är enligt honom ovanligt att ett förklaringsätt blir det enda som används utan oftast vävs flera förklaringsmodeller samman vilket kan hjälpa läraren att förstå att om det han/hon försöker förmedla inte blir förståeligt så faller eleven tillbaka till de vardagliga förklaringsmodellerna som fanns innan undervisningen. I detta ligger då utmaningen för läraren att övertyga och förklara de vetenskapliga modellerna så väl att eleverna väljer att ha det vetenskapliga tankesystemet.

Såväl Helldén (2000) som Marton (1998) visar hur elever beskriver olika fenomen och utvecklar sitt kunnande på ett vetenskapligt sätt, men till viss del finns även en personlig förklaring som ofta hämtas ur vardagslivet. Lärande kan därför inte enbart beskrivas som socialt perspektiv utan man måste även se till det som händer hos den enskilde och vilka erfarenheter denne har sedan tidigare.

3.2 Vardagliga och vetenskapliga elevföreställningar

Andersson (2000) talar om att elever har vardagsföreställningar om naturvetenskapliga fenomen som skiljer sig från de vetenskapliga.

Tabell 1 Anderssons beskrivning av elevers föreställningar

Vardagsföreställning	Vetenskaplig föreställning
Då man eldar försvinner materia. Bara lite aska blir kvar	Materia (massan) bevaras vid kemiska reaktioner
Atomerna kan "försvinna"	Atomerna bevaras
Värmen försvinner när det blir kallt Luft är luft	Kyla är minskad rörelseenergi Luft består av olika atom- och molekylslag

Utifrån detta menar Andersson är ännu ett bevis på skillnaden mellan elevtänkande och kurskrav, samt att de flesta elever ofta håller kvar vid sina vardagsföreställningar även efter undervisningen.

Under de senaste 30 åren har man inom internationell forskning mer och mer börjat intressera sig för elevers begreppsförståelse och hur de talar om naturvetenskapliga fenomen. Denna forskning (t. ex Andersson, 1999; Driver, Guesene & Tiberghien, 1985) har tydligt visat att

elever före undervisning har vardagsföreställningar som kan vara svåra att ersätta med vetenskapliga förklaringsmodeller. Kunskaper om elevers vardagstänkande kan hjälpa pedagoger att finna rätt nivå och ge idéer för undervisningen. Denna medvetenhet kan göra att man får eleverna att överge sin vardagliga förklaringsmodell för den mera vetenskapliga, och därigenom skapa en atmosfär som inbjuder till nyfikenhet för och intresse för naturvetenskap.

Målet med naturvetenskapen är enligt Sjöberg (2000) att beskriva och förklara hur verkligheten ser ut på ett systematiskt sätt som är fritt från motsägelser. I samhället runt omkring oss finns vardagliga föreställningar om fenomen som inte överensstämmer med de vetenskapliga föreställningarna. Dessa vardagliga föreställningar benämns ofta som ”felföreställningar” på grund av att den vetenskapliga synen oftast tolkas som sanning. Enligt Sjöberg har forskning visat att även vuxna har dessa vardagliga föreställningar. Dessa föreställningar är mycket stabila samt svåra att förändra bara genom några enstaka undervisningstimmar. Då elevernas vardagsföreställningar kommer på kollisionskurs med den vetenskapliga diskurs som skolan och läraren är bärare av uppstår problem. Problemet löser eleverna genom att skapa två parallella typer av förståelse. Skolans kunskap är något som enbart används innanför skolans väggar. I elevens vardag gäller fortfarande de vardagsföreställningar som konstruerats under åren och som fungerat förhållandevis väl.

Eskilsson tar också upp i sin avhandling två perspektiv på kunnande där han skiljer på det barn/elever spontant beskriver och det de säger under ett samtal. Eskilsson menar att genom att ställa följdfrågor till eleverna så får man dem att komma in i en diskurs där de använder, om de får frågor om naturvetenskap, kunskapen de har inom detta område på ett naturvetenskapligt sätt istället för det spontana, oftast felaktiga, vardagliga förklarings sättet. Om elever får en följdfråga på ett spontant svar väljer de nästan alltid att komplettera sitt tidigare svar och ibland helt förändra sitt svar till något annat. Det är i det efterföljande samtalet som eleven utvecklar sitt tänkande. Följdfrågorna skapar en aktiv miljö och en aktiv elev. Följdfrågor gör att eleven utmanas att lämna sin mentala ålder och bege sig ut i utvecklingszonen och presentera ett svar som de inte skulle kunna ha gjort på egen hand.

3.3 Forskning och undersökningar om elevers förståelse av fotosyntesen och nedbrytningen

Björn Andersson har på skolverkets uppdrag arbetat med att sammanställa måluppfyllelsen för grundskolans naturvetenskapliga undervisning över ett tioårigt perspektiv med målet att utveckla elevers begreppsförståelse. Dessa undersökningar gjordes 1992, 1995 och nu senast 2003 för att belysa hur elevers begreppsförståelse utvecklats över tid. Om det skulle vara så att ingen utveckling skett är detta ett problem när man ska försöka förstå sin omvärld. Det nödvändig naturvetenskapliga tankeverktygen saknas vilket leder till svårigheter att ta ställning i olika framtida situationer t.ex. miljöproblematiken. Dessa begrepp och teorier är de som ligger till grund för mänsklighetens stora utveckling och olika landvinningar som också är nödvändiga för vårt moderna samhälle. Skolverkets och Anderssons rapport sammanfattar och analyserar ett stort undersökningsmaterial för att kunna hjälpa läsaren med nya idéer om hur man kan förbättra undervisningen inom naturvetenskap. Om fotosyntes är det framförallt massförändring som jag är intresserad av att få elevernas syn på. Problemet ligger i om de utifrån formeln för fotosyntes, koldioxid + vatten och solenergi som ger druvsocker och syre, kan koppla ihop ett vardagsexempel med den kunskap som de har från skolans undervisning. Är det möjligt för eleverna att se viktökningen som ett resultat av att växten tagit upp en för ögat osynlig koldioxidgas och vatten från marken?

Gällande nedbrytning är det elevernas förklaringar av olika materieomvandlingar samt den bild eleverna har av nedbrytningens gång som är målet med de andra två frågorna i denna undersökning. Organismernas avgörande roll för nedbrytningen är det som jag vill ha deras tankar om, då menar jag de makroskopiska, till exempel dagmaskar och gråsuggor, som står för fragmenteringen och de mikroskopiska, bakterier och svampar, som ligger bakom själva nedbrytningen. Med stort intresse ska jag följa om eleverna kommer att kunna förklara varför komposthögen minskar i storlek och om de kommer att försöka förklara varför komposthögen blir varm inuti?

Den sista av de tre frågorna fokuserar mera på materiebegreppet, då framför allt atomernas bevarande. Här ska eleverna kunna koppla att det organiska materialet förbränns av organismer med hjälp av syre från luften vilket leder till att det bildas koldioxid och vatten. Atomerna från det organiska materialet går upp i luften och blir på så vis osynliga för ögat.

Det som min tidigare undersökning visade var en något ljusare bild av det som Andersson fick fram. Detta kan delvis ha berott på olika metoder där Andersson använder sig av enkäter medan jag sitter ner med eleverna och intervjuar dem. Dessutom användes följdfrågor för att se om eleverna kunde mera än de först visade. Genomgående är det svårt för elever att beskriva saker som sker vilket ögat inte kan uppfatta, och ett etablerat vardagstänkande kan bromsa utvecklingen av ett vetenskapligt förhållningssätt.

Andersson (2005) diskuterar tillväxten hos tallplantor som exempel på fotosyntes.

Följande uppgift användes:

På ett kalhygge planteras små tallplantor. Efter trettio år har de vuxit upp till en stor skog. De vuxna träden väger tusentals ton tillsammans. Varifrån har dessa tusentals ton kommit ifrån? Förklara hur du tänkte!

Denna fråga användes under den nationella utvärderingen under både 1990-talet och 2003.

Andersson kategoriserar elevernas svar i rapporten utifrån hur pass uttömmande de anses vara. Utfallen i de undersökningar som gjorts under detta dryga decennium är ganska likartade men med en svag försämring av elevernas resultat under åren som gått mellan tillfällena. Det är ungefär en fjärdedel av eleverna som enbart svarar att trädet har vuxit. Något flera säger att det endast behövs ”näring” och olika beståndsdelar från marken för att öka massan hos trädet. Det är mycket få, ungefär en a tio, som säger sig se ett samband mellan solen och tillväxten hos träden. Samma storleksordning är det på de av eleverna som ser att luften skulle ha någon betydelse för massökningen. Av dessa ca 15 % är det endast en tredjedel som nämner koldioxid som något växten använder för att växa. Elever som försöker sig på ett vetenskapligt resonemang är ungefär en på hundra. Slutsatsen blir följaktligen att eleverna talar om rätt beståndsdelar men har svårt att se en koppling mellan olika ämnes speciella egenskaper och betydelse för det komplexa system som fotosyntes är.

En av orsakerna till det mindre goda resultatet anser Andersson kan vara att eleverna fastnar i tanken att rötterna är sättet på vilket en växt tar upp materia och därigenom växer. Detta kanske inte är så konstigt eftersom de varit med om att vattna blommor hemma och att vattnet haft en tillsats av ”näring” eller ”gödning” vilket satt fart på växandet. Ett fullt acceptabelt svar skulle vara att känna till grundformeln för fotosyntes och kunna kort redogöra för hur dessa samverkar tillsammans med solljuset och på så sätt ger upphov till massökningen. Detta kräver mycket av eleven som sak redogöra för en kemisk reaktion mellan koldioxid från

luften och vatten från marken där koldioxid har massa trots att den är osynlig. Att det skulle vara rötterna som tar upp materia anser Andersson vara en vardagsuppfattning som kan leda till minskade chanser att ta till sig skolans undervisning på ett tillfredställande sätt. Det beror på att eleverna saknar ett vetenskapligt tankesystem och istället använder sitt vardagstänkande för att beskriva det givna problemet.

Skillnaden mellan det som anses vara vardagligt- respektive vetenskapligt tankesystem är något som Andersson lägger stor vikt vid. Se exempel i tabell 1

Tabell 2 Anderssons beskrivning av tankesystemen

Vardagligt tankesystem	Vetenskapligt tankesystem
Gränsen mellan materia och ickemateria (energi) är diffus. Gaser kan vara icke materiella och ljus och värme materiella.	Gränsen mellan materia och energi är tydlig i klassisk fysik. Gas är materia samt ljus och värme energi.
Materia uppfattas makroskopiskt. Nya ämnen bildas genom blandningar och transmutationer. Materia kan uppstå och försvinna (bevaras inte).	Materia uppfattas atomärt. Det finns cirka 100 atomslag. Dessa bevaras vid kemiska reaktioner, dvs. massan bevaras. Nya ämnen bildas genom att atomerna arrangeras om.
Energi kan uppstå och försvinna	Energien bevaras

I ett vardagligt tankesystem är det i vardagen som eleverna möter de olika problemen, det lyckas inte förklara vad som händer och därför stannar vid vad de ser. I ett mera vetenskapligt tankesystem försöker eleverna förklara vad som händer utifrån den vetenskapliga förklaringsmodell som är aktuell.

I skolundervisningen blir eleverna presenterade för följande formel när fotosyntesen introduceras: koldioxid + vatten (+ljus) ger socker(druvsocker) + syre.

