



Högskolan Kristianstad  
291 88 Kristianstad  
044-20 30 00  
[www.hkr.se](http://www.hkr.se)

# EXAMENSARBETE

***Våren 2013***

*Läroarutbildningen*

## **Lärande om avdunstning**

Hur en lektion förändrar etiopiska elevers uppfattningar om  
avdunstning på mikroskopisk nivå

**Författare**

Maria Rubenson

**Handledare**

Pernilla Granklint Enochson

**Examinator**

Örjan Hansson

[www.hkr.se](http://www.hkr.se)



# Lärande om avdunstning

## Hur en lektion förändrar etiopiska elevers uppfattningar om avdunstning på mikroskopisk nivå

*Maria Rubenson*

### **Abstrakt**

I min uppsats har jag undersökt hur lärares undervisning om avdunstning på partikelnivå påverkar elevernas uppfattningar av fenomenet. Undersökningen genomfördes i fem niondeklasser i Etiopien.

Som teoretisk grund har jag utgått från fenomenografin och variationsteorins perspektiv – i vilka man utgår från att lärande är synonymt med förändring i människors sätt att erfara världen. Enligt dessa teorier är variation av perspektiv och aspekter av det aktuella objektet avgörande för vilket lärande som kan ske.

Studier om elevers uppfattningar om avdunstning på mikroskopisk nivå visar att partikelbegreppet är viktigt för elevers förståelse för avdunstning. Elever vet ofta att materia är uppbyggt av partiklar men inte hur de ska förklara det, de äger inte partikelbegreppet.

Med hjälp av kvalitativa halvstrukturerade intervjuer före och efter undervisningssituationen tog jag reda på hur elevernas uppfattningar förändrades av lektionen. Resultatet av intervjuerna relaterades sedan till den grad av variation som kunde uppmärksammas i de observationer som gjordes av undervisningen.

Studien visade att det var få elever vars uppfattningar förändrades av lektionen, oberoende av hur mycket variation som kunde uppmärksammas. I de fall lärande kunde påvisas fanns dock samband med graden av variation.

### **Ämnesord**

Avdunstning. Etiopien. Fenomenografi. Partikelteori. Variationsteorin.



# INNEHÅLL

<b>1 Inledning</b> .....	6
1.1 Syfte och frågeställning .....	7
<b>2 Bakgrund</b> .....	7
2.1 En naturvetenskaplig förklaring av begreppet avdunstning.....	8
2.2 Etiopien och dess skolsystem.....	9
2.3 Chemistry Syllabus and Minimum Learning Competencies, grade 9 .....	9
<b>3 Litteraturgenomgång</b> .....	10
3.1 Teoretisk utgångspunkt.....	11
3.1.1 Fenomenografi .....	11
3.1.1.1 Kunskap och lärande .....	12
3.1.1.2 Första och andra ordningens perspektiv.....	12
3.1.1.3 Variation av erfارande.....	12
3.1.2 Fenomenografisk forskning .....	13
3.1.3 Variationsteorin.....	14
3.1.3.1 Kritiska aspekter.....	15
3.1.3.2 Mönster av variation .....	16
3.1.3.3 Variationsteorin i klassrummet .....	16
3.2 Elevers lärande om avdunstning på partikelnivå.....	17
3.2.1 Studier om elevers uppfattningar av partiklar och avdunstning.....	18
3.2.2 Studier om utvecklingen av elevers uppfattningar av avdunstning .....	18
3.2.3 Nyttan av en partikelmodell .....	19
<b>4 Metod och material</b> .....	20
4.1 Insamlingsmetod .....	20
4.2 Urval och urvalsgrupp.....	22
4.3 Förhållningssätt till främmande kultur och språk .....	23
4.4 Bearbetning av empirin.....	24
4.5 Etiska överväganden .....	25
4.6 Reliabilitet och validitet.....	25
<b>5 Resultat och analys</b> .....	26

5.1 Kategorisering.....	27
5.2 Resultat från första skolan .....	28
5.2.1 Resultat och analys av elevintervjuerna .....	28
5.2.2 Variation i undervisningssituationen.....	29
5.2.3 Elevintervjuernas resultat i förhållande till mängden variation i undervisningen .....	30
5.3 Resultat från andra skolan.....	31
5.3.1 Resultat och analys av elevintervjuerna .....	31
5.3.2 Variation i undervisningssituationen.....	32
5.3.3 Elevintervjuernas resultat i förhållande till mängden variation i undervisningen .....	33
5.4 Resultat från tredje skolan .....	34
5.4.1 Resultat och analys av elevintervjuerna .....	34
5.4.2 Variation i undervisningssituationen.....	34
5.4.3 Elevintervjuernas resultat i förhållande till mängden variation i undervisningen .....	36
5.5 Resultat från fjärde skolan .....	37
5.5.1 Resultat och analys av elevintervjuerna .....	37
5.5.2 Variation i undervisningssituationen.....	38
5.5.3 Elevintervjuernas resultat i förhållande till mängden variation i undervisningen .....	40
5.6 Resultat från femte skolan .....	40
5.6.1 Resultat och analys av elevintervjuerna .....	41
5.6.2 Variation i undervisningssituationen.....	42
5.6.3 Elevintervjuernas resultat i förhållande till mängden variation i undervisningen .....	45
5.7 Sammanfattande analys .....	45
<b>7 Diskussion .....</b>	<b>46</b>
7.1 Metoddiskussion .....	46
7.2 Resultatdiskussion.....	48
7.2.1 Variationens betydelse för lärande .....	48

7.2.2 Språkets inverkan .....	49
7.2.3 Utveckling av uppfattningar av avdunstning på partikelnivå .....	50
7.2.4 Partikelbegreppets betydelse .....	51
7.2.5 Konsekvenser för yrkesrollen och framtida forskning.....	52
<b>8 Sammanfattning.....</b>	<b>53</b>
<b>9 Referenser .....</b>	<b>55</b>
<b>10 Bilaga .....</b>	<b>59</b>
10.1 Intervjuguide .....	59

# 1 INLEDNING

För att kunna ta ställning i miljörelaterade frågor, såväl i vardagen som i politiska och ekonomiska frågor, är det viktigt att ha en naturvetenskaplig grund att stå på. Skolan har en avgörande uppgift i utvecklandet av denna naturvetenskapliga grund. Det är viktigt för elevernas förståelse att de kan se en koppling mellan dagliga upplevelser och den naturvetenskapliga teoretiska undervisning (Löfgren, 2009).

Avdunstning och vattenånga är grundläggande naturvetenskapliga fenomen som är viktiga att förstå för att kunna ta ställning till frågor rörande växthuseffekten och hållbar utveckling. För att kunna delta i debatter i samhället krävs det att man är förtrogen med naturvetenskapliga modeller som exempelvis partikelteori för fasövergångar. Eftersom avdunstning är ett fenomen där någonting upplevs försvinna är det ofta svårt för elever att förstå vad som händer på en mikroskopisk nivå (Andersson, 2001). För att eleverna ska få en vetenskaplig bild av gas och avdunstning är det viktigt att de behärskar partikelbegreppet (Johnson 1998 refererad i Löfgren, 2009).

Som teoretisk ansats har jag använt mig av fenomenografins och variationsteorins sätt att se lärande som en förmåga att erfara världen. Inom fenomenografisk forskning fokuserar man på människors uppfattningar av olika fenomen (Marton & Booth, 2000), vilket går hand i hand med min undersökning om elevers uppfattningar av avdunstning på partikelnivå. En undersökning med fenomenografisk ansats fokuserar på vilka olika uppfattningar som exempelvis elever har av ett visst fenomen. En variationsteoretisk undersökning ser även till vad som är möjligt för eleverna att urskilja om fenomenet i en undervisningssituation (Pang, 2003 refererad i Wernberg, 2009).

En studie som genomförts i fem klassrum visade att olika lärande skedde hos eleverna trots att lärarna behandlade samma innehåll, en del av lärarna använde till och med samma läromedel. Vad eleverna kunde uppfatta i lektionen berodde på hur lärarna behandlade det aktuella



innehållet (Runesson, 1999). Med detta resultat i bakhuvudet ville jag se vad elever i fem olika klassrum kunde lära sig under en lektion om avdunstning.

Flertalet studier har gjorts om hur elever i Sverige uppfattar fenomenet avdunstning (se till exempel Löfgren, 2009; Lindner 2007). Det har också gjorts ett antal svenska undersökningar om vad som är avgörande för elevers lärande (se exempelvis Wernberg, 2009; Kullberg, 2010) Jag ville se vilka resultat liknande studier skulle få i en etiopisk kontext.

## 1.1 Syfte och frågeställningar

Uppsatsens syfte är att undersöka sambandet mellan hur ett fenomen, i det här fallet avdunstning på partikelnivå, undervisas och hur elevernas uppfattningar av objektet förändras. Utifrån ett fenomenografiskt och variationsteoretiskt perspektiv ska undersökningen ge svar på vilka möjligheter undervisning ger eleverna att utveckla sina föreställningar kring begreppet avdunstning på partikelnivå.

Uppsatsen ska svara på frågan:

*Hur förändras elevers uppfattningar av avdunstning på partikelnivå av en lektion om avdunstning?*

## 2 BAKGRUND

Eftersom uppsatsen handlar om elevers uppfattningar av avdunstning på partikelnivå tas det i följande avsnitt upp en naturvetenskaplig förklaring till vad det berörda fenomenet innebär. Det empiriska materialet som studien bygger på är insamlat i Etiopien, därför kommer det nedan ett avsnitt om skolsystemet i Etiopien. Ett utdrag ur den kursplan som varit aktuell för undersökningen – den etiopiska kursplanen för ämnet kemi i årskurs nio – presenteras också.

## 2.1 En naturvetenskaplig förklaring av begreppet avdunstning

För att avgränsa det valda fenomenet, avdunstning, valde jag att inrikta mig på den mikroskopiska förklaringsmodellen. I den mikroskopiska modellen förklarar man avdunstning utifrån partikelnivå, till skillnad från i den makroskopiska modellen som vi kan erfara direkt med våra sinnen (Andersson, 2001).

Vatten finns i tre olika faser: fast (is), flytande (vatten) och gas (vattenånga). Oavsett fas är vattnet uppbyggt av molekyler. Det som skiljer sig mellan faserna är molekylernas rörelsemönster. I fast form rör sig molekylerna långsamt i ett kompakt mönster eftersom attraktionsenergin mellan molekylerna är större än rörelseenergin vilket ger jämvikt. Om energi tillförs ökar vibrationsenergin i förhållande till attraktionsenergin och molekylerna rör sig mer än tidigare – vattnet omvandlas till flytande form. Tillförs ytterligare energi ökar rörelseenergin än mer och molekylerna rör sig ännu snabbare i förhållande till varandra vilket leder till att attraktionskrafterna till slut övervinns och molekylerna rör sig helt fritt. Vid den här fasen kokar vattnet. Då rörelseenergin har blivit tillräckligt stor övergår vattnet till gasform. Eftersom alla molekyler inte har samma grad av attraktion mellan molekylerna, har de olika lätt för att avdunsta. Ämnen som har låg grad av attraktion mellan molekylerna kallas för flyktiga ämnen, medan de som har hög grad av attraktion kallas för icke-flyktiga ämnen (Lindegren, 2007).

Molekyler som är nära varandra påverkar varandra med en kraft som kallas intermolekylär. Denna kraft är antingen repulsiv eller attraktiv beroende på avståndet mellan molekylerna. Krafterna mellan molekylerna är de samma oavsett i vilken fas ett ämne är i. Graden av kinetisk energi i de olika faserna skiljer sig. I gasfas är energin stor och molekylerna kan röra sig fritt till skillnad från i vätskefas då molekylerna vanligtvis inte kan separera. I fast fas kan molekylerna knappt röra sig alls (Jönsson, 1998).

## 2.2 Etiopien och dess skolsystem

I Etiopien är det obligatoriskt att gå i skolan från årskurs ett till sex. Grundskolan som varar i åtta år är gratis. Efter årskurs åtta kan man fortsätta i fyra år innan man kan välja att studera vidare på universitet (Utrikespolitiska institutet, 2011).

Etiopien har drygt 83 miljoner invånare (uppgift från 2011 se Unesco, 2012) som talar över sjuttio olika språk (Ethnologue, 2013). Min undersökning genomfördes i två städer som ligger i olika delar av Etiopien. I den ena (huvudstaden Addis Abeba) talar man huvudsakligen amarinja och i den andra (som ligger 30 mil från huvudstaden) talar man huvudsakligen oromiffa<sup>1</sup>. Eftersom amarinja är det språk som anses vara landets officiella språk, lär sig elever i alla delar av landet även amarinja. Engelska är ett skolämne från årskurs ett och från och med årskurs nio ska samtliga ämnen undervisas på engelska (Utrikespolitiska institutet, 2011). På en del privatskolor sker all undervisning (förutom hemspråk) på engelska redan för tidigare åldrar. År 2009 fullföljde, enligt Unesco (2012), 41,7% grundskolan.

## 2.3 Chemistry Syllabus and Minimum Learning Competencies, grade 9

Nedan kommer ett utdrag ur ” Chemistry Syllabus and Minimum Learning Competencies, grade 9”, de delar som rör avdunstning (Ministry of Education, 2010, s. 152-154, s. 202). Dokumentet kan ses som den etiopiska motsvarigheten till den svenska kursplanen i kemi för årskurs nio.

### **Chemistry Syllabus and Minimum Learning Competencies, grade 9**

- Define intermolecular forces, explain dipole-dipole and dispersion forces and illustrate using examples
- Explain the effects of hydrogen bond and dispersion forces on the properties of substances
- Name and give examples of the three physical states of matter

---

1 Språken kallas på svenska ofta för amhariska och oromo, men jag har valt att i min uppsats använda mig av språkens egna namn amarinja och oromiffa

- State kinetic theory of matter, explain and compare the properties of the three physical states of matter in terms of kinetic theory
- Explain the terms evaporation, condensation, vapor pressure, boiling point, heat of vaporization and heat of condensation
- Explain the terms - melting, fusion, sublimation, melting point, freezing point, heat of fusion and heat of solidification
- Describe phase changes and explain temperature changes associated to phase changes
- Demonstrate an experiment to show phase changes using ice, liquid water and water vapor

#### **Unit 5: The physical states of matter**

*Unit outcomes;* Students will be able to:

- Understand the kinetic molecular theory and properties of the physical states of matter
- Know terms like ideal gas, diffusion, evaporation, condensation, vapor pressure, boiling point, molar heat of vaporization, molar heat of condensation, melting, fusion, sublimation, melting point, freezing point, molar heat of fusion, molar heat of solidification
- Carry out experiments to determine the boiling points of liquids and the melting point of solids
- Demonstrate an experiment to show phase change

### **3 LITTERATURGENOMGÅNG**

Min uppsats tar sitt avstamp i den fenomenografiska teorin och därför inleds litteraturgenomgången med en redogörelse för denna teori. Sedan följer avsnitt om fenomenografisk forskning och variationsteorin, samt exempel från studier som utgått från ett

variationsteoretiskt perspektiv. Den andra delen av litteraturgenomgången speglar tidigare forskning om elevers lärande gällande avdunstning på mikroskopisk nivå.

### 3.1 Teoretisk utgångspunkt

Fenomenografin och variationsteorin är här översiktligt beskrivna – fokus har lagts på de delar som är väsentliga för uppsatsen, därför finns bland annat ett särskilt avsnitt för fenomenografisk forskningsmetod och variationsteorin i klassrummet.

#### 3.1.1 Fenomenografi

Fenomenografin är en forskningsinriktning, främst inom pedagogiken och didaktiken, som utvecklats under ledning av Ference Marton vid Göteborgs universitet. Marton ser fenomenografin som en empiriskt utprövad teori som inte har utvecklats inom någon specifik teoretisk ram. Ur en pedagogisk synvinkel menar fenomenografin att lärande är synonymt med förändring i en persons sätt att erfara världen; det är något som händer mellan individen och dess omvärld (Kroksmark, 1987).

Fenomenografin fokuserar människors sätt att beskriva olika vardagliga fenomen. Istället för att studera verkligheten i sig är det individens upplevelser som är i centrum. Trots att det finns en värld som är oberoende av våra erfarenheter kan vi bara se den ur vårt perspektiv, utifrån våra upplevelser. Världen kan alltså uppfattas olika för olika människor. Fenomenografin undersöker hur olika människor erfar samma fenomen, framför allt i ett pedagogiskt perspektiv (Marton & Booth, 2000).

### 3.1.1.1 Kunskap och lärande

Fenomenografin hamnar någonstans mellan en syn på världen som subjektiv respektive objektiv. Istället för att tro att det bara är det man upplever som existerar eller att världen är helt objektiv och att det går att nå fram till en sann och objektiv kunskap om den befinner sig fenomenografin i ett spektrum mellan dessa antaganden. Fenomenografin hävdar att världen är relationell, vilket innebär att det inte går att skilja på människan och hennes uppfattning av världen. Kunskap ses inom fenomenografin som att få insikt i och, direkt eller indirekt, förstå något som man har erfart eller uppfattat (Kroksmark, 1987).

### 3.1.1.2 Första och andra ordningens perspektiv

Det man inom fenomenografin kallar för första ordningens perspektiv är den objektiva verklighet som existerar oberoende av våra uppfattningar. Andra ordningens perspektiv å andra sidan handlar om den subjektivt erfarna världen. Det är på den här nivån som våra uppfattningar och kunskaper om världen är. Om en uppfattning anses riktig eller oriktig beror på vilket perspektiv man utgår från (Marton & Booth, 2000).

Arbetar man utifrån första ordningens perspektiv letar man efter mätbara fenomen som sedan jämförs och kontrolleras med hjälp av etablerad kunskap och teorier. I det här perspektivet är det irrelevant på vilket sätt människor erfar fenomenet. I andra ordningens perspektiv beskriver man fenomen utifrån människors erfarenhet av dem. Till skillnad från den första ordningens perspektiv finns det inga rätt och fel. I undervisning är båda perspektiven nödvändiga. Fenomenografisk forskning tar sitt avstamp i andra ordningens perspektiv (Marton & Booth, 2000).

### 3.1.1.3 Variation av erfarende

Inom fenomenografisk forskning fokuserar man på variation i sätt att erfara världen. Man ser variation som ett villkor för att kunna urskilja delar, helheter, aspekter och relationer, vilka ses

som förutsättningar för att kunna erfara världen (Marton & Booth, 2000). Anledningen till att vi uppfattar saker på kvalitativt skilda sätt är att vi har olika erfarenheter och uppfattningar av den värld vi lever i, vilket får oss att se olika saker i ett och samma fenomen. Vi ser olika sidor av fenomenet beroende på vilka aspekter vi betonar. Det är just de här uppfattningarna som fenomenografin vill belysa, inte vad fenomenet i sig är (Kroksmark, 1987).

Urskiljande och samtidighet är två grundpelare i det mänskliga erfandet. Utifrån dem kan man förstå variationen i olika människors uppfattningar av verkligheten. För att kunna urskilja en kritisk aspekt krävs variation, för att jag till exempel ska kunna avgöra om en person är lång eller kort måste jag ha erfarenhet av olika långa människor. Det krävs dessutom en samtidig variation så att man kan jämföra de observerade objekten och erfara helheten (Marton, 1998).