Eleverna saknar här ett vetenskapligt tankesystem och kan inte omsätta informationen till förståelse, menar Andersson. Formeln enligt ovan innehåller materia och ickemateria. Koldioxid och vatten har en massa vilket ljuset saknar. Ljuset är energi, det vill säga ickemateria. Atomerna som finns till vänster i formeln finns också till höger. Massan och atomerna bevaras. Det vardagliga tankesättet att gaser såsom koldioxid är ickemateria,

eftersom det inte syns med blotta ögat, gör det omöjligt för eleverna att förstå viktökningen hos växten. Det är enligt Andersson nödvändigt att ha ett vetenskapligt tankesätt för att få en förståelse av fotosyntesen. Mycket av den problematik som ligger vid introduceringen av just fotosyntes, materia/ickemateria ska visa sig ligga kvar även då eleverna lämnat grundskolan för gymnasial utbildning och haft möjlighet att studera ytterligare, samt att med ökad mognad kunna ta del av den debatt som råder.

Anderssons resultat får stöd av andra forskare som ser liknade svarsutfall där Simpson & Arnold (1982) har tittat på elevers föreställningar om livsvillkor för växter. De har arbetat utifrån tre åldersgrupper: en grupp på 11 år, en grupp med 12-14 åringar och en grupp med 14-16-åringar.

Gruppen med 11-åringar ansåg att växterna levde och behövde mat som kom från marken runtomkring, luft var något som inte behövdes förmodligen därför att elever i ett vardagligt tankesystem inte kan se att växter andas. Gällande 12-14-åringarna var det fortfarande omkring 50 % som menade att "näringen" dvs det kolhydrat som växten lagrar för att växa skulle komma enbart från jorden trots att de fått undervisning om cellandning och fotosyntes. Slutligen i gruppen med 14-16-år, och här ska det nämnas att dessa även läst en extra kurs i biologi, är det fortfarande 30 % av de tillfrågade eleverna som ser jorden som den huvudsakliga källan för massökning. Här är det knappt hälften som med precision kan beskriva att kolet tas in till växten från luften, alltså att kolföreningen befinner sig i gasfas. Detta resultat kan ge en liten föräning om hur svårt det är för elever att beskriva hur olika ämnen och beståndsdelar samverkar på molekylnivå för att ge det som syns i ett makroperspektiv.

Helldén (1992) hänvisar i sin avhandling "Grundskoleelevers förståelse av ekologiska processer" till en undersökning gjord av Russel & Watt (1989) där barn i åldrarna 5-11 år får svara på frågor rörande ekologiska begrepp. Barnen menade att en växts tillväxt kunde beskrivas som att växten bara vecklar ut olika växtdelar. Bara några enstaka barn såg att det kunde vara något från omgivningen som växten utnyttjade för att växa. Några av barnen ansåg att tillväxten berodde på att växten sträckte på sig för att få plats med mat som den skulle äta.

De flesta 9-11 åringar anser att växten behöver vatten, jord och sol för att kunna leva. När det gäller de något yngre barnen var det få som nämnde samtliga som ett måste för växtens existens. Många ur denna grupp av elever såg t.ex. jorden enbart som stöd för växten.

Eleverna tänker sig att människor och djur får sin näring eller energirika föreningar genom att äta mat. Det kan därför bli svårt att se hur växten kan skapa sin egen näring inuti sig själv, vilket den gör via fotosyntes där ljuset spelar en avgörande roll. Eleverna anser att ”maten” till växten kommer utifrån, inte att den själv producerar den. Detta kan vara förklaringen till vardagsföreställningen som många elever har att växten ”suger” i sig det den behöver med roten. Simpson & Arnold säger att denna vardagsföreställning finns i barnens tanke-system parallellt med den vetenskapliga förklaringen. Även Andersson tar upp denna problematik där han menar att det vardagliga förklarings sättet kan vara hämmande för att i framtiden kunna ta till sig skolundervisningens budskap och därigenom förklara fenomenet på ett vetenskapligt sätt.

I följande fråga fokuseras på vad som händer i en kompost. Andersson (2005)

”Malin lägger en mängd gräsklipp och löv i en stor hög i trädgården (en så kallad komposthög). Ganska snart märker hon att högen blivit varm inuti. Efter en tid har högen minskat i storlek. Förklara så noga du kan vad som hänt med högen!”

Resultatet på denna fråga ändras inte till det bättre under någon av Anderssons undersökningar över den 10 års period som detta pågick, snarare märktes även här en försämring med ett antal procentenheter. Denna fråga har elever svårt för att förklara då Andersson får att dryga 10 % inte kan svara alls. Hälften av eleverna använder ord som ”DET RUTTAR; MULTNAR; BLIR JORD” utan att försöka sig på en förklaring. Knappa tio procent kan under -92 och -95 se att det skulle vara mikroskopiska organismersåsom svampar och bakterier som deltar i nedbrytningen, medan ungefär 15 % stannar i vad de kan se med sina ögon och förklarar ur ett vardagsperspektiv att det skulle vara makroskopiska organismer som maskar och skalbaggar som står för nedbrytningen. Undersökningen 2003 visar att det nu är cirka en tredje del som talar om makroskopiska organismer oftast mask och insekter som bryter ner högen och detta tror Andersson beror på att kompostering blivit vanligare i hushåll och på skolor. Ungefär 15 % av eleverna försöker sig också på en förklaring till varför högen blir varm. Endast några få procent av dessa använder sig av en vetenskapligt korrekt förklaring om att det skulle vara den energi som alstras av nedbrytarna som gör att komposthögen blir varm. Svårigheten när det gäller nedbrytning är att det är en komplicerad process som kräver begrepp från fysiken, kemin och biologin som samverkar för att ge en övergripande struktur. Organiskt material bryts ner av makro- och mikroorganismer i olika

kemiska processer vilket avger energi. Av dessa processer blir det koldioxid och vatten som slutprodukt vilka avges till luften runtomkring och mineralämnen som ”stannar kvar” och den totala massan bevaras. Att materia skulle kunna anses försvinna kan förklaras genom att det förvandlas till osynlig gas. Av svaren att döma menar Andersson att eleven måste besitta ett vetenskapligt tankesystem för att kunna förstå undervisningen och därigenom kunna använda sig av kunskaperna för att kunna lösa uppgifter som denna. Man måste kunna följa atomerna för att kunna hålla reda på de olika reaktionerna i systemet. En annan viktig stötesten är enligt Andersson begreppet gas. Både inom nedbrytning och inom fotosyntes är osynliga gaser närvarande. Denna osynlighet hos gasen kan lätt göra att eleven tror att materia bara uppstår eller försvinner. Andersson har myntat uttrycket, ”gasblinda”, för att beskriva hur eleverna tolkar situationen. Denna ”gasblindhet” är i sin tur hämmande för förståelsen beträffande organismernas gasutbyte med omgivningen. Andersson menar att det bästa sättet att undvika detta skulle vara ett lämpligt naturvetenskapligt lärande.

Anderssons beskrivning av ”gasblindhet” menar han kan härledas tillbaka till Aristoteles och de gamla grekerna. Dessa framstående tänkare ansåg liksom många elever i skolan idag att maten till växterna kommer från marken och tas upp av rötterna. Det moderna gasbegreppet, formulerades först under 1700-talet. Aristoteles hade inte heller, vilket elever i dagens skola har, tillgång till forskning om kemiska reaktioner och grundämnen. Även om denna kunskap nu finns i världen i form av böcker, olika artefakter och ärvd kunskap så är den inte allmänt rotad hos eleverna. Av de svar som Andersson analyserat är det som tidigare nämnts endast en av hundra som har ett vetenskapligt förklaringsätt när de ska formulera ett svar på de givna frågorna.

Helldén (1992) refererar i sin avhandling till Smith och Anderson (1986) som har studerat elevföreställningar om materians kretslopp i en grupp på 223 tolvåringar. I denna studie har man för avsikt, precis som Anderssons, att se om de tillfrågade kan se att det är nedbrytare som omvandlar döda organismer till koldioxid, vatten och mineralämnen. Visserligen är målgruppen betydligt yngre än de jag har med i min undersökning, men det kan vara intressant att se vilken bild de har av fenomenet och resultatet kom att förvåna mig när jag jämförde med vad elever som slutat grundskolan hade att säga om detta. Om inte denna bild ändras under skolgången betyder det ju att det är samma bild de har när de kommer upp i gymnasieålder. Resultatet som Smith och Anderson fick fram med sin undersökning är i linje med vad Björn Andersson kom till med sin undersökning.

I en tredje fråga i nationella utvärderingen diskuterar Andersson (2005) partikelbegreppet i anslutning till kemiska reaktioner som sker när ett vilt djur ruttar. Han använder då följande fråga:

”Tänk på ett vilt djur i skogen. Det består av många atomer. Djuret dör och det börjar ruttna. Vad händer med atomerna när djuret ruttar och till sist inte syns alls? Förklara hur du tänkte!”

I denna fråga är uppgiften att kunna följa ett kretslopp där organismer är kemiska system och att atomer bevaras vid kemiska reaktioner.

Ett exempel kan vara kolatomen som ingår i en koldioxidmolekyl, som tas upp av en växt och med hjälp av solljus i fotosyntesen bildar kolhydrat. Detta äts kanske av ett djur och omsätts i förbränning och blir åter en del i koldioxid som djuret andas ut. Detta är även ett exempel på ”kolets kretslopp” där man bör säga kolatom före bara kol för att inte eleverna ska förväxla med den svarta kolbiten som finns i grillen på sommaren. Ett önskvärt svar på denna fråga menar Andersson skulle vara att eleverna svarar med egna ord att olika kemiska processer och förändringar sker vid nedbrytning av djuret vilket leder till att de flesta av atomerna återfinns i koldioxid och vatten som lämnar djuret som gaser. En del av de återstående atomerna finns i olika mineralsalter som också bildas. Dessvärre är det så att eleverna resonerar på ett annat sätt. Det är endast omkring 5 % av eleverna som har ett kretsloppstänkande i sin förklaring. Under 90 – talet var det ca 26 % som menade att atomerna inte bevaras medan under 2000 – talet har denna siffra sjunkigt något vilket Andersson ser som ett resultat av en ökad miljömedvetenhet – ingenting försvinner. Att atomerna bevaras och finns kvar i miljön är något som ungefär 40 % av eleverna tycker sig se. Denna siffra är relativt konstant genom åren. Man kan dock se en viss förbättring av dem som ger konkreta svar utan att nämna atomer. Däremot har det blivit en försämring med avseende på antalet som inte ger något svar överhuvudtaget. 1992 var siffran 21 % som sedan ökat till 34 % 2003. Att förstå ett kretslopp är att förstå materiens olika förändringar. Ett för ögat synligt djur förändras till osynlig gas. För att kunna förstå detta menar Andersson att eleverna måste ha ett atomtänkande, att allt består av atomer, vad gäller levande och icke levande materia och att deras ”gasblindhet” byts mot det vetenskapliga sättet att förklara fenomenet.

Leach (1995) visar i en undersökning att barn i åldrarna 5 – 10 år inte kan se en gas som materia och att nedbrytning skulle kunna orsakas av organismer. Vissa barn kunde inte föreställa sig att det skulle finnas djur som är så små att man inte kan se dem med nakna ögat.

Denna problematik hänger kvar upp i 14-16 års ålder. Elever har även svårt att generalisera svaret på ett problem till att gälla i andra liknade situationer. Elevers "missconceptions" eller föreställningar kan leda till att eleverna lever med en helt felaktig bild av vad som verkligen sker. I en sammanfattning av ett flertal forskningsrapporter världen över skriver Andersson (1990) om elevers vardagsuppfattningar av olika fenomen i vilka materien spelar en central roll. Detta är av visst intresse för mig som författare av den anledningen att tankar om materiens förändring och bevarande är nödvändig för elever att skapa sig en egen bild av fenomenen för att de ska kunna svara på de frågor som detta arbete ställer dem inför. Har eleverna ett felaktigt materiebegrepp kan detta göra att de inte kan svara acceptabelt på de frågor som ställs. Följande exempel ska på ett enkelt sätt beskriva hur elever kan beskriva olika fenomen i sin omgivning. Exempelen är indelade i fem kategorier med exempel som ger läsaren en förklaring på vad som menas.