### 3.1.2 Fenomenografisk forskning

Fokus i fenomenografiska undersökningar är människors skilda uppfattningar kring ett specifikt fenomen. I pedagogiska sammanhang innebär det att man vill ta reda på vad eleverna lär sig, inte hur de lär sig eller i vilka mängder. Tyngdpunkten ligger på elevernas kvalitativt skilda sätt att uppmärksamma och förstå ett fenomen (Marthon & Booth, 2000). Eftersom man inom fenomenografin vill undersöka människors uppfattningar vilka oftast uttrycks i ord, är intervjun den vanligaste insamlingsmetoden (Kroksmark, 1987; Kvale, 2009). Fenomenografiska intervjuer består av öppna intervjuer som syftar till att den intervjuade ska beskriva sina tankar i ett informellt samtal. Forskaren måste vara lyhörd och utveckla intervjun efter de svar hon får men samtidigt hålla sig till ämnet. Hon måste även lyssna efter vad personen verkligen menar även om det inte uttrycks direkt. En grundläggande tanke inom fenomenografisk metod är kontextualisering, det vill säga att visa på en konkret situation som kan ge mening till ämnet (Kroksmark, 1987). Det finns även fenomenografiska studier där man har gjort videoinspelningar och observationer (se exempelvis Lindahl, 1996).

I fenomenografisk forskning bör forskaren bortse från sina epistemologiska och ontologiska uppfattningar av världen för att dessa inte ska påverka resultatet. De intervjuade ska få utveckla sina tankar utan att känna sig bedömda av den som intervjuar dem (Kroksmark, 1987).

Bearbetningen av det empiriska materialet går ut på att bilda sig en uppfattning av helheten för att kunna kategorisera delarna utifrån helheten och på så sätt tydliggöra de kvalitativa skillnaderna (Alexandersson, 1994). I kategoriseringsarbetet är variation i uppfattningar viktiga (Larsson, 1986).

Inom pedagogiken har man använt sig av olika slags fenomenografiska studier. En av dem som Larsson (1986) nämner är ”studier av utbildningseffekter”. I den här studievarianten använder man de uppfattningar man har samlat in, för att skapa kategorier som kan gestalta utbildningseffekter. Materialet samlas in genom intervjuer före och efter undervisningen. Man ser sedan till skillnader i svaren mellan tillfällena. Det är viktigt att man beskriver de olika uppfattningarna noggrant, oavsett om de är ”riktiga” eller ”felaktiga”. Undersökningen går på djupet av elevernas uppfattningar vilket innebär att innehållet redovisas som det är och inte översatt till kvantitativa termer (Larsson, 1986).

### 3.1.3 Variationsteorin

Variationsteorin är en teori för lärande som har vuxit fram ur fenomenografin (Marton, Dahlgren, Svensson & Säljö, 1999). Att lära sig något innebär en förändring i sättet att erfara fenomenet (Wernberg, 2009). I och med variationsteorins utveckling flyttades fokus från fenomenografins studier av olika sätt att erfara ett fenomen, till studier av hur urskiljandet av fenomenens kritiska aspekter beror på erfandet av variation av dessa aspekter (Pang, 2003 refererad i Wernberg, 2009). Enligt Maunula och Magnusson (2011) är variationsteorin ett verktyg för att förstå kopplingen mellan undervisning och lärande.



Inom variationsteorin skiljer man inte på den som erfar något och det som erfars. Det existerar en oberoende verklighet men dess betydelse skapas genom betraktarens upplevelser av den. Den värld vi upplever är en beskriven värld och vi kan inte skilja personen som beskriver den från beskrivningen i sig. På samma sätt sker lärande i relationen mellan individen och dess omvärld. Det är ett så kallat icke-dualistiskt antagande (Marton & Booth, 2000).

Ett exempel som är taget från Holmqvist (2006) behandlar människors olika sätt att erfara ett träd. Om flera människor betraktar ett träd så ser trädet ut på ett visst sätt oberoende av betraktarna men människornas inre bilder av trädet ser olika ut beroende på hur de erfar det. En person kanske i första hand urskiljer färger medan en annan former och en tredje skuggor. De olika bilderna formas utifrån kvalitativa skillnader i människornas sätt att urskilja ett och samma fenomen. Börjar människorna prata med varandra om sina bilder av trädet kan de delge sina olika aspekter och lära sig att se ur varandras perspektiv. Ett lärande har skett då människorna har erfarit världen på ett för dem nytt sätt.

### 3.1.3.1 Kritiska aspekter

Kärnan i variationsteorin är att lärande sker genom urskiljning av aspekter i en helhet. För att kunna förstå ett fenomenets helhet krävs det att eleverna kan urskilja dess kritiska aspekter, detta sker genom variation och samtidighet (Marton & Booth, 2000).

För att ge ett konkret exempel kan vi tänka oss att en klass ska lära sig vad en stol är. För att kunna förstå helheten måste de då se de olika delarna av objektet, det vill säga i det här fallet ben, sittytta och ryggstöd. Delarna är de kritiska aspekterna av det aktuella fenomenet. Men det räcker inte med att eleverna kan urskilja aspekterna var för sig utan de måste se dem samtidigt för att förstå helheten. För att sedan kunna generalisera kunskapen krävs variation av de kritiska aspekterna: eleverna måste kunna se olika slags stolar och ändå förstå att de alla är just stolar. Om man kontrasterar stolen mot exempelvis en pall kan eleverna se att

skillnaden är att en pall inte har ett ryggstöd. Genom att förstå vad objektet inte är ökar förståelsen för vad det faktiskt är (Holmqvist, 2006)

### 3.1.3.2 Mönster av variation

Den nödvändiga variation som krävs för lärande i en viss situation skapas genom kontrast, generalisation, separation och fusion som tillsammans bildar mönster av variation. Kontrast skapas genom mönster av variation av samma aspekt. För att kunna uppfatta vad något är måste man ha något att jämföra det med för att på så sätt förstå vad det inte är. Generalisering i sin tur innebär att man ser vilka egenskaper som är relevanta för att särskilja fenomenet. Man håller då den aktuella egenskapen konstant och varierar sammanhanget. Med separation menar man att en aspekt separeras medan de andra hålls konstanta, man kan då urskilja den aktuella aspekten. Fusion innebär att flera aspekter varieras samtidigt för att man ska kunna erfara samtidig variation (Marton, Runesson & Tsui, 2004).

### 3.1.3.3 Variationsteorin i klassrummet

Lärares roll enligt ett variationsteoretiskt perspektiv är att göra det möjligt för eleverna att urskilja nya aspekter av det aktuella fenomenet, att skifta perspektiv för att tillgodogöra sig lärande (Holmqvist, 2006).

Det är inte bara variationen av dimensioner som tas upp i klassrummet som är avgörande för urskiljningen av olika aspekter, utan även utifrån vems perspektiv. Om läraren ensidigt introducerar och inte låter någon annan komma med inslag, eller om variationen endast håller sig inom en viss ram, begränsas elevernas förståelse. Eleverna får ingen chans att bearbeta de aspekter som inte har lyfts fram i undervisningen, vilket kan leda till att de får svårigheter att urskilja aspekter i fortsatt lärande. Om man tvärtom låter eleverna stå för all variation kommer de helt och hållet att bygga på den förståelse som de redan besitter. Genom att variera

undervisningen och fokusera innehållets olika kritiska aspekter kan eleverna se det aktuella fenomenet i helhet (Runesson, 1999).

En studie med variationsteoretisk ansats visar att elevers möjlighet att erfara kritiska aspekter av ett fenomen beror på hur många olika perspektiv läraren undervisar utifrån. Lärarens förmåga att undervisa genom varierade mönster som utgår från de kritiska aspekterna av objektet, är avgörande för att elevernas uppfattningar ska förändras och lärande ske. Studien visar också att läraren måste vara medveten om både elevernas förståelse och den förståelse som eftersträvas för att själv kunna urskilja och sedan undervisa de kritiska aspekterna av fenomenet (Wernberg, 2009).

I en liknande undersökning kunde forskaren dra slutsatsen att de aspekter som görs möjliga för eleven att uppmärksamma genom de mönster av variation som erbjuds gör skillnad i elevers lärande. En koppling mellan lärarens sätt att undervisa och elevernas lärande var möjlig att se, elevernas lärande speglade det som gjordes möjligt att lära i klassrummet. En annan slutsats som kunde dras var att elever och lärare tillsammans skapar lärande. Genom frågor och exempel från olika perspektiv öppnades flera möjligheter för lärande (Kullberg, 2010).

### 3.2 Elevers lärande om avdunstning på partikelnivå

Många studier har genomförts där man har studerat elevers uppfattningar av avdunstning. Det finns dock inte så mycket forskning om elevers uppfattningar av partiklar och avdunstning som är gjord utifrån ett fenomenografiskt perspektiv, exempelvis har både Eskilsson (2001) och Lindner (2006; 2007) som jag hänvisar till nedan har gjort sina studier med konstruktivistiska ramverk.

### 3.2.1 Studier om elevers uppfattningar av partiklar och avdunstning

I en undersökning som genomfördes med elever från nio till femton års ålder fann man att bland eleverna i 14-15-årsåldern var det enbart 15 % som hade uppfattningen att materia är en sammansättning av partiklar. Bara hälften av de 12-13 år gamla eleverna förstod att materien konserveras vid avdunstning (Stavy, 1990 refererad i Lindner, 2007). Detta resultat står i kontrast till en annan studie där forskarna kunde konstatera att barn i åldern 12-13 år har olika uppfattningar om avdunstning men att de befinner sig på samma abstraktionsnivå och tänker att vattnet förändrats till osynligt tillstånd med partiklar som spridits ut i luften (Bar & Galili, 1994 refererad i Lindner & Redfors, 2006a).

I en studie som undersökte elever i 12-17-års ålderns uppfattningar av kokning och kondensation fick man resultatet att en del elever trodde att syret och vätet separerades vid kokning. Studien visade också att en femtedel av eleverna trodde att vatten försvinner när det avdunstar (Osborne & Cosgrove 1983 refererad i Eskilsson, 2001). Detta resultat skiljer sig från en annan studie i vilken knappt någon av eleverna trodde att vattnet försvann då det övergick i gasform (Eskilsson, 2001).

### 3.2.2 Studier om utvecklingen av elevers uppfattningar av avdunstning

En longitudinell studie som följde elever från förskoleklass till årskurs nio visade att det dröjde tills man kunde märka att undervisningsinslagen om avdunstning hade någon påverkan på elevernas uppfattningar om fenomenet ifråga. En anledning till att det tog tid att påverka elevernas föreställningar kan vara att de upplevde att de föreställningar som de ägde sedan innan fungerade tillräckligt bra i deras värld. Då eleverna väl började använda begreppet avdunstning visade det sig att flera av dem hade ickevetenskapliga förklaringar av begreppet, till exempel att vattnet försvinner (Lindner & Redfors, 2006a). Liknande resultat påvisades i en annan studie där man följde utvecklingen av 11-12-åriga elevers förståelse för materiens förändring. Forskaren kunde notera att det tog tid innan eleverna fick en ökad förståelse för avdunstning, och att vissa elever till och med fick en sämre förståelse under undersökningens lopp. Resultaten visade också att det dröjde innan eleverna spontant började använda sig av

partikelbegrepp för att förklara fenomenet avdunstning. En anledning till att elever i undersökningar ibland ger mer felaktiga svar efter undervisning är att de använder sina nya förklaringsmodeller parallellt med de gamla vilket innebär att uttryck för felaktiga föreställningar kan vara ett steg på vägen mot bättre förståelse. Elevernas svar behöver inte motsvara deras förståelse. Sammanblandning av vetenskapliga uttryck och vardagliga kan också vara en orsak till oförståelse (Eskilsson, 2001). Elever blandar dessutom ofta ihop makroskopiska och mikroskopiska förklaringsmodeller, de översätter makroskopiska egenskaper till den mikroskopiska världen (Andersson, 2001; Lindner, 2007)

Barn har lättare att förstå kokning än avdunstning. Redan vid låg ålder förstår de att vattnet övergår till ånga vid kokning. Möjliga förklaringar till det kan vara att de har egna erfarenheter från köket och att det går att iaktta ångan ovanför kastrullen. Men även om de förstår att vattnet övergår till ånga är kopplingen mellan dessa faser ofta oklar (Andersson, 2001). Även Bar och Travis (1991 refererad i Löfgren, 2009) hävdade utifrån egna undersökningar att det är möjligt för elever att förstå och förklara kokning tidigare än avdunstning under kokpunkten. Deras undersökningar har också visat att förståelse av avdunstning går hand i hand med förståelse av kondensation.

### 3.2.3 Nyttan av en partikelmodell

Flera studier visar att elever sällan spontant använder partikelbegrepp då de ska förklara fasomvandlingar. En partikelmodell kan hjälpa elever att förstå att gas är en form av materia och därmed utveckla en meningsfull uppfattning om vad gas är och vad avdunstning innebär (Löfgren, 2009).

Flera undersökningar har gjorts som har visat att elever har en begränsad förståelse av partikelbegreppet. Eftersom det är viktigt att behärska partikelbegreppet bör man genom anpassad undervisning underlätta elevers utveckling av detta begrepp. I den processen är det viktigt att interagera med eleverna och låta dem vara med och upptäcka med flera sinnen så att deras föreställningar kan utvecklas (Driver 1993 refererad i Lindner & Redfors, 2006a).

För att elever ska kunna förstå och använda vetenskapliga resonemang i sitt vardagsliv måste de få erfara vetenskapligt innehåll och teoretiska modeller i en vardaglig kontext. Därför är det viktigt att man som lärare ger eleverna konkreta exempel i ett sammanhang som man diskuterar utifrån teoretiska modeller (Lindner & Redfors, 2007).

## 4 METOD OCH MATERIAL

I kommande del av uppsatsen kommer det att redogöras för hur det empiriska materialet samlats in och bearbetats, samt vad som legat till grund för de metodval jag har gjort.

### 4.1 Insamlingsmetod

Med tanke på att min studie handlar om enskilda elevers förståelse och vad som är möjligt för dem att lära i en specifik undervisningssituation, var en fenomenografisk kvalitativ ansats ett lämpligt metodval. Kvalitativa intervjuers syfte är att förstå världen ur människors skilda perspektiv. Fenomenologi i kvalitativa studier visar på ett intresse att beskriva världen så som de intervjuade upplever den (Kvale, 2009). Med en variationsteoretisk ansats har jag valt att genomföra intervjuer med lärare och elever före och efter en undervisningssituation samt observera lektionen för att se vad som görs möjligt för eleverna att lära sig och vilka kunskaper de tillägnar sig.

I min undersökning har jag använt mig av kvalitativa halvstrukturerade intervjuer, samt observationer. En halvstrukturerad intervju är lämplig att använda då man försöker förstå olika fenomen i den intervjuades värld utifrån hennes eget perspektiv. I en sådan intervju utgår man som forskare från ett antal på förhand bestämda frågor, men är inställd på att låta de intervjuade utveckla sina svar som det faller sig naturligt (Kvale, 2009). Doverborg och Pramling Samuelsson (2000) menar att syftet med intervjuerna ska styra frågorna men att man måste vara flexibel och lyhörd för att följa upp elevernas svar på ett bra sätt. Eftersom det var önskvärt att ta reda på så mycket som möjligt om elevernas uppfattningar om molekylernas

agerande vid fasomvandlingar, passade den halvstrukturerade metoden bra för min undersökning. Den intervjuguide som jag utgick från i min undersökning finns bifogad i uppsatsen.

För att få ut så mycket som möjligt ur intervjuer om elevers uppfattningar om olika fenomen krävs följdfrågor. Om man intervjuar yngre elever är följdfrågor även nödvändigt för förståelse då man kanske inte använder samma vokabulär och man kan behöva tydliggöra begreppsinnebörder. Det är viktigt att intresserat lyssna på elevernas svar och att utmana dem till vidare tänkande. På så sätt kan intervjuer både hjälpa oss vuxna att förstå barns tankar och hjälpa barn att förstå sina egna tankar (Doverborg et al., 2000). För att få igång eleverna vid intervjutillfället och få dem att känna sig mer säkra på sig själva och bekväma i situationen ställde jag till att börja med frågan ”what happens when you boil water?”. Eftersom de alla troligen har erfarenhet av vatten som kokar var det en lämplig fråga att inleda med.

Intervjuerna spelades in med hjälp av videokamera, liksom de lektioner jag observerade. Detta för att i efterhand kunna gå igenom materialet i lugn och ro och försäkra att jag inte missade någon del. Ljudinspelningen gjorde det möjligt för mig att koncentrera mig på att ta in stämningen och koncentrera mig på det som hände där och då. Under intervjuerna kunde jag koncentrera mig på det pågående samtalet och inte tänka på dokumentationen samtidigt.

De enda sätten att ta reda på hur enskilda elever uppfattar olika fenomen är antingen genom att kommunicera med eleven ifråga eller genom att observera eleven då hon kommunicerar med andra. Lärande och förståelse är ofta kopplat till en viss situation, men elever visar en förmåga att även i andra kontexter kunna beskriva sina uppfattningar om ett visst fenomen, vilket gör det meningsfullt med intervjuer. Elever i olika åldrar är ofta intresserade av sitt eget lärande och som intervjuare kan man få mycket värdefull information om vad som påverkar elevers lärande genom att låta dem beskriva och reflektera över detta (Ginsburg 1997 refererad i Löfgren, 2009)

## 4.2 Urval och urvalsgrupp

För att ta reda på i vilken årskurs undersökningen var mest lämplig att genomföra, vände jag mig till rektorn på en etiopisk skola och frågade i vilken årskurs eleverna lärde sig om avdunstning. Efter att ha undersökt läroböcker stod det klart att de i årskurs sju går igenom avdunstning som en metod för att separera vatten och andra ämnen som till exempel salt. Skolan befogade inte över läroplaner och kursplaner för varje årskurs men efter idogt letande fann vi kursplaner för kemi i läroboken för årskurs nio. I den togs avdunstning på partikelnivå upp utförligt. Det blev avgörande för valet av urvalsgrupp. Att genomföra undersökningen i årskurs nio var också lämpligt med tanke på att undervisningen i Etiopien är på engelska från årskurs nio, vilket underlättade för min förståelse av intervjuer och undervisning.

Jag valde att genomföra undersökningen på fem skolor. Valet av skolor var slumpartat, jag gick helt enkelt till de närmast belägna skolorna och bad att få prata med rektorn. På samtliga fem skolor fick jag lov att genomföra min undersökning. Tre av skolorna låg i huvudstaden Addis Abeba och två av dem i en storstad trettio mil från huvudstaden. Fyra av skolorna var statligt ägda medan den femte var en privatskola. Samtliga skolor hade elever från den etiopiska medelklassen. På tre av de fem skolorna hade lärarna tillgång till laborations-salar, de två skolor som inte hade det (den andra och den femte i min undersökning) beklagade det stort. Mer specifik information om varje skola finns under rubriken ”Resultat och analys”.

Valet av lärare till undersökningen lämnade jag till rektorn som visade mig till en kemilärare för årskurs nio. På de flesta av skolorna fanns det bara en aktuell lärare. Den utvalda läraren fick i sin tur välja ut fyra elever som skulle medverka i undersökningen. Jag bad lärarna att välja elever på olika kunskapsnivå och av olika kön för att få en större bredd på urvalsgruppen.