1) Materia försvinner

Vatten som spills ut på t.ex. diskbänken på kvällen försvinner under natten...

2) Materia förflyttas

Vattnet på diskbänken försvinner på grund av att det "sjunker" ner i diskbänken.

3) Materia modifieras

Ämnet är sig likt, men dess egenskaper förändras. När fosfor brinner i en sluten behållare övergår det till en annan form av fosfor, för vikten är ju densamma.

4) Materia transmutteras.

Vatten förvandlas till luft vid kokning

5) Materia reagerar kemiskt

Bubblorna i en kastrull med kokande vatten innehåller syre och väte, som bildats av vatten. Elevföreställningarna som presenteras ovan innehåller vetenskapliga felaktigheter. Vatten som spills på diskbänken varken försvinner eller sjunker in utan vätskan övergår till gasfas. Modifieringen innebär en oxidation där syret efter reaktionen bidrar till att vikten är densamma. Under transmutteringen, när vatten övergår till gas, förvandlas inte vatten till luft

som eleverna kan ha en bild av, utan vatten som vätska blir vattenånga. Det är denna vattenånga som bubblorna i kokande vatten består av, och inte syre och väte.

I en rapport från Andersson (2000) redovisar han också ett antal undersökningar som rör elevers förklaringar av förlopp, som innebär kemisk reaktion. I den stora mängd av elevsvar som han undersökt från olika forskningsresultat världen över kan han urskilja fem kategorier som presenteras tillsammans med ett exempel:

1. ”Det bara blir så”

”Det blir rost.” ”Koppar har ärgat”

2. Förflyttning

Vatten passerar genom kärlet.

3. Modifiering

Is är inget nytt ämne utan fruset vatten. Egenskaperna har förändrats.

4. Transmutering

Bensinen förbrukas i bilen och försvinner. Bara en liten del av bensinen blir avgaser.

5. Kemisk reaktion

Kemiskt acceptabla svar på testfrågor.

Om man studerar dessa fem kategorier ser man att den sista kategorin innefattar elever som ger ett kemiskt acceptabelt svar då eleven svarat rätt på en testfråga som rör kemisk reaktion. Enligt Andersson (2000) är det däremot inte många elever som gör detta. Den tydliga bilden är istället att eleverna har svårt att se att två ämnen som kommer i kontakt med varandra kan reagera så att ursprungsmännen försvinner och ett helt nytt ämne bildas. Eleverna menar att ämnena bara finns där antingen före eller efter. För att förklara fenomen som berör kemisk reaktion måste eleverna därför använda sig av modeller som innebär att ämnen förändras skilt från varandra, vart och ett för sig. Förflyttning, modifiering och transmutering är sådana modeller. Eskilsson och Holgersson (1999) utökar i sin studie Anderssons kategorier med en kategori som innebär ”tecken på kemisk reaktion”.

3.4 Kursplan Gy 2000

I den analys av kursplanerna som följer kan man notera att mer än hälften av kursplanemålen som styr gymnasieskolans naturvetenskapliga undervisning innefattar kunskap om begrepp och teorier.

I kursplan 2000 (Skolverket, 2000) finns de övergripande målen med skolans undervisning i naturkunskap A. Vissa av de elever som intervjuades hade även läst biologi A och därför kommer vissa mål ur de olika kurserna som ligger inom de olika arbetsområdena att citeras och belysas. Till varje kurs finns det en kursplan, som anger målen som undervisningen ska uppnå. Dessutom finns betygskriterier till varje kurs, som anger vilken kunskapsnivå som eleven ska uppnå för betygen Godkänd, Väl godkänd och Mycket väl godkänd. *Ämnets syfte, Mål att sträva mot, Ämnets karaktär och uppbyggnad och Mål som eleverna skall ha uppnått efter avslutad kurs* är de ”fyra ben” på vilka både naturkunskapen och biologin vilar. Eleverna har i läroplan och kursplan stort inflytande över innehåll och uppläggning av undervisningen, med valbara kurser och inriktningar samt den allmänna skolsituationen.

3.4.1 Kommentarer till kursplanen

3.4.1.1 Ämnets syfte

I naturkunskap beskrivs *Ämnets syfte* som att det ska beskriva och förklara vår omvärld på ett naturvetenskapligt sätt. Eleverna ska få en insikt i vetenskapens resultat samt i arbetssättet som lett fram till samhället av idag. Stor vikt läggs vid att eleverna ska få tillräckliga naturvetenskapliga kunskaper för att kunna ta ställning i olika frågor som påverkar oss och samhället som t.ex. hållbar utveckling och energifrågor.

För biologin är syftet att bredda naturvetenskapligt kunnande och har delvis samma syfte som naturkunskapen men något mera specifikt. Hållbar utveckling, biologisk mångfald och olika organismers livsvillkor är även dessa gemensamma. I Biologiämnets syfte betonas vikten av kunskaper om släktskap, evolution och olika kretslopp för en ekologiskt hållbar utveckling. Kunskaper och färdigheter ska finnas för fortsatta studier inom naturvetenskap och andra ämnesområden.

3.4.1.2 Mål att sträva mot.

Inom naturkunskap och biologi ska man sträva mot att ha kunskap om universums, jordens, livets och människans utveckling och ha insikt i hur materien och livet studeras på olika trofiskanivåer som innebär att fisk och havsörn tillhör olika trofinivå men ingår i samma näringsväv. Att tänka i ett stort perspektiv eller i ett litet perspektiv, det vill säga i makro- eller mikrokosmos, kräver att man har goda faktakunskaper om materians byggnad. Eleverna skall ha kunskap om naturliga kretslopp och om energins flöde genom olika naturliga och tekniska system på jorden. Om detta mål uppnås betyder det att eleverna bör kunna förklara fotosyntesen, som i allra högsta grad är ett energiflödande naturligt system, och nedbrytningen som är ett naturligt kretslopp där materia och energi omorganiseras för att kunna tillgodogöras på andra trofiskanivåer.

Naturkunskapen ska utveckla elevernas möjlighet att beskriva och förstå den komplicerade omvärlden genom att ta till sig ett naturvetenskapligt språk och förstå olika begrepp. Detta kan då kopplas till den undersökning som jag gör där just språket och förståelsen av olika fenomen i förhållande till varandra blir avgörande för att kunna förklara fotosyntes och nedbrytning. Eleverna ska kunna utveckla ett hållbart kretslopps tänkande och förståelse för olika ekologiska samband för att minska människans miljöpåverkan. Dessa mål beskriver samtliga tre frågor som jag ställt till eleverna där samverkan mellan organismer är något som betonas vilket direkt kan kopplas till nedbrytning och sambandet producent→konsument→nedbrytare där förståelsen av fotosyntes och nedbrytningsprocesser och en medvetenhet om olika gaser i atmosfären.

I biologi strävar man efter att elever ska kunna utforska och förklara biologiska fenomen i sin omvärld, att undervisningen kopplas till det som känns nära och något som inte är abstrakt. Detta tolkar jag som att det är viktigt att kunna titta ut genom fönstret och kunna förklara hur växter utanför fönstret ingår i ett kretslopp med tillväxt, förökning och nedbrytning. Vidare beskrivs hur elever ska kunna formulera och förstå olika biologiska frågeställningar samt att analysera, värdera och kunna ta ställning i olika frågor som ställs. Målen för både biologi och naturkunskap kan sammanfattas som att eleven ska kunna se det enskilda begreppet i ett större ekologiskt perspektiv, samt individens bidrag till helheten och att eleverna utifrån sin kunskap kan förklara naturens fenomen. Det är genom olika experiment och observationer som eleven kan förklara och förstärka sin tilltro till den rådande naturvetenskapen.

3.4.1.3 Ämnets karaktär och uppbyggnad

Naturkunskapen har en viktig roll i att förklara och beskriva dagens teknologiska och naturvetenskapligt baserade samhälle. Detta gör att varje individ är beroende av kunskaper i naturvetenskap för att kunna möta de krav som samhället ställer beträffande energi, miljö, kretslopp och olika resursfrågor samt att den snabba utvecklingstakten ständigt ger upphov till nya frågeställningar. Dagens naturvetenskap är idag mycket specialiserad, men detta utesluter inte tvärvetenskap för att lösa olika problem. Just naturkunskapen är ett ämnesövergripande ämne som kan betraktas ur många olika perspektiv. Centralt för ämnet är livet, materiabegreppet och energi där just de tre frågor som jag valt att använda kan kopplas till dessa ämneskaraktärer. Naturkunskapen tar avstamp i elevernas tidigare kunskaper och erfarenheter och vilka kunskaper som grundskolan eller motsvarande förmedlat. Kursen tar främst upp miljöfrågor, men även frågor kring ekologi, kretslopp, energi- och resursanvändning diskuteras och behandlas.

Biologin som är läran om livet, dess uppkomst, evolution, former och förutsättningar behandlar mina tre frågor ur många olika synvinklar. Liv kan beskrivas som olika nivåer där en högre nivå beskriver en mera avancerad struktur. Där den lägsta nivån kan vara atomer eller molekyler och de högsta är komplicerade växter och djur i ett ekosystem där kretsloppet återför materia till lägre nivåer. Till varje nivå kan ställas olika frågor och samband kan diskuteras. Undervisning i biologi ger möjligheter att utveckla ett naturvetenskapligt tankesystem och att eleverna stärker sitt naturvetenskapliga arbetssätt. Biologin redovisar naturvetenskapliga teorier om livets uppkomst och utveckling där just tillgodogörandet av solens energi står som en av livets förutsättningar. Artsammansättningen i ett ekosystem där växter och djur liksom de små mikroorganismernas beteende och samverkan belyses utifrån ett evolutionärt perspektiv.

Grundskolans biologiundervisning har givit eleverna möjligheten att komma i kontakt med många av de områden som studeras på gymnasiet. Biologiundervisning på gymnasiet innebär en breddning och fördjupning av dessa kunskaper.

I kursplanen (2000) står det att läsa:

”Biologiämnet introducerar ekologins begrepp och ger en bild av organismernas samspel med varandra och med sin omgivning. Ämnet omfattar bl.a. kunskap om delsystem som producenter, konsumenter, nedbrytare

och råmaterial samt om dynamiska processer i ekosystemet som energins flöde genom systemet och materians kretslopp. Studier av enskilda organismer, populationer och samhällen utgör grunden för detta. Biologiämnet presenterar den biologiska vetenskapens sätt att ordna och systematisera naturens mångfald. Grundläggande utgångspunkter är teorier om ekosystem och evolution, liksom artkunskap och kunskap om växters och djurs livsbetingelser och inbördes relationer”

Mål som eleverna skall ha uppnått efter avslutad kurs.

De mål inom både biologi och naturkunskap som känns relevanta för mitt arbetsområde presenteras nedan.

Naturkunskap:

Eleven skall:

a/ ha fördjupat sin kunskap om ekosystems struktur och dynamik samt betydelsen av biologisk mångfald.

I detta mål kommer återigen vikten av ett hållbart tankesätt där alla ekosystem på jorden är beroende av att på olika sätt tillgodogöra sig energi, främst från solen och då genom de gröna växternas fotosyntes.

b/ kunna beskriva naturliga kretslopp och av människan skapade materia- och energiflöden samt ha förståelse av termodynamikens lagar

Olika energiflöden kan vara det som beskrivs när solljus omvandlas till kemisk energi som sedan kan överföras mellan olika trofiska nivåer och olika typer av ekosystem.

Materiabegreppet innefattar atomens oförstörbarhet och att ingenting försvinner utan omvandlas och används till att bygga upp nya ämnen och organismer.

c/ ha kunskaper om livsstilens betydelse för miljön och en hållbar ekologisk utveckling.