### 4.3 Förhållningssätt till främmande kultur och språk

Vid tvärkulturella intervjuer finns det risk för att det uppstår missförstånd på grund av olika språkliga och kulturella uttryck. Det är därför viktigt att forskaren vistas i den nya kulturen en längre tid för att lära känna dessa uttryck (Kvale, 2009). Jag har arbetat på olika skolor i Etiopien under totalt ett års tid vilket gör att jag har viss förståelse för de skilda kulturella uttrycken. Ett exempel på ett uttryck i den etiopiska kontexten som skiljer sig från den svenska är ordet ”nej” som anses ohövligt. Helst undviker man att svara nej på en fråga. Detta var något som jag fick ta i beaktande under mina intervjuer och försöka va öppen för skilda uttryck. I intervjuerna frågade jag efter motivering till elevernas svar på de frågor som de besvarat med enbart ja eller nej.

Eftersom eleverna inte kunde flytande engelska, och jag på förhand insåg att det skulle kunna uppstå språkproblem, valde jag att använda mig av tolk. Eleverna fick själva välja om de ville svara på mina frågor på engelska eller sitt modersmål. En del av dem valde att utföra hela intervjun på engelska medan andra pendlade mellan två språk. För att få reda på så mycket som möjligt av elevernas förståelse uppmuntrade jag dem vid behov att uttrycka sig på sitt modersmål för att få fram mer av deras föreställningar. Till de första fyra skolorna hade jag egna tolkar med mig (en tolk i huvudstaden och en annan i den andra staden) som jag visste att jag kunde lita på både vad det gällde språkkunskaper och egenintressen av resultatet. Tolkarna var väl införstådda i syftet med undersökningen och jag gjorde även klart för dem att de inte skulle lägga till något i frågor eller svar utan att rådfråga mig först. På flera av skolorna erbjöd sig rektorn eller den aktuella läraren att tolka men för att eleverna inte skulle känna någon press att svara ”rätt” förklarade jag att jag inte ville att de närvarade vid intervjuerna. På den femte skolan hade ingen av mina tidigare tolkar möjlighet att följa med. Den nya tolk jag blivit försäkrad om att rektorn på skolan skulle ordna dök inte upp, så på den skolan fick jag genomföra intervjuerna själv med viss hjälp av kemiläraren.

## 4.4 Bearbetning av empirin

Det första steget i bearbetningen av den insamlade empirin var att transkribera intervjuer och observationer. Det finns ingen helt igenom sann och objektiv metod för att omvandla en text från muntlig till skriftlig form – transkribering innebär alltid ett tolkningsarbete. En viktig utgångspunkt är att ställa sig frågan vilken utskrift som är lämplig för forskningens syfte (Kvale, 2009). Eftersom jag i mina intervjuer ville ta reda på elevernas uppfattningar kring fenomenet avdunstning valde jag att fokusera på innehållet och vad de intervjuade försökte uttrycka. Därför har intervjuerna inte transkriberats ord för ord. Med tanke på att intervjuerna genomfördes på ett språk som inte behärskades fullt ut av varken elever eller lärare tog jag beslutet att försöka bortse från grammatiska fel och upprepningar av meningar, detta för att kunna se innehållet utan störande moment.

Efter att upprepade gånger ha gått igenom det empiriska materialet fokuserade jag på elevernas förståelse av avdunstning utifrån den mikroskopiska modellen. För att göra resultatet tydligare skapade jag fyra olika kategorier som speglade elevernas förståelse. De kategorier jag valde att använda mig av var ”Har ett relativt utvecklat vetenskapligt partikeltänk”, ”Har ett delvis utvecklat vetenskapligt partikeltänk”, ”Har ett bristfälligt vetenskapligt partikeltänk” och ”Saknar vetenskapligt partikeltänk”. Dessa kategorier utvecklas under rubriken ”Resultat och analys”. Inspiration till kategoriseringen fick jag från Löfgren (2009) och Lindner (2007). Kategorisering av intervjuer i en undersökning gör det lättare att överblicka ett omfattande material och underlättar jämförelser (Kvale, 2009).

I analysarbetet tittade jag på elevernas förklaringar av hur molekylerna i vattnet agerar vid avdunstning, före och efter undervisningssituationen. Jag såg på likheter och skillnader i deras uppfattningar, detta för att se vilket lärande på mikroskopisk nivå lektionen hade gett. Till slut jämförde jag resultaten av intervjuerna med lärarnas undervisning för att se vilket lärande lektionerna hade gett eleverna, och vilka samband som fanns mellan undervisningen och elevernas lärande.

## 4.5 Etiska överväganden

Innan själva undersökningen på en skola ägde rum gjorde jag ett besök på skolan för att prata med rektor och lärare och klargöra upplägg och syfte med undersökningen. På samtliga skolor försäkrades att inga namn skulle nämnas i uppsatsen. Då jag senare träffade de utvalda eleverna förklarade jag samma sak för dem och la även till att ingen annan på skolan skulle få veta vad de hade sagt under intervjuerna. Det insamlade materialet skulle inte komma att användas för något annat än forskningsändamålet. Mitt syfte med detta var att eleverna skulle känna sig trygga och inte oro sig för vad jag skulle göra med materialet, samt att de inte heller skulle känna att de var tvungna att svara "rätt" på frågorna. Samtliga rektorer sa att det inte behövdes något medgivande från målsmän då undersökningen inte gällde något personligt för eleverna. Jag gjorde klart för alla inblandade parter att deras deltagande var frivilligt och att de när som helst kunde avbryta sitt medverkande utan att ange någon orsak. Enligt svensk lag krävs inte målsmans samtycke om eleverna är över 15 år gamla. Samtliga elever i studien hade fyllt 15 år (Codex, 2007).

Elever påverkas av en intervjusituation och det är något som man som forskare måste vara medveten om. Då vuxna intervjuar barn uppstår ett ojämlikt maktförhållande där barnen ofta vill vara den vuxne till lags. Det finns en risk att ledande frågor styr eleverna mot ett visst svar (Kvale, 2009; Doverborg et al., 2000). För att undvika att eleverna skulle styras mot ett särskilt svar försökte jag vid intervjutillfället betona att det inte fanns några rätta och felaktiga svar. Därtill ställde jag öppna frågor och uppmanade eleverna att motivera sina svar. Jag gick in för att bemöta elevernas svar på ett respektfullt och positivt sätt för att få dem att känna sig trygga och vilja dela sina tankar.

## 4.6 Reliabilitet och validitet

Reliabilitet handlar om hur väl undersökningens syfte och resultat stämmer överens. Validitet innebär att forskarna verkligen undersöker det de sagt att de ska undersöka (Kvale, 2009).

Det faktum att jag har genomfört hela undersökningen själv, samt transkriberat intervjuer och observationer på egen hand, höjer graden av reliabilitet och validitet på studien, då jag kan försäkra att allt har gått rätt till i förhållande till syftet med studien. Undersökningen är väl dokumenterad och allt material finns sparad och i säkert förvar.

Genom att tydligt beskriva vilka val man har gjort och motiven bakom dem kan en forskare nå en trovärdighet i sitt arbete (Kvale, 2009). För att läsare ska kunna bedöma reliabiliteten och validiteten i denna uppsats har jag beskrivit vilken teoretisk utgångspunkt jag har haft samt varje del av undersökningens förlopp. De referenser som jag har använt mig av är väl redovisade, vilket gör det enkelt att kontrollera eller läsa vidare för fördjupad förståelse.

De skolor jag har genomfört min studie på ligger samtliga i relativt stora städer. Det kan hända att studien skulle ha fått annat resultat om den genomförts i mindre städer eller byar på landsbygden.

## 5 RESULTAT OCH ANALYS

I den här delen av uppsatsen kommer jag att redogöra för de resultat som undersökningen gav. För var och en av de fem skolorna kommer först ett avsnitt där elevernas uppfattningar av vad som händer med molekylerna i vattnet vid avdunstning redovisas, sedan ett avsnitt där de delar av undervisningssituationen som behandlade avdunstning på partikelnivå skildras. Anledningen till att det finns olika mycket material från lektionerna är dels att lärarna ägnade olika mycket tid till avdunstning på mikroskopisk nivå, dels att de undervisade olika mycket på engelska.

I transkriberingsarbetet har jag fokuserat på innehåll och inte språk, och de citat som återges är därför inte ordagranna. För att göra intervjuer och observationer lättare att förstå har jag

gjort en del grammatiska ändringar och även tagit bort upprepade ord, vilket dock inte har påverkat innehållet. Det är två ord som jag särskilt vill ta upp och förklara hur jag har översatt dem. Det engelska ordet ”go”, som på svenska har flera olika betydelser, har jag översatt med ”förflytta”. Eleverna använder flertalet gånger ett ord som låter som ”spear” (i kontexten molekylerna ”spear” vid avdunstning). Det finns dock inget sådant ord på engelska. Efter att ha undersökt vad de menar med ordet verkar det som att meningsinnehållet är synonymt med svenskans ”sprids”. Kanske att det kan komma ur engelskans ”disperse” som på svenska översätts med ordet ”dispergera” och är ett uttryck man använder för vissa typer av spridning inom fysik och kemi. Det ordet användes av lärare och lärobok.

## 5.1 Kategorisering

För att lättare överblicka intervjustoffet från intervjuerna med eleverna före och efter lektionen har jag använt mig av kategorier. Elevernas uppfattningar om avdunstning på mikroskopisk nivå speglas på en skala från A till D, exempel på uppfattningar på de olika nivåerna ges under varje kategori (se nedan).

A) *Har ett relativt utvecklat vetenskapligt partikeltänk*

uttrycker att molekylerna rör sig från varandra på grund av ökad energi, att partiklarna lämnar det flytande vattnet och förflyttar sig till luften

B) *Har ett delvis utvecklat vetenskapligt partikeltänk*

uttrycker att molekylerna rör sig från varandra, att molekylerna är mer fria i vattenånga än i flytande vatten

C) *Har ett bristfälligt vetenskapligt partikeltänk*

uttrycker att molekylerna är långt ifrån varandra, sprids eller förflyttas till luften, blandar ihop makroskopisk och mikroskopisk nivå på avdunstning

D) *Saknar vetenskapligt partikeltänk*

uttrycker att molekylerna försvinner eller förändras till en annan sorts molekyler

Då eleverna sa att de inte visste vad som händer med molekylerna vid avdunstning sorterades deras svar in under kategori D. Ett streck står för uteblivet svar.

## 5.2 Resultat från den första skolan

Den första undersökningen jag genomförde var på en statlig skola i huvudstaden. Läraren som genomförde lektionen, och som jag även intervjuade före och efter, hade egentligen inte den aktuella klassen i kemi men blev utvald av rektorn och tog på sig att medverka i undersökningen. Relativt stora delar av lektionen undervisade berörd lärare påamarinja och de delarna har jag inte kunnat transkribera.

### 5.2.1 Resultat och analys av elevintervjuerna

Tabell 1. Elevernas uppfattningar före och efter undervisningssituationen, skola 1

<b>Elev</b>	<b>Före</b>	<b>Efter</b>
Elev 1	C	D
Elev 2	C	B
Elev 3	C	C
Elev 4	D	C
Elev 5	B	B

Två av eleverna gav uttryck för ett mer utvecklat partikeltänk efter lektionen, en för ett sämre partikeltänk och två för ett oförändrat. Eleven vars svar hamnade längre ner på skalan efter lektionen (elev 1) sa i den första intervjun att molekylerna sprids vid avdunstning och i den

andra att de försvinner. En av de elever som gav uttryck för ett mer utvecklat tänk efter lektionen (elev 2) sa både innan och efter att molekylerna förändras till gas vid avdunstning men la vid det senare tillfället till ”the molecules are more free in gaseous form than in liquid form than in solid”. Den elev vars svar låg på lägsta nivån innan lektionen (elev 4) visste innan lektionen inte vad som händer med molekylerna i vattnet då det avdunstar. I den andra intervjun sa hon att molekylerna avdunstar och separerar.

Elevernas svar visade på stor variation i uppfattningar både före och efter lektionen. Exempel på elevernas svar på vad som händer med molekylerna vid avdunstning: i den första intervjun; ”spread”, ”change to evaporation”, ”scatter”, ”bond break” och i den andra intervjun; ”disappear”, ”change to gas”, ”separate”, ”evaporate”, ”first together then break into pieces or another kind of molecules”, ”bond break so hydrogen and oxygen will be liberated and separated”.

### 5.2.2 Variation i undervisningssituationen

Läraren berättade att det finns krafter mellan partiklarna som håller ihop dem. Han förklarade även hur partiklarna förhåller sig till varandra i de olika faserna. Han uttryckte sig då så här: ”The solid particles are highly packed together. The liquid is much less packed than solid. The gas part is very scattered. Depending upon temperature.”. Läraren ritade bilder till sin förklaring där partiklarna i de olika faserna var avbildade som prickar olika långt ifrån varandra. Läraren visar på variation då han kontrasterade avståndet mellan partiklarna i de olika faserna.

I mindre grupper fick eleverna arbeta med följande uppgift från läroboken ”Form a group and discuss the following phenomenon: When you take bath with hot water in your bathroom, the water collects on the mirror of the bathroom. Present your discussion to the class” (Ministry of Education, 2010 s.190). Eftersom eleverna diskuterade på amarinja kunde jag inte förstå de tankar de gav uttryck för och kunde därför heller inte avgöra hur stor variation som

diskussionen gav, men eleverna gavs i alla fall möjlighet att uttrycka sina tankar och arbeta med uppgiften utifrån andra perspektiv än lärarens. Läraren följde inte upp uppgiften.

Då läraren skulle förklara skillnaden mellan kokpunkt och avdunstning inledde han med att rita ett exempel på tavlan där vatten kokades i en behållare som var satt över en eldslåga. Sedan sa han: ”We have a liquid part of the water. If we are going to boil, this all process of boiling. If water could be boiled at same temperature or when we put some water on the cup or the dish, it could be burn. Immediately it bubbles or become vapor. Why?”. När han inte fick något svar på frågan övergick han till att förklara på amarinja.

### 5.2.3 Elevintervjuernas resultat i förhållande till mängden variation i undervisningen

Det var inte mycket variation i sätt att se på avdunstning på partikelnivå som kunde skönjas i de delar av lektionen som var på engelska. Hur det såg ut i de delar som var på amarinja (vilka var relativt omfattande) kan jag inte säga något om. Läraren sa efter lektionen att han inte tycker om att undervisa på engelska eftersom han upplever att eleverna inte förstår då.

Viss grad av variation i perspektiv existerade eftersom lektionen baserades på lärarens förklaringar och elevdiskussion. Det lärande som kunde uppmärksammas utifrån elevintervjuerna rörde just den del av lektionen där läraren använde sig av kontrastering och även ritade upp förklarande bilder på tavlan.

Den elev som visade på sämre förståelse för avdunstning efter lektionen sa vid den andra intervjun att molekylerna försvinner vid avdunstning. Detta kan vara en indikation på brist på variation i undervisningen.



### 5.3 Resultat från den andra skolan

Den andra undersökningen genomfördes på en statlig skola i en storstad 30 mil från huvudstaden. Skolan hade nyligen utökats med årskurs nio och tio och både lärare och rektor beklagade att de inte hade tillgång till något laboratorium för undervisning i naturvetenskapliga ämnen. Fram till årskurs åtta hade eleverna haft all undervisning på oromiffa och de var därför inte vana vid att undervisas på engelska. Bristen på engelskkunskaper bland eleverna var något som påpekades både av elever och lärare i intervjuer före och efter lektionen, och som var påtagligt under lektionen.

#### 5.3.1 Resultat och analys av elevintervjuerna

Tabell 2. Elevernas uppfattningar före och efter undervisningssituationen, skola 2

<b>Elev</b>	<b>Före</b>	<b>Efter</b>
Elev 1	D	D
Elev 2	C	C
Elev 3	C	C
Elev 4	C	-

Tabellen baserad på intervjusvaren visar att ingen väsentlig förändring skett i elevernas uppfattningar av avdunstning på mikroskopisk nivå. Den elev som befann sig på nivå D både före och efter lektionen (elev 1) sa i den första intervjun att han inte visste vad som hände med molekylerna och i den andra bland annat "When it boils and go out they can turn into a solid by sublimation". De övriga förklaringarna speglade antingen föreställningen att molekylerna förvandlas till gas eller att de förflyttas till luften. Den elev som fått ett streck

(elev 4) för andra intervjun svarade inte på frågan vad som händer med molekylerna vid avdunstning under det andra intervjutillfället.

### 5.3.2 Variation i undervisningssituationen

Läraren började med att förklara begreppet intermolekylär kraft som attraktionen mellan partiklar. Hon beskrev sedan skillnaden mellan attraktionen i de olika faserna enligt följande: ”Then in gases the particles are in expand form they far apart. They can not arranged in a closed manner due to that the attraction between gas molecules can be less than of the liquid. The particles of liquid can be it is more or less it is far when you compare to this solids but it is less far than that of gases. And then the particles attraction between particles are less than that of the solid because this solid the particles compact each other, the particles can be compact each other. Due to this they have what they have different properties. And then when you say kinetic energy in gases due to what. The kinetic energy of gases can be greater than that of liquid and that of solid. This means kinetic energy when you heat this gas the molecules or the particles of gases can be expanded, due to the space in between two particles of that gases and then it has what higher kinetic energy can be exist in this gas form than that of liquid than that of solid.”. För att göra sitt resonemang tydligare för eleverna skrev hon upp fasernas namn på tavlan och ritade ”krokodilgap” mellan dem för att visa i vilka faser attraktionen är större/mindre jämfört med de andra faserna. Läraren redogjorde sedan för hur detta påverkar ämnens form och volym.

Vi kan i denna inledning av lektionen se flera exempel på variation i framställningen av avdunstning på mikroskopisk nivå. Då läraren förklarade hur partiklarna förhåller sig till varandra i de olika faserna använde hon sig av kontraster och jämförde partiklarnas avstånd till varandra. Hon sammankopplade de mikroskopiska egenskaperna med de makroskopiska när hon sa att det är beroende på partiklarnas avstånd till varandra som ämnen i olika faser har olika egenskaper. Läraren drog paralleller till fenomen som eleverna kunde relatera till från sin vardag.

När läraren skulle beskriva skillnaden mellan kokning och avdunstning på partikelnivå började hon med att fråga eleverna vad de visste men fick ingen respons. Läraren förklarade då att avdunstning är en ”process by which liquid molecules can be converted to gas state or vapor state. This evaporation can be explained in other terms it is energy process by the molecules”. Kokning å andra sidan beskrev hon enligt följande: ”When you are put some amounts of water on heat there is a bubble, the formation of bubbles. Due to when energy is exerted the molecules of water can move freely due to that we have seen the bubbles on the surface of water”. Läraren blandade ihop makroskopisk och mikroskopisk då hon sa att molekylerna kunde omvandlas till gasfas.

### 5.3.3 Elevintervjuernas resultat i förhållande till mängden variation i undervisningen

De gånger läraren ställde frågor utan uppenbara svar fick hon ingen respons från eleverna. I princip var det bara lärarens röst som hördes och ett perspektiv som blev synligt.

Läraren visade på variation med hjälp av kontraster och generalisering. Hon belyste samband mellan fenomenens mikroskopiska egenskaper och deras makroskopiska, vilka eleverna har uppenbar erfarenhet av i sin vardag. I vissa fall blandade läraren ihop mikroskopisk och makroskopisk nivå i sina förklaringar.

Då jag frågade läraren efteråt hur mycket hon trodde att eleverna hade förstått svarade hon ”No, no. They have got simply the highlights”. Hon sa att om det hade funnits material hade hon velat visa eleverna praktiskt hur avdunstning går till. Flera av eleverna sa vid andra intervjutillfället att de hade haft svårt att förstå lektionen och att det hade varit bättre om läraren även undervisat på oromiffa och använt sig av demonstration så hade de kunnat se fenomenet i verkligheten.