Att människan är medveten om sin påverkan på naturen är något som återkommer i alla mål och syften. Att inte påverka naturen på ett sätt som gör att kommande generationer inte kommer att kunna tillgodose sina behov. Detta kan betyda att ett så litet steg som att sortera sina sopor och att ha en kompost i trädgården kan vara en bidragande orsak till om samhället ska kunna ställa om till hållbar utveckling. Att öka intresset och förståelsen anses vara nyckeln till detta, då kan det vara avgörande att man förstår materiens olika omvandlingar och hur det går till när ämnen omsätts i olika kretsloppsliknade system.

Biologi:

Eleven skall

a/ ha kunskap om struktur och dynamik hos ekosystem

Här beskrivs att eleven ska utveckla kunskap om olika livsformer och deras betingelser samt utveckla kunskap om organismernas samspel med varandra och med sin omgivning.

Det innebär kännedom om några av jordens ekosystem och hur organismers samverkan kan beskrivas i ekologiska termer och även insikt i fotosyntes och förbränning samt vattnets betydelse för livet på jorden.

Att kunna ge olika exempel på kretslopp och anrikning i ett ekosystem hjälper oss att förstå att vi är en del av något större.

b/ ha kunskap om människans förhållande till naturen

Eleverna ska också utveckla kunskap om biologins betydelse för människans sätt att använda sig av naturen, uppleva naturen och beskriva den. Med detta menas att man kan se skolämnet biologi i ett verkligt sammanhang med exempel som känns nära, som berör och väcker känslor.

c/ ha kunskap om betydelsen av organismers beteenden för överlevnad och reproduktiv framgång

Att ta till sig kunskap om olika livsformer och deras betingelser samt utveckla kunskap om organismernas samspel med varandra och med sin omgivning kan kopplas till det avancerade systemet att använda en osynlig gas och vatten och med hjälp av solens strålar skapa energi som de flesta av alla levande organismer är beroende av.

d/ ha kunskap om naturvetenskapliga teorier rörande livets uppkomst och utveckling

Livet började i haven för många miljoner år sedan. Ett steg för att kunna utvecklas var att kunna tillgodogöra sig olika typer av energi. Solen tillhandahåller obegränsad mängd energi om man vet hur den ska tillvaratas. Detta skedde genom fotosyntes. Nästa steg blir att erövra land och detta skulle komma att påverka såväl landytans- som atmosfärens sammansättning.

4 Problemformulering

Jag har som mål att studera hur eleverna använder sina kunskaper i naturvetenskap utifrån en socialkonstruktivistisk syn på lärande som belystes i litteraturfördjupningen när de ombeds att förklara vardagliga händelser inom områdena fotosyntes och nedbrytning som sedan kommer att jämföras med tidigare forskning på området då fråga ett och i viss mån fråga två kan anses vara normativa.

De problem som jag vill studera kan sammanfattas i följande frågor:

1. Vilka skillnader är det mellan grundskole- och gymnasieelevers sätt att besvara naturvetenskapliga frågor, i en vardaglig situation, från grundskole- till gymnasienivå?
2. Hur skiljer sig elevernas spontana svar, med tanke på ett naturvetenskapligt synsätt, från vad eleverna svarar efter följdfrågor?
3. Hur förändras det naturvetenskapliga språket i elevsvaren med en stigande ålder?

5 Metod

5.1 Undersökningsgrupp

Min undersökningsgrupp består av tjugo gymnasieelever som går andra året med inriktningarna Samhällsprogrammet, NV-programmet samt Industriprogrammet. Jag hade förmånen att få besöka tre olika skolor med olika inriktningar vilket ökar diversiteten men gemensamt är att alla läst Naturkunskap A och dessutom har en del även läst Biologi A. Inledningsvis frågade jag vilka av eleverna i respektive klass som var intresserade av att delta i min undersökning samt vad undersökningen syftade till. Jag förklarade vad intervjun skulle resultera i samt att allt de sa var anonymt och att de hade möjligheten att hoppa av om de så kände. Jag lottade sedan fram ca fem elever från varje klass av dem som frivilligt visat intresse för att delta i undersökningen.

5.2 Val av metod

Om man är intresserad av vad en grupp av människor har för tankar om vissa saker finns det två grundläggande undersökningsmetoder att tillgå: kvantitativa - respektive kvalitativa undersökningar eller en kombination av båda. (Patel & Davidson, 1994)

En kvantitativ utgångspunkt innebär att svar poängsätts, siffror registreras men inte känslor vilket gör att den inte går på djupet fullt lika mycket som ett kvalitativt angreppssätt. Det ger inga insikter om attityder, motiv, sammanhang eller intryck. Data samlas ofta in genom att ett formulär med frågor fylls i där det oftast är förbestämda svarsalternativ eller bestämda avskolor inom vilket svaren skall anges. Om poängsummor relateras till varandra kan man få reda på att en elev, klass, skola vet mer eller mindre än andra elever, klasser, skolor eller till och med skillnader mellan olika länder vilket kan vara av visst intresse samt att dessa poängtal kan användas i olika typer av statistiska analyser. En stor fördel med just kvantitativa undersökningar är att många människors åsikter kan undersökas med relativt liten arbetsinsats, och det innebär att de kan göras till en lägre kostnad. En nackdel är att det är svårt att verifiera svar och ställa kompletterande frågor.

Andersson, Emanuelsson & Zetterqvist (1993) beskriver utifrån sin erfarenhet att kvalitativa metoder såsom kategoriseringar är att föredra eftersom det kan ge den intresserade läsaren

mera information om elevers kunskaper samt på vilket sätt de beskriver ett begrepp rent språkligt.

Jämför följande två exempel:

- I skolår 9 har elever i kommun Y i medeltal 5 poäng på ett test i biologi. I åk 3 på gymnasiet är resultatet 10 poäng på samma test.
- I skolår 9 tänker sig elever en källa - förbrukningsmodell för att beskriva materia. De tänker att atomer kan försvinna och att saker som inte syns för blotta ögat inte existerar. I åk 3 på gymnasiet dominerar ett slutet kretslopp men elever betraktar saker med en viss "gasblindhet" dvs. att saker som inte syns blir svåra att sätta i sitt sammanhang.

Den sista av dessa två ger en fylligare information till läsaren i synnerhet om det finns elevsvar som exempel. Denna typ av undersökningar är oftast baserade på personliga intervjuer vilket är mycket tidskrävande och kostsamt om man jämför med enkäter. En stor fördel är att en undersökare som sitter tillsammans med en respondent har möjligheten att kunna registrera kroppsspråk, att uppfatta tveksamheter, samt att förklara sina frågor och därmed undvika eventuella missuppfattningar. För att säkerställa att eleverna inte missuppfattar mina frågor och för att jag ska ha möjligheten att ställa följdfrågor och förtydliga om så behövs, anser därför jag att intervjuer är lämpligast. Följdfrågorna är ett verktyg för att se om eleverna besitter de korrekta naturvetenskapliga kunskaperna, men av någon anledning kanske väljer att inte använda dem, kanske för att de känner sig tryggare med sin vardagsförklaring. Resultaten kommer att delas in i två övergripande kategorier: spontant svar och svar med hjälp av följdfrågor. Resultaten kommer sedan att jämföras med undersökningen jag gjorde 2004 i åk 9 för att se om eleverna har en annan begreppsförståelse efter ytterligare undervisning på gymnasiet, dessutom kommer jag att diskutera skillnader mellan mina och Anderssons undersökning 1992, 1995 och 2003.

5.3 Instrument för undersökningen

De frågor som jag valde att arbeta utifrån är frågor som använts som forskningsunderlag för en undersökning gjord av Björn Andersson på uppdrag av Skolverket 1992- 2003 samt i en undersökning gjord av mig "Elevers tankar kring fotosyntes och nedbrytning" 2004 där jag liksom Andersson intervjuade elever i årskurs 9. Jag använde samma tre frågor vilka rör områdena fotosyntes och nedbrytning som också användes av Andersson och som nu ligger till grund för min undersökning av gymnasieelevers begreppsförståelse för att se om de

svårigheter som fanns i årskurs 9 är något eleverna behärskar eller är det något som fortfarande vållar problem beträffande förståelsen. Detta medför att jag vet att dessa frågor fungerat tidigare och därför är övertygad om att dom kommer att fungera ytterligare en gång. Frågorna är standardiserade, det vill säga likalydande och i exakt samma ordning till varje intervjuperson. Frågorna är öppna, med andra ord utan fasta svarsalternativ. Eftersom frågorna jag använt överensstämmer med Anderssons frågor väljer jag att ha samma svarskategorier för att kunna jämföra mina resultat med tidigare undersökningar.

5.4 Genomförande av undersökningen

Jag valde skolor och elevgrupper utifrån mitt kontaktnät på olika skolor jag praktiserat eller vikarierat på vilket gör att jag känner till skolan och några av de verksamma NO-lärarna på de olika skolorna. Intervjuerna ägde rum på schemalagd tid i ett avskilt rum. Samtalen spelades in med hjälp av en bandspelare. När alla intervjuer var klara lyssnades banden igenom och samtalet skrevs ut i textform. Jag skrev inte av intervjuerna ord för ord utan tog bort mellanprat som inte var relevant för undersökningen. Intervjun började med att författaren till detta arbete läste upp en av de standardiserade frågorna, samt förvissade sig om att respondenten uppfattat frågan. Eleven fick nu avge ett svar utan hjälp eller följdfrågor. Det som är intressant i första läget och som även överensstämmer med Anderssons undersökning (2003) är på vilket sätt respondenterna väljer att förklara de fenomen som frågorna speglar. Om det skulle vara så att svaren inte är naturvetenskapligt förankrade, ställs följdfrågor för att kontrollera om respondenterna trots allt kan mera än de visar spontant. Om svaren på frågan om fotosyntes inte kopplade viktökningen hos trädet till koldioxiden i luften ställdes en följdfråga om vad träden använde sina blad till. Om det skulle vara så att eleverna på frågan om nedbrytning inte kopplar den till att det är makro- och mikroorganismer med i processen ställs följdfrågor för att se om de trots allt vet detta. Följdfrågorna ska medföra att eleverna ska tänka i nya banor än det de gav uttryck för från början. Eleverna ska få en antydning till att de ska kunna koppla frågorna till sådan kunskap som de fått från skolundervisningen och inte till sina egna vardagliga förklaringsmodeller. Liknande förfarande användes i fråga 2 och 3. I snitt tog intervjuerna ungefär 10 minuter per elev.

6 Resultat och slutsatser

Elevernas spontana svar i undersökningen jämförs med svarsutfallet efter följdfrågorna samt med resultatet från undersökningen som besvarats av elever på grundskolan. Beroende på hur pass naturvetenskapligt det spontana svaret var, anpassades följdfrågorna efter detta för att se om eleverna kan mer än de visar från början. Följden av detta blir då att procentfördelningen mellan de olika kategorierna kan komma att ändras beroende på om respondenterna väljer att ändra sin första utsaga.

Uppgift 1:

”På ett kalhygge planteras små tallplantor. Efter trettio år har de vuxit upp till en stor skog. De vuxna träden väger tusentals ton tillsammans. Varifrån har dessa tusentals ton kommit?
Förklara hur du tänkte!”

För att ett svar ska ses som acceptabelt för eleverna kunna koppla trädets ökning i massa till grundformeln för fotosyntesen, med andra ord att det är kolet ifrån luften som är källan till ökningen i storlek samt solens inverkan i den fotokemiska processen och att vatten upptas av rötterna.