## 5.4 Resultat från den tredje skolan

Den tredje skolan låg liksom den andra i en storstad 30 mil från huvudstaden. Denna skola hade enbart årskurs åtta och nio, med åtta klasser i varje årskurs.

### 5.4.1 Resultat och analys av elevintervjuerna

Tabell 3. Elevernas uppfattningar före och efter undervisningssituationen, skola 3

<b>Elev</b>	<b>Före</b>	<b>Efter</b>
Elev 1	C	C
Elev 2	C	C
Elev 3	C	C
Elev 4	C	C

De elever som ingick i undersökningen på den tredje skolan visade stor samstämmighet. Samtliga elever gav uttryck för uppfattningar för nivå C, både före och efter lektionen. Den genomgående föreställningen var att molekylerna förvandlas till gas och förflyttar sig ut i luften. Majoriteten blandade ihop förklaringar på makroskopisk och mikroskopisk nivå.

### 5.4.2 Variation i undervisningssituationen

Läraren demonstrerade avdunstning med hjälp av en bägare med vatten som han ställde över en brännare. Han hade ett lock som var på eller av bägaren beroende på vad han ville förevisa. Genom hela lektionen vände sig läraren till bägaren med det kokande och avdunstande vattnet för att förklara olika fenomen rörande avdunstning.

För att eleverna skulle kunna relatera avdunstning till sin vardag gav läraren exempel på situationer då avdunstning sker och uppmanade dem att studera liknande fenomen hemma, som till exempel när de kokar vatten eller lagar mat.

Då läraren hade förklarat skillnaden mellan om man har lock på eller inte när man kokar vatten, uttryckte han att i en stängd behållare minskar volymen under en period då vattnet avdunstar men att det senare går tillbaka till den ursprungliga volymen, detta till skillnad från i en öppen behållare där vattenvolymen minskar eftersom "Certain amount of liquid molecules change into gas so when the gas mixed or enter to the air then the volume of the gas decrease and decrease. Lastly maybe empty because if we increase the temperature, water boils at one hundred degree, after boiling so the water directly change into gas. Water boil means water molecules all change into gas so the volume of the water becomes decrease.". I förklaringen belyste läraren samband mellan den mikroskopiska och makroskopiska förklaringsmodellen. I sista meningen blandade han dock ihop de olika nivåerna. Då läraren jämförde avdunstning i en öppen respektive stängd behållare varierade han sammanhanget medan aspekten avdunstning hölls konstant.

Som motsatsen till avdunstning förklarade läraren kondensation på följande sätt: "When the gas molecules loose the heat energy they convert to liquid phase.". Eleverna fick ytterligare variation av sätt att se på fenomenet då läraren visade på en kontrast till avdunstning genom att förklara vad det inte är.

Efter introduktionen förevisade läraren avdunstning med hjälp av en bägare med vatten som han ställde över en brännare. Han la ett lock på bägaren och sa: " Just we apply heat and then the water absorb heat energy when water absorbs heat energy the molecules of water start to move in the container". Han uppmanade eleverna att studera liknande fenomen hemma då de kokar vatten eller lagar mat. Läraren förklarade sedan vad som hände i bägaren framför dem: "So as the temperature increases the water or the molecules start to move. The molecules are move highly at high speed in the container. Just after certain time we can observe on the lid of

the container we can observe moisture. So this shows that the water molecules are escaping or they are trap from the liquid”. Läraren varierade här aspekten värme medan sammanhanget hölls konstant.

Efter att ha observerat vad som händer då man kokar vatten, först med locket på och sedan med det avtaget, frågade läraren vilka faktorer som påverkar avdunstning. Han gick sedan igenom vilken inverkan temperatur, yta och intermolekylär kraft har på avdunstning. Det enda läraren i den här delen av lektionen nämnde på partikelnivå var då han förklarade hur den intermolekylära kraften påverkar ett ämnes avdunstning: ”If we leave benzene in room temperature the molecules will leave to the air. Volatile, without no temperature at room temperature the molecules of benzene escape enters to the air, because of the force of the attraction between the molecules are relatively weak”. Han förklarade lite kort vad det innebär att ämnen kan vara flyktiga och icke-flyktiga och gav några exempel från de båda kategorierna. Som ett exempel på en icke-flyktig vätska gav han vatten som han sa hade starka intermolekylära krafter, ”Since they strong force of attraction between molecules they never escape they never leave the liquid at room temperature”. På tavlan skrev han: ”liquids evaporate at room temperature are known as volatile. Ex benzene. They have weak force of attraction between molecules. Liquids which do not evaporate at room temperature are non-volatile liquids”.

### 5.4.3 Elevintervjuernas resultat i förhållande till mängden variation i undervisningen

Läraren förklarade på många olika sätt hur avdunstning går till på mikroskopisk nivå. Han visade med konkret material, ritade bilder, tog anteckningar på tavlan och gav exempel. Fenomenet varierades med hjälp av kontraster, separation och generalisering. Läraren belyste även en mikroskopisk modell utifrån makroskopiska termer. Man kunde se en stor variation i framställningen.

Trots att läraren visade på stor bredd i undervisningen och belyste olika aspekter av avdunstning på partikelnivå visade elevintervjuerna inte på någon större utveckling av elevernas vetenskapliga uppfattning av fenomenet.

## 5.5 Resultat från den fjärde skolan

Den fjärde undersökningen genomfördes på en privat skola i huvudstaden. Eleverna på den här skolan började med undervisning på engelska redan från årskurs sju, vilket märktes vid intervjuerna som jag i princip kunde genomföra helt utan hjälp av tolk.

### 5.5.1 Resultat och analys av elevintervjuerna

Tabell 4. Elevernas uppfattningar före och efter undervisningssituationen, skola 4

<b>Elev</b>	<b>Före</b>	<b>Efter</b>
Elev 1	C	C
Elev 2	C	C
Elev 3	C	C
Elev 4	D	C

De tre elever som inte visade på någon utveckling av sina uppfattningar sa både före och efter att molekylerna separerar vid avdunstning. Den fjärde visste vid det första intervjutillfället inte vad som händer med molekylerna då vatten avdunstar. I den andra intervjun sa eleven (elev 4) att molekylerna separerar. Samtliga elever gav alltså samma svar i intervjuerna efter lektionen.

## 5.5.2 Variation i undervisningssituationen

Läraren blandade mikroskopisk förklaring med makroskopisk förklaring, bland annat då han sa att molekyler i flytande ämnen absorberar energi och förändras till gasform. I ett annat exempel använde han makroskopisk och mikroskopisk modell tillsammans för att förklara ett flytande ämnes egenskap ”flow because the molecules are weaker than solid but stronger gas”. I det fallet kunde den makroskopiska förklaringsmodellen ge eleverna ett perspektiv för att förstå den mikroskopiska modellen.

Eleverna fick vara med och svara på enklare frågor som vilka faktorer det är som påverkar avdunstning (temperatur, intermolekylär kraft och yta).

Läraren förklarade relationen mellan värmeenergin och attraktionsenergin vid avdunstning på följande sätt: ”If the rate of temperature increase, if the temperature is higher than pressure it gets high energy. In that case the rate of evaporation. At higher temperature more molecules become enough high energy to move the attract force between molecules in the liquid and enter the vapor state because this is if it absorbs or takes place high heat energy or light energy or any heat energy or anything it has get the speed or the rate or the rapid. (...) Because we have at more energy the rate also increase. We have at less amount of energy the evaporation is weak or slowly.”

Läraren använde tavlan för att rita bilder som kunde hjälpa eleverna att förstå. Bland annat ritade han två olika stora behållare att utgå från då han förklarade hur yta påverkar avdunstningens hastighet. Han ritade upp två olika stora behållare med vätska på tavlan, den mindre benämnde han ”A” och den större ”B”. Han frågade sedan ”Which given rate is increase?” och svarade själv på frågan ”The rate of B is increase. The rate of evaporation of B is increase”. Han förklarade med hjälp av tavlan att i båda bågarna fanns vatten och om man tillsätter värme ”The rate of B is increase because this area is large the molecules are easily separated. (...) Because this one (pekar på A) crowded, the molecules are very crowded, the



molecules aren't rich in that case the reaction is take place slowly. In large surface area the reaction takes place rapidly or they have high energy because molecules are easily disperse in large surface area. (...) The surface area increase the rate also increase". I det här stycket väljer läraren ord som "crowded" och "rich" som kan ha förvirrat eleverna. När läraren beskrev hur storleken på ytan påverkar hastigheten på avdunstningen varierade han aspekten yta medan sammanhanget var det samma.

När läraren skulle förklara den intermolekylära kraftens inverkan på avdunstning började han med att skriva följande på tavlan och läsa det högt för eleverna: "at higher temperature more molecules will have enough kinetic energy to overcome the attractive forces b/n the molecules in the liquid, and enter the vapour state". Han uppmanade dem att anteckna det som han skrivit på tavlan.". Då han läst klart från tavlan la han till "because liquid changes to vapor state because the molecules are easy dispersed or breaking down by depend on the temperature or the heat energy". Läraren tog sedan upp olika typer av kemiska bindningar och intermolekylära krafter. Han sa att bindningen mellan två atomer kallas för intermolekylär kraft: "Because the bonds between to get heat energy, these molecules are easily break. Molecules are easily breaking down.".

Som exempel på när den molekylära kraften utgör skillnaden för om en vätska avdunstar eller inte gick läraren genom flyktiga och icke-flyktiga gaser. Han förklarade att om den intermolekylära kraften är svag avdunstar vätskan snabbt jämfört med i en "non-volatile" vätska där den intermolekylära kraften är stark, vilket gör att vätskan avdunstar långsamt. Han la till: "In that case they take place high amount of temperature or energy because that strong particles are breaking down by high temperature." och "This strong parts is break by high temperature or by high heat energy".