Tabell 3 Procentuell fördelning av elevsvar på kategorier (undersökning 2004 n=10, undersökning 2006 n=20)

KATEGORI	SPONTANT SVAR 2004	EFTER FÖLJDFRÅGOR	SPONTANT SVAR 2006	EFTER FÖLJDFRÅGOR
A. TRÄDET HAR VÄXT	0	0	5	0
B. FRÅN NÄRING / JORD /VATTEN, VAR FÖR SIG ELLER I KOMBINATIONER	60	20	45	10
C. FRÅN SOL/ SOLLJUS / LJUS, IBLAND ENBART, MEN OFTAST I KOMBINATION MED NÄRING/JORD/VATTEN	30	40	25	30

KATEGORI	SPONTANT SVAR 2004	EFTER FÖLJDFRÅGOR	SPONTANT SVAR 2006	EFTER FÖLJDFRÅGOR
D. LUFTEN ANGES SOM KÄLLA TILL MASSÖKNINGEN, ANTINGEN ALLMÄNT ("LUFT") ELLER MED FELAKTIG BESTÅNDSDEL. ANDRA KÄLLOR KAN OCKSÅ FÖREKOMMA	0	0	5	15
E. KOLDIOXID OCH EVENTUELLT NÄRING, VATTEN	0	30	5	20
F. KOLDIOXID OCH EVENTUELLT NÄRING/VATTEN SAMT ANSATS TILL NATURVETENSKAPLIGT RESONEMANG	10	10	10	20
G. ÖVRIGT	0	0	0	0
H. EJ FÖRKLARAT	0	0	5	5

Alla utom en elev har försökt sig på att förklara fenomenet med tillväxten hos träden. De flesta, nästan hälften hamnar i kategori B. Denna kategori präglas av ett förklarings sätt som innebär att massökningen hos trädet skulle vara ett resultat av vatten- och näringsupptag från rötterna.

Något exempel som belyser detta:

”Trädet får upp vatten och näring med hjälp av rötterna. Träden växer när de blir äldre vilket gör att de väger mer.”

”Det kommer från vatten och jord och näring från marken. Detta suger trädet upp med rötterna.”

Skillnaden mellan de elever som hamnade i kategori B respektive C var att eleverna i C nämnde solen inverkan på tillväxten. Svarsexempel för att förtydliga detta:

”Näring och vatten behöver växterna och det tar de upp med rötterna, de behöver också solljus för att leva och växa.”

Antalet elever som nämner luftens inverkan på massökningen antingen bara som luft eller preciserar genom att nämna koldioxid tyder på att dessa elever inte är drabbade av ”gasblindhet” vilket var ett begrepp jag nämnde i litteraturdelen. Dock är det tydligt när $\frac{3}{4}$ av eleverna spontant menar att massökningen beror på olika makroskopiska orsaker till storleksökningen vilket visar att det som inte syns inte finns. Detta gör också att jag kan säga att den största delen av elevernas svar helt saknar ett naturvetenskapligt resonemang och språkbruk. Elever i kategori D, E och F utgör de 20 % som beskriver osynliga gaser i processen. De elever som hamnade i kategori E och F kände till grundformeln för fotosyntesen och kunde beskriva detsamma mer eller mindre ingående. Respondenterna i kategori F hade dessutom ett väl fungerande naturvetenskapligt språk och klar koppling mellan grundformeln för fotosyntes och massökningen hos trädet och kunde koppla detta till olika försök de gjort i skolan.

När man jämför elevernas spontana svar med svaren efter följdfrågor kan tydligt se en progression av både språkbruk och kunnande jämfört med vad de visar spontant, vilket också kunde märkas i undersökningen 2004. Dock är det så att betydligt fler av eleverna kan, med en fingervisning om vilken diskurs vi befinner oss i, utveckla sitt svar efter följdfrågorna jämfört med 2004. Detta innebär att eleverna kan flyttas mellan olika kategorier och ibland ”hoppa” flera steg. Elever som spontant befinner sig i kategori B och C nämner varken koldioxid, fotosyntes, klorofyll eller syre, men efter en vägvisning om språkbruk och diskurs visar eleverna prov på större kunnande och avancerar därför till en nivå där större förståelse krävs.

Spontant svar: ”Det växer så blir trädet större. Trädet växer därför att det tar upp näring och vatten från rötterna”

Följdfråga: ”Vad har ett träd sina blad till?”

Svar: ”Bladen tar in och gör koldioxid till syre”

Fråga: ”Vad kallas detta för?”

Svar: ”Fotosyntes som ger energi”

Fråga: ”Finns det någon koppling mellan fotosyntes och tillväxt?”

Svar: ”Ja, träden tar in koldioxid som trädet lever av och det gör att trädet växer och det andas ut syre som vi har nytta av.”

Spontant svar: ”Trädet växer därför att det får näring och vatten som trädet suger upp med rötterna från marken och när det regnar. Det behöver också solljus för att kunna växa.”

Fråga: ”Vad har träden sina blad till?”

Svar: ”En del av tillväxten kommer från marken och i bladen finns klorofyll som trädet använder för att kunna ta in solljuset som det använder vid tillväxt – detta kallas fotosyntes och bildar druvsocker.”

Spontant svar: ”Naturen runtomkring, näring från marken gör att det växer och blir större.”

Fråga: ”Bara från marken?”

Svar: Mmm, ja tror det.

Fråga: ”Vad har trädet bladen till?”

Svar: ”Bladen tar emot solljus som behövs för fotosyntes. Syre, nä, koldioxid ger syre, vatten och socker.

Fråga: ”Var kommer tillväxten ifrån?”

Svar: ”En kombination av mark och luft och ljus. Därför ska blommor stå i fönstret.”

Av dessa två exempel kan man tydligt se att elevernas svar går från ett knapphändigt vetenskapligt resonemang till ett mera utvecklat vetenskapligt språk som innehåller en ansats till naturvetenskapligt tänkande och förståelse för dessa fenomen.

Även om eleverna visa på en förbättring av svarsutfallen jämfört med 2004 så är det nästan hälften av de svarande stannar vid ett makroskopiskt förklaringsätt, utan att involvera gaser, för att beskriva hur tallplantorna blev en stor skog.

Uppgift 2:

”Malin lägger en mängd gräsklipp och löv i en stor hög i trädgården (en så kallad komposthög). Ganska snart märker hon att högen blivit varm inuti. Efter en tid har högen minskat i storlek. Förklara så noga du kan vad som hänt med högen!”

Ett på frågan acceptabelt naturvetenskapligt svar bör innehålla följande:

Olika organismer bryter ner komposthögen. Makroskopiska organismer såsom gråsuggor och dagmaskar fragmenterar det organiska materialet och mikroskopiska organismer såsom bakterier och svampar står för själva nedbrytningen. Under denna process utvecklas värme

från högen. Den största delen av det organiska materialet avgår som koldioxid och vatten till omgivningen.

Tabell 4 Procentuell fördelning av elevsvar på kategorier. (undersökning 2004 n=10, undersökning 2006 n=20)

KATEGORI	SPONTANT SVAR 2004	EFTER FÖLJDFRÅGOR	SPONTANT SVAR 2006	EFTER FÖLJDFRÅGOR
A. INGEN FÖRKLARING	0	0	5	5
B. DET RUTTNAR, MULTNAR, BLIR JORD MM	50	30	40	10
C. MAKROSKOPISKA ORGANISMER DELTAR I NEDBRYTNINGEN	30	30	35	55
D. MIKROSKOPISKA ORGANISMER DELTAR I NEDBRYTNINGEN	20	40	20	30
E. ÖVRIGT	0	0	0	0

Här liksom på förra frågan har alla utom en försökt sig på att förklara vad som händer med komposthögen. 40 % av eleverna på gymnasiet saknar bilden av att det skulle vara olika organismer som står för nedbrytningsprocessen i högen när de avger sitt spontana svar. Det är bara en av fem som kan beskriva hur saker kan ske utan att ögat kan observera det. Med andra ord att mikroskopiska organismer gör detta arbete. Exempel på makroskopiska organismer kan vara allt från maskar till igelkottar. När det handlar om de mikroskopiska organismerna är det företrädesvis bakterier, men även svampar vilka har en stor betydelse för nedbrytningen i skog och mark.

Efter följdfrågorna är det så att endast 1/10 stannar kvar vid resonemanget som inte innefattar organismer. Däremot visar den allra största delen av respondenterna att olika typer av stora som små djur är en viktig del i fragmentering och nedbrytning av det organiska materialet.

Exempel på elevsvar:

Spontant svar: ”De tar grejer från varandra, små grejer och blir därför mindre löv och gräs. Det har förmultnat, ruttnat på nåt vis och sjunker ihop.”

Fråga: ”Vad är det som gör att det förmultnar?”

Svar: ”Djur och maskar gör om det till jord. Det bildas också djur där...bakterier och sånt.”

Spontant svar: ”Löven torkar av solen och förmultnar.”

Fråga: ”Vad är det som gör att det förmultnar, hur går det till?”

Svar: ”De bryter ner sig själva, det sker automatiskt när de dör plus att bakterier och maskar äter av dem, värme bildas när djuren rör sig och är en spillprodukt av arbetet som sker i komposthögen, någon kemisk reaktion när de äter.”

Dessa två elever saknar helt ett vetenskapligt tänkande i sitt spontana svar. När jag utmanar eleverna med följdfrågor visar det sig att dom har betydligt djupare kunskaper än vad som visades spontant.

En av dessa elever försökte sig också på att förklara värmeutvecklingen med att ”värme kommer från när djuren rör sig och att det är en spillprodukt av arbetet som sker i komposthögen, någon kemiskreaktion när de äter”?

Andra förslag på värmeutvecklingen var högt tryck, isolering, instängd luft, enbart solljus eller avdunstning som ett resultat av solljus och torka.

I elevernas svar både spontant och efter följdfrågor visar det sig att trots allt ingen av de intervjuade nämner något om att koldioxid och vatten är restprodukter av nedbrytningen av det organiska materialet vilket jag beskrev innan bör vara med för att ha ett korrekt vetenskapligt resonemang. Någon form av resonemang om att molekyler lämnar högen i gasfas, som några elever har, är att vatten avdunstar från bladen och gräset när solen skiner på dem så att gräs och blad torkar men inte att detta skulle vara resultatet av någon kemiskprocess som omvandlar organiska molekyler till koldioxid och vatten. Den största delen av elevernas förklaring till vart material tagit vägen när högen minskar i storlek är att organismer oftast maskar äter upp materialet och på så sätt omvandlar det till jord. En av eleverna menar att det handlar om förflyttning av material.

”Maskar gör löven till jord genom att dra ner löven i marken där de omvandlas till jord.”

Andra talar om att en del kan ”ha blåst bort” eller att det förbränns likt en eldstad, ”det ligger och pyr”.

Uppgift 3:

”Tänk på ett vilt djur i skogen. Det består av många atomer. Djuret dör och det börjar ruttna. Vad händer med atomerna när djuret ruttnar och till sist inte syns alls? Förklara hur du tänkte!”

För att ett svar på denna fråga ska anses vara acceptabelt bör detta finnas med i resonemanget: När det organiska materialet i djuret förbränns bildas koldioxid och vatten. Beroende på att en stor del av djurets atomer ingår i dessa molekyler kommer det mesta av djurets materia att avges till den omgivande luften.

Tabell 5 Procentuell fördelning av elevsvar på kategorier. min undersökning 2004, n=10, undersökning 2006, n=20)

KATEGORI	SPONTANT SVAR 2004	EFTER FÖLJDFRÅGOR	SPONTANT SVAR 2006	EFTER FÖLJDFRÅGOR
A. KONKRETA BESKRIVANDE SVAR (ATOMER NÄMNS EJ)	0	0	5	0
B. TECKEN PÅ ATT ATOMERNA EJ BEVARAS	20	10	20	10
C. TECKEN PÅ ATT ATOMERNA BEVARAS	60	60	50	55
D. ATOMERNA GRUPPERAR OM SIG, REAGERAR, BILDAR NYA MOLEKYLER M.M.	20	30	20	30
E. ÖVRIGT	0	0	0	0
F. INGEN FÖRKLARING	0	0	5	5

Även på denna sista fråga har alla utom en försökt sig på att förklara vad som händer med djuret. Något fler av eleverna på gymnasiet än på grundskolan menar att atomerna inte bevaras, utan beskriver olika typer av ”kretslopp” där atomer kan försvinna och hamnar därför i kategori A och B vilket motsvarar 25 %. Exempel på svar i denna detta kan vara:

Spontant svar: ”Nedbrytare bryter ner djuret, t.ex. likmaskar gör detta. Det bildas närsalter till marken, andra växter kan ta upp det.”

Fråga: ”Gäller detta atomerna, vad händer med dom?”

Svar: ”De största atomerna går åt, används, vissa små atomer går inte vidare utan bryts ner och försvinner. De största går ner i tarmen på djur och förvandlas.”

Spontant svar: ”Atomerna bryts ner till molekyler och nedbrytare gör detta. Det bildas mull och jord.”

Den första av dessa två elever menar att det finns olika typer av atomer, men att de är olika därför att vissa kan försvinna medan andra ”större” atomer kan gå vidare. Elev nummer två har ett oklart materiebegrepp där denne menar att atomer skulle bestå av molekyler och inte tvärt om. Det som är tillfredställande är att nästan $\frac{3}{4}$ av respondenterna har klart för sig att atomerna på något sätt går vidare och hamnar därför i kategori C och D. Följdfrågorna har inte så stor inverkan på svarsutfallet, men det är i storleksordningen 15 % som kan överge bilden av att atomer försvinner mot en som bättre beskriver hur atomer är delaktiga i ett större kretslopp och därigenom visa på att de besitter kunskaper som inte visades inledningsvis.

Spontant svar: ”De försvinner, förmultnar och andra djur äter och bär iväg med dom.” (Antar att atomerna avses)

Fråga: ”Vilka är det som äter, och vad menar du händer med atomerna?”

Svar: ”Det kan vara rovdjur, mask och bakterier som äter, men atomerna förs över till andra och blir kvar i andra djur.”

Inte heller i denna fråga talar eleverna om att det skulle vara några atomer som lämnar djuret som gaser, men med ett undantag, trots att jag skrev att detta borde vara med för att svaren skulle anses vara tillfredställande, utan de allra flesta ser detta som ett makroskopiskt fenomen där det är ”större” djur som kommer dit och äter liksom i fallet med komposten i

fråga 2. Under intervjun framgick det klart att 50 % som tillhör kategori C har denna kunskap om att atomerna förs vidare i ryggmärken likt en kunskap som de inte har en djupare förklaring till, bara att det är så. Denna teori stärks av att det endast är 20 % i kategori D som kan förklara mera ingående vart atomerna tar vägen i form av olika typer av materie- och energiomvandlingar. Detta är kanske något förvånande med tanke på att atomernas och energins bevarande är något centralt i kursplanerna. Frågor som rör mikrokosmos är och har varit svårt för elever att förklara. Detta är genomgående i alla tre frågorna. Saker som dom kan se med sina egna ögon är något de vuxit upp med och kan förhålla sig till. När de nu ska beskriva saker det nakna ögat inte kan se, och koppla ihop ett vardagsfenomen med en vetenskaplig förklaring blir det problem. Eleverna har fått en idé om i vilken diskurs och sammanhang vi rör oss men faller gärna tillbaka i det väl beprövade vardagliga förklarings sättet istället för den mera vetenskapliga synen på fenomenet.

7 Diskussion

Undersökningen tycker jag i stort visar att elever utvecklar sin naturvetenskapliga begreppsförståelse med ökad erfarenhet, mognad och fortsatta studier. Dock är skillnaden inte särskilt stor och det är till och med så att en viss försämring av kunskapen på vissa områden kan utläsas ur elevernas svarsutfall. Till att börja med så har Andersson (2005) och Skolverket i sin rapport om skolans naturvetenskapliga undervisning det senaste decenniet kommit fram till att det är omkring $\frac{1}{4}$ av eleverna som klarar uppsatta kriterier för ämnet biologi. Detta är en försämring med dryga 3 % mellan 1992 och 2003. Att det är så få som når upp till målen kan bero på att uppgifterna är mera krävande, då frågorna i kemi och fysik är mera av faktakarakter och ja/nej medan i biologi ska eleverna koppla ihop fenomen i ett större sammanhang. Detta gör att för Andersson liksom för mig är det avgörande för resultatet hur frågor ställs. Det är av den anledningen jag använder samma frågor för att överhuvudtaget kunna jämföra mina undersökningar med varandra och det som Andersson gjort. Med tanke på att målet för pedagoger är att alla elever ska nå målen så är resultaten inte särskilt lysande. Den bild jag får fram av gymnasieelevers kunskaper är något ljusare än väntat men inte på något sätt tillfredställande. Resultatet av undervisningen kan dock ses i att de som däremot klarar att svara acceptabelt inte skulle kunna göra det utan skolundervisning vilket visar att skolan behövs. En annan problematik när man värderar sitt resultat är hur pass motiverade eleverna egentligen är. Andersson har låtit eleverna fylla i enkäter medan jag suttit ner med dom och diskuterat. Detta är en felkälla som kanske gör att jag fått lite bättre resultat jämfört med Andersson. Jag tror att eleverna anstränger sig lite extra och att man kan på ett helt annat sätt registrera kroppsspråk när de blir intervjuade i förhållande till när de fyller i en enkät och det skulle ta emot därför går vidare till nästa fråga. När de spontana svar som jag fått fram jämförs med Anderssons svarsutfall ser jag att alla elever som intervjuats har försökt förklara fenomenen, till skillnad från Anderssons elevsvar där i storleksordningen var femte elev inte givit någon förklaring alls. Eleverna som jag har med är frivilliga och känner sig kanske lite mera säkra på området vilket gör att de försöker tänka till lite extra och att inte bara svara ”det har vuxit”. Elever som ska göra skolverkets nationella undersökning vet ju att det inte påverkar betyget även om de fått information om betydelsen av olika utvärderingar vilket gör att de kanske inte anstränger sig på samma sätt som när en fysisk person sitter framför en. Kanske skulle resultatet för den nationella utvärderingen bli bättre vid intervjuer, men tiden

och resurserna skulle inte vara två omöjliga hinder att passera men i den form som undersökningen genomförts har det ändå gett viktiga svar på hur elever tänker och hur man i framtiden kan utveckla undervisningen i naturvetenskap.

Om jag jämför elevernas spontana svar med svaren efter följdfrågor, ser man att eleverna visar bättre och bättre förståelse. Eleverna avger mera fullständiga svar när ämnenas fastillstånd förs in i resonemangen såsom gaser, flytande och fast. Luft är nu för eleverna en sammansättning av gaser och kemiska reaktioner såsom fotosyntesen tas upp. Av detta menar jag att eleverna redan när de svarade spontant hade dessa kunskaper men av någon anledning stannade vid en mindre naturvetenskaplig förklaring. Detta är vad jag förväntade mig då samma trend kunde ses även för elever i grundskolan om inte fullt så tydlig. Ytterligare ett bevis på detta skulle vara när eleverna efter följdfrågan, ”Vad använder trädet sina blad till?” gör en koppling mellan blad, klorofyll och fotosyntes. Detta leder till en länk mellan fotosyntesen och massökningen. Beståndsdelarna blir genom detta ett fungerande synligt system där energin flödar genom olika nivåer. Det har i fråga 1 skett en 15 % förbättring med avseende på vad eleverna svarar spontant i åk 9 mot vad de gör på gymnasienivå enligt mina undersökningar. Eleverna kan nu visa på en ökad förståelse för massökningen genom att inte bara ange marken, sol och vatten som källa utan även föra in ett gasbegrepp. Någon elev kan till och med erinra sig olika experiment som denne utfört i skolans regi.

Spontant svar: ”Från jorden, ett experiment med en planta i kruk, vägde jorden innan och efter men den tar inte upp lika mkt som den växer, det behövs ljus och luft.”

Fråga: ”Hur använder växten sina blad och var kommer tillväxten ifrån?”

Svar: ”Bladen används till att göra fotosyntes, då växer den. Så en del från marken och en del från sol och luft.”

Enligt Eskilsson (2001) har eleverna två olika perspektiv på sin kunskap, dels de spontana beskrivningarna av fenomenet och dels den kunskap som kommer fram under samtal när eleverna får en vink om hur de förväntas svara. Schoultz (2000) beskriver hur elevernas mer uttömmande svar efter följdfrågor beror på att de utmanas med följdfrågorna och därmed utnyttjar sin proximala utvecklingszon.

Om jag ser på fråga två och tre ser man även här att samtliga elever försöker sig på en djupare förklaring än vad fallet var för Andersson (2005). I fråga två kan man se att drygt hälften av

eleverna på gymnasiet kopplar nedbrytning till organismer som medverkar i processen. Detta menar Leach (1995) är en svårighet för elever i åldrarna 14-16 år. I Anderssons (2005) undersökning ser man att det endast är ca 20 % som gör denna koppling. I fråga tre, när det gäller atomens bevarande, kan jag även här urskilja ett bättre resultat. Undersökningen jag gjort visar att endast en elev på fyra saknar denna bild, medan Andersson bara har hälften av eleverna som har detta klart för sig. Anledningen till att jag har fått ett bättre resultat än Andersson, tror jag även när det gäller dessa båda frågor beror på samma sak som togs upp under fråga ett och att faktorer som mognad, chanser att ta del av olika miljödebatter samt ytterligare undervisning visar på ett förbättrat resultat.

Följdfrågorna har gjort att i fråga två har 30 % av eleverna visat en förbättring av synen på att det är organismer som är delaktiga i nedbrytningen och lämnat kategori B för att hamna i C eller D. Jag tycker inte att följdfrågorna haft lika stor inverkan på svarsutfallen i fråga tre. Här är det i storleksordningen 15 % som först beskriver hur atomer försvinner för att efter följdfrågor visa sig kunna mera och överger denna förklaring och menar nu att atomerna faktiskt bevaras. Som min undersökning visar är det 40 % som efter följdfrågor har koldioxiden som källa till trädets massökning. Denna procentsats är identisk med den som Simpson & Arnold (1982) fick fram vid en studie av 14 – 16 åringar samt den undersökning jag själv gjorde 2004. Detta visar att eleverna i hoppet mellan grundskola och gymnasiet inte utvecklat sitt gasbegrepp utan står kvar på samma nivå som tidigare.

Beträffande frågorna som berör nedbrytningen, så ser man att eleverna har svårt att generalisera sina kunskaper och koppla dem till likartade frågor. Ingen av eleverna nämner något om att koldioxid skulle lämna komposthögen, samtidigt är det några som just tar upp detta när det gäller det döda djuret och då talar om allt från sura gaser till koldioxid. Denna iakttagelse liknar den som Leach (1995) har i sin undersökning där han talar om elevers svårigheter att koppla sin kunskap till fenomen som rör naturvetenskapen och se att de kan använda för att göra kopplingar mellan olika problem som ligger varandra nära.

I litteraturdelen beskrev jag en annan studie gjord av Russel & Watt (1989) där små barn fick beskriva fotosyntesen och vad som behövs för en växts överlevnad. Man kan se att elever i åldrarna 9 – 11 år har likartade svar som många av mina respondenter, nämligen att växten enbart behöver vatten, jord och sol för att kunna leva. Detta betyder att många elever på gymnasiet kan ha kvar samma förklaring som vid 10 års ålder.

Helldén (1992) grupperar 12-åriga elevers tänkande om vad som händer med atomerna när dött organiskt material förmultnar efter en undersökning gjord av Smith och Anderson (1986).

När jag jämför mina resultat med Helldéns sammanfattning ser man klara likheter i svaren. Vissa elever har ett etablerat kretsloppstänkande och medan andra inte har en sådan föreställning. Dock kan man i analysen av mina svar och de svar som Andersson (2003) har fått, att det bara är cirka en elev på fem elever i skolår nio som uttrycker ett mer korrekt vetenskapligt synsätt på vad det är som sker i nedbrytningsprocessen. Detta betyder att många elever på gymnasiet fortfarande har kvar den bild de hade när de var tolv år.

7.1 Vardag kontra vetenskap

När man tittar på hur eleverna väljer att förklara naturvetenskapliga fenomen i vardagssituationer från grundskolan till gymnasienivå, ser man att deras vardagliga tankesystem är så starkt etablerat att det bromsar eller helt avvisar ett vetenskapligt sätt att tänka. Jag grundar dessa idéer på att elevsvaren efter följdfrågor visar sig ha ett mer vetenskapligt resonemang eftersom eleverna kommer närmre det som jag anser vara ett korrekt svar. Förbättringen är likartad både på grundskolan och gymnasiet. Detta tror jag beror på att eleverna har två parallella tankesystem som Simpson & Arnold (1982) talar om. Även Andersson (2005) stödjer denna teori. När man ställer följdfrågor på ett tydligare naturvetenskapligt språk får eleverna en vägvisning om hur det är meningen att de ska tänka. Denna teori får stöd av Eskilsson (2001) som menar att följdfrågorna öppnar en ny diskurs för eleverna där de förväntas tala om fenomenen på ett naturvetenskapligt sätt. Tanken om att eleverna väljer sitt vardagliga tankesystem i sitt spontana svar tyder på att de känner sig tryggare med detta.

En förklaring till elevernas svårigheter att förstå begreppen fotosyntes och nedbrytning anser jag ligga i att de saknar ett vetenskapligt tankesystem vilket även Andersson (2005) beskriver som ett sätt att sätta in nya begrepp från skolans undervisning ett redan existerande vetenskapligt förhållningssätt. I och med detta uppstår svårigheter med att lösa uppgifter av den typ som jag bett eleverna att förklara. De använder sig då av sina vardagliga beskrivningar som de skapat på egen hand under uppväxten och känner sig trygga med. Jag manar inte att de behöver förkasta sina vardagliga tankebilder helt och hållet för att anamma det mera korrekta vetenskapliga, men de måste ha det vetenskapliga språket och tankarna för att förstå skolans undervisning och det som läraren försöker förmedla, men även kunna leva upp till de förväntningar som samhället har när det är dags att ta steget ut i arbetslivet. En slutsats av detta är att skolundervisningens problem inte bara handlar om hur man ska göra undervisningen om de naturvetenskapliga fenomen som ska ingå i undervisningen bättre, utan

att pedagogerna ska ge sina elever ett naturvetenskapligt tanke-system av den karaktär som framgår av tabell 1.

Även för gymnasieelever är de två stora begreppen fotosyntes och nedbrytning problematiska att beskriva, liksom för yngre åldrar. Om man tittar på dessa fenomen utifrån tanken att eleverna saknar ett vetenskapligt tanke-system så ser vi många svårigheter. Om det är så att undervisningen om fotosyntes mynnar i att eleverna ska kunna grundformeln för fotosyntesen, och denna formel assimileras i elevernas tanke-system, finns inte mycket som stöttar elevernas förståelse. Detta kan jag tydligt se när vissa elever tror att fotosyntesen finns för människans skull genom att säga ”den finns för annars skulle vi inte överleva”. I ett modellbaserat resonemang kan kopplingen mellan en formel som är skriven, en mikroskopisk energiomvandlingsprocess och de gröna makroskopiska träden utanför fönstret bli problematisk för eleverna att göra och den röda tråden blir inte synlig. Om eleverna saknar en vetenskaplig förklaringsmodell, kan de inte se att osynliga gaser tas upp av trädet och genomgår en process och därigenom blir det som ökar trädets massa. Det som eleverna kan se och som för dem måste vara orsaken till massökningen är att trädet har rötter som de vet att trädet använder för att suga upp vatten med vilket nästan hälften av elever av alla elever på gymnasiet ställer sig bakom även efter en diskussion med mig.

Eleverna kopplar då denna insikt till att orsaken till ökningen i massa också kommer från jorden. Eleverna drar parallellen med att rötterna är som en mun för trädet. Människan intar som de vet både vätska och föda med munnen, och detta gör att ungdomar i övre tonåren inte skiljer sig nämnvärt från barn i 10-års åldern.

Nedbrytningen är liksom fotosyntesen svår för eleverna att förstå. Denna slutsats kan jag dra av mina två undersökningar och de undersökningar jag studerat från forskare runt om i världen. Gasernas osynlighet förorsakar en tanke att materia vid nedbrytning upphör att existera. Andersson (1990) beskriver med utgångspunkt från ett flertal forskningsrapporter från hela världen om elevernas vardagstänkande om materians fasförändringar. Det resultat som man klart kunde urskilja från min senaste undersökning var att eleverna även på gymnasiet uppfattade det som om materia kan försvinna. Det är också en av de punkter som Andersson har i sin sammanfattning av elevers vardagstänkande om materia. Elevernas ”gasblindhet” gör det svårt för dem att förklara nedbrytningen. Beträffande materians modifiering som är en av Anderssons kategorier överensstämmer även dessa med de svar elever lämnat till mig. Eleverna ser bara att materians egenskaper förändras. I min

undersökning kan man koppla detta till att eleverna inte ser att atomerna i löven, i komposthögen och i djurets döda kropp omvandlats till koldioxid. Eleverna har också problem att se de osynliga mikroorganismerna i form av bakterier och liknade som en orsak till nedbrytningen. Det eleverna inte kan observera existerar inte i deras tänk och världsuppfattning.

7.2 Språkutveckling över tid

Den sista frågan jag vill ha svar på är hur elevernas användning av det naturvetenskapliga språket ändras med stigande ålder. Språkbruket var svagt 2004 och det är inte någon tydlig förbättring med ökad ålder och fortsatta studier. Många av de ord som eleverna använder är ord som för dem blivit introducerade av mig när jag ställde frågan eller eventuella följdfrågor samt om de inte riktigt vet kommer ord och fraser som fanns med i fråga 2 tillbaka i fråga 3 trots att det då är felplacerat och inte korrekt sammanhang. I fråga 3 ställs frågan så att ordet atom introduceras för eleverna och ger en föraning om att det är en mikroskopisk förklaring som eftersöks. Eleverna väljer då att lämna detta och i stället tala om älgar, vargar och växtätare som på olika sätt påverkar det döda djuret och inte att det skulle vara tal om en fasövergång från fast och flytande till gas. Ett annat exempel är ordet fotosyntes som nämns av eleverna fråga ett utan att egentligen veta vad det är. "Fotosyntes är en process som binder närsalter i stammen" och på frågan vad träden har sina blad till menar någon att fotosyntesen sker i stammen av den enkla anledningen att bladen trillar av på hösten så i bladen kan det inte ske. Ordet atom är heller inte klart för alla, utan atom kunde vara något som bestod av molekyler. Jag tror därför inte att eleverna själva skulle ha använt detta ord om det inte introducerats för dem utan de skulle svara utifrån ett felaktigt materiebegrepp. Detta grundar jag på att när jag vid olika tillfällen under intervjun ställer följdfrågor med korrekt vetenskapligt språk, tar inte eleverna till sig de orden utan de använder andra ord som de känner sig trygga med. Ett exempel på detta är när en elev ska förklara var atomerna i fråga 3 tar vägen i följande exempel.

Spontan svar: "Djuret äts av andra djur. Vissa försvinner då. En del blir jord som växterna kan ta upp som näring och det kan sedan andra djur äta."

Fråga: "Hur försvinner atomerna från djuret?"

Svar: "Asätare och någon kanske springer iväg med det?"

Fråga: "Kan det vara så att atomerna lämnar djuret som gas eller vätska?"

Svar: ”Det sjunker ner och försvinner, smälter liksom, skelettet ligger ju kvar längre innan det är borta. Kanske en del går upp i luften när det torkat”

Materialets olika faser kan eleven koppla till vad som händer men saknar det rätta naturvetenskapliga språket. Gas är inte ett ord eleven skulle använda i detta sammanhang. Denna elev anser jag sakna viktiga glosor för att ha ett naturvetenskapligt språk.

Vissa elever har de rätta naturvetenskapliga glosorna men de kan inte sätta in dem i sitt sammanhang. Nedan följer ett exempel som visar på detta, där en elev använder ord som koldioxid och syre men inte kopplar detta till luften. Jag tolkar det som om eleven separerar luften från koldioxid och att luft skulle vara bara luft. Man ser också att ordet näring används slarvigt av denna elev vilket inte är ovanligt. Eleven har, likställt ordet näring med energi och inte som sig bör med olika mineralsalter och benämna dem närsalter. Trots att eleven har sina brister språkmässigt tycker jag att denne har en förståelse och dennes budskap framgår.

Spontan svar: ”Vatten och jord från marken.”

Fråga: ”Vad har ett träd sina blad till?”

Svar: ”För att ta upp en del vatten från regn plus att den tar in näring från luften med bladen.

Trädet tar också in koldioxid med bladen och andas ut syre.”

Fråga: ”Vad kallas detta för?”

Svar: ”Fotosyntes.”

Fråga: ”Beskriv fotosyntesen.”

Svar: ”Vatten och sol ger energi och syre”.

Man kan se att eleven kan beskriva det övergripande av vad det är som sker vid fotosyntesen om än något knapphändigt, men saknar vissa pusselbitar och något enstaka vetenskapligt ord. Jag tycker att förståelsen för de naturvetenskapliga processerna som sker är viktigare än att kunna sätta etiketter på fenomenen. Jag hävdar att det inte motsäger att eleverna måste behärska det naturvetenskapliga språket för att kunna medverka i samhällets debatter och krav på ställningstagande som kursmålen beskriver. Det som man kan diskutera är om eleverna inte skulle kunna behärska dessa frågor något bättre än vad som är fallet. Skillnaden mellan grundskola och gymnasieskolan är inte så väldigt tydlig. Detta visar på att det är komplicerade processer på många olika nivåer där elever ska växla mellan stora kretslopp och små kemiska reaktionssteg där molekyler delas upp i sina beståndsdelar av allt från ”stora” synliga maskar till mikroskopiska bakterier.

Ett centralt mål i naturvetenskap och i biologiämnet är att eleverna ska ”ha insikt i fotosyntes och nedbrytning”. Jag tycker att man som pedagog kan utvärdera detta mål på två sätt. Det ena sättet är att pedagogen kan ge eleverna en massa fakta som de sen ska återge i en provsituation. Eleverna har ju då visat att de har en insikt i fotosyntesen och nedbrytningen genom att klara provuppgifterna, vilket visar att de kommit ihåg vad läraren sagt under lektionerna. Ett annat sätt är att pedagogen ger eleverna fakta som de kan tillämpa i andra situationer, att kunna generalisera och att veta var de ska söka sin kunskap och att det inte är något som de måste ha i huvudet utan kanske i en ryggsäck där man vet vad man letar efter. Pedagogens roll blir att få eleverna att förstå naturvetenskapen. När man funderar över målen i kursplan 2000 slås man av de olika möjligheterna att tolka kriterier och mål på och vilka kriterier som ska gälla för att målen ska vara uppnådda. Syftet måste ju vara att fånga elevernas intresse, för utan det blir det svårt att förmedla ett budskap. De naturorienterade ämnena har gått från en starkt disciplinorienterad till en mera elevanpassad verksamhet där eleverna själva ska söka sin kunskap. I skolan idag lägger man stor vikt vid elevernas sociala och språkliga utveckling som utvecklas i olika former av samarbete, samt att eleverna i större utsträckning ska kunna använda sin kunskap i vardagliga situationer och ställningstagande i samhällsfrågor (Skolverket 2000).

För att få en förståelse om naturvetenskap är språket en viktig artefakt, Vygotsky skulle ha uttryckt som att om eleverna ska kunna ta till sig de naturvetenskapliga fakta som behövs för att de ska kunna förändra sin schematiska bild över hur naturen fungerar, måste samtalen mellan pedagog och elever bedrivas på ett språk som inte bara pedagogen behärskar utan det är en kontinuerlig korrespondens där eleven hela tiden återvänder till samspelet för att utveckla sitt tänkande. Undervisningen är ett forum för kommunikation. Kommunikation sker mellan två individer, alltså är den dubbelriktad. För att kommunikationen ska vara givande för båda individerna krävs det att de förstår varandra.

7.3 Vad kan man då säga om framtiden?

Den rapport som skolverket presenterar visar på en försämring av grundskoleelevers resultat de senaste 10 åren och min undersökning visar att elever inte utvecklas i någon större utsträckning när de lämnar det obligatoriska skolväsendet för fortsatta studier vilket man kanske kunde förvänta sig. Naturvetenskapen behövs för att förvalta men samtidigt utveckla vårt samhälle och värna om demokratin. Om det ska ske en förbättring av elevers resultat så

att fler når målen måste detta vara ett samarbete mellan statsmakten, lärarutbildningen, utbildningsforskare, kommuner, lärare och elever. Det är svårt för elever att idag förhålla sig till den mängd av information som finns att tillgå. Hela världen finns bara ett par knapptryckningar bort. All information finns tillgänglig, men i detta myller måste man veta vad som eftersöks och att man är kritisk till det man ser, läser eller hör. Den som har goda modeller och teorier om sin omvärld har också goda möjligheter att uppfatta och beskriva sammanhang.

Jag tycker mig ha fått en insikt om elevernas svårigheter i att koppla undervisningen till deras vardag genom de undersökningar som genomförts. De elever som jag intervjuat är med största sannolikhet representativa för elever som jag kommer att möta i skolans värld. Att ställa frågan ”Hur tänker du då?” till elever som inte svarar korrekt är ett resultat av alla de olika och intressanta svar jag fått och som givit mig en bättre insikt i hur elever tänker. I en framtida undervisningssituation kommer jag att vara medveten om att elevernas spontana svar inte alltid är representativa för vad de egentligen har för kunskaper. En följdfråga på elevens spontana svar kan ge oss som är verksamma pedagoger en helt annan bild av eleven och dennes kunskaper. Det är heller inte så att allt lärande sker på ”högre nivåer” såsom på gymnasiet utan grunden till ökad förståelse läggs tidigt i skolåldern och likaså intresset för naturvetenskap ska födas.

Denna typ av undersökning är något som borde göras på många fler områden. Skolan ska ses som en röd tråd där tidigare erfarenheter kopplas till ny kunskap och därigenom stöttar den nya informationen. Frågan är dock långt ifrån färdigutredd. En fortsatt progression av forskning och metoder kan en dag leda till att vi kan nå upp till målet där alla elever har ett naturvetenskapligt förhållningssätt men vi har långt kvar ännu. Tillsvidare kan var och en verksam lärare bedriva undervisningen på ett sådant sätt så att eleverna får olika redskap för att förklara sin omgivning.

8 Sammanfattning

Varför ska man lära sig naturvetenskap i skolan? Den frågan har jag fått av elever under den tid jag jobbade med elever i årskurserna 7 – 9. När jag sedermera tog steget mot att bli gymnasielärare kom frågan upp igen. Anledningen till att lära sig naturvetenskap menar Skolverket (2003) är att det fortfarande finns nya och gamla problem inom vetenskapen som mänskligheten står inför och som måste lösas. Enligt gällande styrdokument ingår det i skolans uppdrag att granska, värdera och pröva undervisningsmålen och metoder för att utveckla skolundervisningen och därmed få en progression där skolan kan bli en grogrund för ett vetenskapligt förhållningssätt. Målet med min undersökning var att få en helhetsbild av elevernas förståelse, färdighet och förtrogenhet med olika fenomen i vardagen. I vilken utsträckning kan de förstå och kommunicera på ett vetenskapligt sätt för att synliggöra sina tankar. För att få ytterligare perspektiv på elevernas kunskaper ställdes inte bara ett antal frågor utan även följdfrågor för att se om eleverna kan mera än de visar spontant. Denna teori får stöd av bland annat Eskilsson (2001) som menar att eleven då får en vink om vilken diskurs den befinner sig i och kan då visa sig ha kunskaper som inte visades från början. Denna teori grundar sig på Vygotskys tankar om en utvecklingszon vilket Säljö (2000) beskriver som något som ligger utanför vad de kan klara på egen hand, men om eleven får en fingervisning och stöd av en mera erfaren person kan de utnyttja denna zon och därmed få en ökad förståelse. Elevers lärande beskrivs idag som socialkonstruktivistiskt vilket är en kombination av Piagets tankar om en individ som på egen hand konstruerar sin kunskap och Vygotskys teori som ett sociokulturellt lärandeperspektiv där individen lär sig i samspel med andra vilket lett fram till ett sammansatt perspektiv på lärande utifrån två olika synsätt med vissa gemensamma inslag. Det pågår fortfarande debatt mellan vilken modell som på bästa sätt beskriver lärande. Anderson, Reder & Simon som företräder socialt perspektiv eller sociokulturellt perspektiv på lärande debatterade under åtskilliga år med Greeno som utifrån ett individuellt perspektiv beskriver lärande om vilken som är den bästa förklaringsmodellen och kunde slutligen i en gemensam artikel beskriva de olika modellernas för och nackdelar och enas om att det krävs ytterligare forskning på området. Andersson (2005) menar att en vardagsuppfattning om ett specifikt fenomen kan leda till minskade chanser att ta till sig skolans undervisning på ett tillfredställande sätt. Även Sjöberg (2000) har i sin forskning visat att även vuxna har dessa vardagliga föreställningar vilka hänger kvar om de inte ersätts med ett mera vetenskapligt tankesystem. Det man kan säga om skolans

undervisning det senaste decenniet är att resultaten inom naturvetenskap blivit några procentenheter sämre över lag även om det finns ljuspunkter såsom en ökad medvetenhet om miljöproblematik och vad var och en människa kan göra för att påverka sin närmaste omgivning. I den undersökning som ligger till grund för detta arbete kan jag dra slutsatserna att elever på gymnasiet har vissa brister i baskunskaper om materia och dess bevarande. Undersökningen visar att elever har svårt att göra kopplingen mellan fenomen i en vardaglig kontext och de kemiska processer i mikroperspektiv som ligger till grund för makroperspektivet. Även ”gasblindheten” (Andersson 2005) visar sig vålla problem för dem som deltagit i såväl skolverkets som min undersökning. Problemet ligger i att elever har problem att beskriva saker de inte kan se med sina egna ögon, utan beskriver fenomen utifrån vad de kan uppfatta och det som ligger utanför ögats förmåga uppfattas som abstrakt och lämnas därför utan förklaring. Det som var intressant för mig att undersöka var om elever skulle kunna öka sin förståelse med fortsatta studier, ökad mognad och ökade tillfällen att ta del av den debatt som finns om vetenskapen. Det man kan säga är att det sker förändring till det bättre inom vissa områden av naturvetenskapen men någon ökad förståelse för kemiska processer som sker i vår vardag kan jag inte se i de spontana svaren. Helheten och delarna smälter inte samman som man skulle kunna önska, för en god förståelse ligger i att kunna växla mellan helheten och de enskilda delarna som bygger upp den. Språkutvecklingen genomgår inte heller den någon märkbar förändring utan eleverna väljer ofta att beskriva olika processer med icke vetenskapliga termer, liknelser med saker de upplevt i vardagen och om det förekommer vetenskapliga termer i svaren som avges så har dessa oftast introducerats för dem när frågan ställdes. Detta ger då ett resultat som visar på en bristande abstraktionsförmåga och ett bristande vetenskapligt språk. Det som är glädjande är att följdfrågorna jag ställde visade sig kunna kasta nytt ljus över bilden de gav när de svarade spontant. Elever kan ofta mera än den visar initialt och med rätt vägledning kan både språk och förståelse gå mot en förbättring. Detta har gjort att jag mitt arbete som lärare på gymnasiet ofta ställer följdfrågor och frågan –”hur tänker du” om det visar sig att elevens svar inte är det som sökes. Detta arbete har gjort att jag är mera medveten om att saker som kräver växling mellan makro- och mikrokosmos ska belysas ur många perspektiv för att eleverna ska ha en chans att kunna göra det till ”sin” egna kunskap och att de då kan forma en egen bild av sin verklighet.

Referenser

- Andersson, B. (1990). *Pupils' Conceptions of Matter and its Transformation (age 12-16)*. Studies in Science Education, 18, 53-85.
- Andersson, B. (2001). *Elevers tänkande och skolans naturvetenskap*. Forskningsresultat som ger nya idéer [Electronic Version], 281. <http://www.skolverket.se/publikationer?id=906>.
- Andersson, B., Bach, F., Olander, C., & Zetterqvist, A. (2005). *Nationella utvärderingen 2003 (NU-03)*, Naturorienterande ämnen Stockholm: Skolverket.
- Bruner, J. S. (1970). *Undervisningsprocessen* (S. Olsson, Trans.). Lund: CWK Gleerups Bokförlag.
- Cole, M., & Wertsch, J., W. (1996, 960730). *Beyond the Individual-Social Antimony in Discussions of Piaget and Vygotsky*. Retrieved 00-02-24
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (Eds.). (1985). *Children's Ideas in Science*: Open University Press.
- Eskilsson, O. (2001). *En longitudinell studie av 10 - 12-åringarsförståelse av materiens förändringar* (Doktorsavhandling) (Vol. 167). Göteborg: Göteborgs Universitet.
- Helldén, G. (1992). *Grundskoleelevers förståelse av ekologiska processer*. Stockholm: Almqvist & Wiksell International.
- Helldén, G. (2000, April 24-28, 2000). *To Identify Personal Context And Continuity Of Human Thought As Recurrent Themes In A Longitudinal Study Of Students' Understanding Of Ecological Processes*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association , April 24-28, 2000, New Orleans.
- Leach, J., & Scott, P. (2003). *Individual and Sociocultural Views of Learning Science in Science Education*. Science & Education, 12(1), 91-113.
- Leach, J. T. (1995). *Progression in understanding of some ecological concepts in children aged 5 to 16*. Unpublished PhD, University of Leeds, Leeds.
- Marton, F. (1998). *Towards a Theory of Quality in Higher Education*. In B. Dart & G. Boulton-Lewis (Eds.), *Teaching and Learning in Higher Education* (pp. 177-200). Hawthorn: ACER, cop.
- Patel & Davidsson (1994) *Forskningsmetodikens grunder*. Lund: Studentlitteratur
- Russell, T., Harlen, W., & Watt, D. (1989). *Children's ideas about evaporation*. International Journal of Science Education 11, 566-576.
- Schoultz, J. (2000). *Att samtala om/i naturvetenskap. Kommunikation, kontext och artefakt*. Linköping: Filosofiska fakulteten Linköpings Universitet.

- Sfard, A. (1998). *On two Metaphors and the Dangerous of Choosing just one*. Educational Researcher, 27(2), 4-13.
- Sjøberg, S. (2000). *Science and Technology in Education. Current Challenge and Possible Solutions*. 2001
- Smith, E., & Anderson, C. (1986). *Alternative conceptions of matter cycling in ecosystems*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, CA.
- Säljö, R. (2000). *Lärande i praktiken - Ett sociokulturellt perspektiv*. Stockholm: Prisma.
- Taber, K. S. (1998). *An alternative conceptual framework from chemical education*. International Journal of Science Education, 20(5), 597-608.
- Wertsch, J., W. (1991). *Voices of the mind: A sociocultural approach to mediated action*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Williams, P., Sheridan, S. & Pramling Samuelsson, I. (2001). *Barns samlärande – en forskningsöversikt*. Stockholm: Liber.
- <http://www.ped.gu.se/users/pramling/early/samlarande.html>
- Östman, L. (1995). *Socialisering och mening*: Almqvist & Wiksell.