### 5.5.3 Elevintervjuernas resultat i förhållande till mängden variation i undervisningen

Läraren förklarade ingående vad som händer med molekylerna vid avdunstning och varför det blir som det blir när flytande vatten övergår till gasform. Han pratade mycket utan att släppa in eleverna – då de fick svara på frågor var det i princip bara att ge självklara svar i kör. Det gjorde att det var lärarens perspektiv som dominerade. Han kompletterade dock med text och bild på tavlan och uppnådde en hel del variation i undervisningen när han förklarade molekylernas agerande ur olika vinklar och sammanhang. Bland annat visade läraren på variation genom att använda sig av separation och kontrast då han varierade aspekterna yta, intermolekylär kraft och temperatur.

Trots den variation som undervisningen innehöll visade eleverna inte på något märkbart lärande vid det andra intervjutillfället. Eleverna sa efter lektionen att det var lätt att förstå innehållet och läraren sa att han trodde att eleverna förstått, men eleverna gav inte uttryck för någon fördjupad förståelse.

## 5.6 Resultat från den femte skolan

Den femte skolan var en statlig skola, även den i huvudstaden men i ett annat område än den första och fjärde skolan. På grund av olyckliga omständigheter hade jag ingen tolk under intervjuerna på den här skolan. Läraren hjälpte mig lite under intervjuerna före lektionen men efteråt fick jag klara dem helt på egen hand. Intervjuer med fyra elever genomfördes men eftersom språkproblemen var så pass stora med en av eleverna har jag valt att bortse från den i mitt resultat.

### 5.6.1 Resultat och analys av elevintervjuerna

Tabell 5. Elevernas uppfattningar före och efter undervisningssituationen, skola 5

<b>Elev</b>	<b>Före</b>	<b>Efter</b>
Elev 1	C	B
Elev 2	C	C
Elev 3	A	C

Eleverna från den femte och sista skolan hade ett blandat resultat när det gällde skillnaderna i deras förklaringar av avdunstning på mikroskopisk nivå före och efter lektionen.

En elev gav uttryck för en mer utvecklad partikelteori, en för en mindre utvecklad och en för en oförändrad. Den elev som var på nivå A i den första intervjun och hamnade på nivå C i den andra (elev 3) sa vid det första tillfället: "some particles go from the boiling materials, we see some particles go the surroundings we are going to loose some them" och "These particles are, when we see water, water is made from hydrogen and oxygen so these bonds is broken down so the particles move to the surrounding". I den andra intervjun sa eleven bara att molekylerna bryts ner. Troligen hade elevens uppfattning om molekylernas agerande inte försämrats men eftersom eleven inte utvecklade sitt svar andra gången hamnade uttalandet på nivå C. Eleven som visade på en oförändrad uppfattning (elev 2) sa både i den första och andra intervjun att molekylerna "spear" vid avdunstning. Den elev som gav uttryck för en mer utvecklad förståelse vid det andra tillfället (elev 1) nämnde då till skillnad från första gången att molekylerna rör sig mer i gasform än i flytande form.

## 5.6.2 Variation i undervisningssituationen

Lektionen inleddes med att eleverna i grupp fick diskutera begreppen avdunstning, förångning, kondens och kondensation. Eftersom eleverna pratade med varandra påamarinja förstod jag inte vad de sa och vilken eventuell variation som förekom.

I nästa del av lektionen kallade läraren fram en elev som fick berätta för resten av klassen vad deras grupp hade kommit fram till. Hon sa bland annat: "evaporation is the process of change liquid to gases but when we say evaporation means the change of liquid molecules break down to the vapor". Skillnaden mellan avdunstning i en öppen och en stängd behållare beskrev hon enligt följande: "If you have a closed container there is a pressure there is no evaporation, but if we have an open container there is no pressure affect the temperature then". När den första eleven var klar kallade läraren fram en annan elev som läste innantill ur boken och förklarade påamarinja. Det hon läste ur boken var: "The process by which a liquid changes to gas is known as vaporization. Evaporation is the process by which liquid molecules move freely from the liquid surface and enter the vapor phase". Det eleven förklarade påamarinja förstod jag inte men eftersom hon använde en del engelska begrepp förstod jag att hon bland annat tog upp avdunstning i stängd respektive öppen behållare, förhållandet mellan temperatur och avdunstning, skillnaden mellan flyktiga och icke-flyktiga vätskor samt molekylär kraft.

I elevernas presentationer kan man se att de blandar ihop makroskopiska och mikroskopiska förklaringar av avdunstning, exempelvis då den första eleven som kom fram för att förklara sa att molekylerna bryts ner till ånga. Samma elev gav även vetenskapligt felaktig information då hon sa att det inte sker någon avdunstning i en stängd behållare på grund av tryck men att vattnet avdunstar i en öppen behållare eftersom där inte finns något tryck.

Läraren skrev följande information på tavlan: "Evaporation. The process of liquid change to gas is known as vaporization, and the process of liquid molecules break free from the liquid

surface and enter the vapor phase is known as evaporation. Evaporation continues until all liquid changed into gas in open container but evaporation in closed is d/t in closed container. That makes it it decreases the liquid at the 1<sup>st</sup> and becomes unchanged after some minutes it becomes unchanged because some gas molecules loose energy and returned back to the liquid.”. Han läste sedan upp det för eleverna.

Under tiden som eleverna presenterade ämnet ritade läraren upp en bild på tavlan som föreställde två behållare som stod över var sin värmekälla. Båda behållarna var till hälften fyllda med vatten och läraren ritade uppåtpekande pilar som symboliserade ånga som gick upp från vattenytan. Den ena behållaren var öppen så ur den gick pilarna upp i luften ovanför. Den andra behållaren var stängd med ett lock och i den ritade läraren även pilar som gick neråt från locket mot vattenytan. Läraren vände sig sedan till bilden då han förklarade skillnaden mellan avdunstning och förångning samt kondensation som motsats till avdunstning. Det senare beskrev han med hjälp av bildens två behållare där den ena var stängd och den andra öppen. ”In an open container the liquid decreases. (...) Because some vaporized molecules of the liquid after the vapor they becomes condense or becomes loss of energy then they turn back. This is open container where we are liquid and then they becomes transform liquid to gases. Then this container they will be free. In this container (pekar på den stängda) the liquid becomes charging energy or getting energy and they becomes changing into gas and move out from the surface of the water and then they condense on the cover of the container if they loose some amount of energy they return back. So after some minutes (...) this liquid becomes unchanging because some of the vapor molecules return back to the liquid then it becomes balance.”. Då läraren förklarade skillnaden mellan avdunstning i en stängd respektive öppen behållare hölls aspekterna konstanta medan sammanhanget varierade. Han belyste även den mikroskopiska förklaringsmodellen utifrån makroskopisk nivå.

När läraren skulle beskriva skillnaden mellan avdunstning och förångning uttryckte han sig så här: ”Evaporation is the break down of liquid molecules from the surface of the water and enter to the gas. For instance if this is water and this is the surface of water the separation of the gas molecules from the surface of the liquid and they are returning to their gasous state to

be. (...) Vaporization is the changing of liquid into gases and they might be within the liquid, there are of burns of gases within liquid. Evaporation means the separation of water molecules, that is hydrogen and oxygen. Liquid changes into gas there is separation of bonds between hydrogen and oxygen". I sin förklaring blandade läraren mikroskopisk och makroskopisk nivå. Han blandade även uttrycken "evaporation" (avdunstning) och "vaporization" (förångning) på sätt som kunde förvirra eleverna. Genom att förklara kondensation som motsats till avdunstning gav läraren eleverna möjlighet att se vad avdunstning inte är.

Läraren bjöd flertalet gånger in eleverna i lektionen och lät dem uttrycka sina uppfattningar kring avdunstning på partikelnivå. Ibland gav han dem bara enkla frågor som de kunde svara på i kör men de fick även delge mer djupgående förklaringar vilket visade på större aspekter av fenomenet. Ett exempel på växelspel mellan elever och lärare var då läraren kom in på vilken roll vätskans yta spelar för avdunstning. Han inledde då med att ställa följande fråga till eleverna "When surface area increase what happens and when it decrease what happens?". En elev svarade: "The surface area increase the evaporation will be energy will be and the surface area increase the evaporation will be increase because of the surface area increase the molecules are spears and this time evaporation increase". Läraren själv förklarade det så här: "As the surface area increases the evaporation becomes increasing because most of the particles are getting energy. And large amount of molecules liquid becomes getting energy. (...) And the other one, the opposite of this, if the surface area decrease evaporation becomes decrease because not more amount of molecules can get energy". Läraren gav här exempel på vad som händer när ytan ökar och när den minskar – en kritisk aspekt varierades medan sammanhanget hölls konstant.

Ett liknande samarbete utspelade sig då avdunstning belystes utifrån den intermolekylära kraften. Elevens svar den gången kunde jag inte uppfatta men läraren verkade nöjd med det. Han la sedan till: "Intermolecular force means it is the attraction between molecules. For instance water molecules are attract each other. That is by hydrogen bond. Evaporation is breaking or adding energy to break down the attraction between two molecules. As

intermolecular force of attraction between molecules increases what will happens? evaporation increase or decrease?”. Eleverna svarade i kör ”decrease” varpå läraren fortsatte: ”Decrease because it means high amount of energy”.

### 5.6.3 Elevintervjuernas resultat i förhållande till mängden variation i undervisningen

Avdunstning belystes under lektionen på en mängd varierade sätt. Läraren förklarade med ord och bild. Han visade på variation genom generalisering, separation och kontrast. Bland annat separerades och varierades aspekterna temperatur och yta medan sammanhanget hölls konstant.

Eleverna fick diskutera i grupp och sedan delge sina tankar för resten av klassen. Ett samspel mellan lärare och elever förekom där eleverna fick uttrycka sina uppfattningar av avdunstning på partikelnivå och läraren byggde vidare på det – elevernas röster fick reellt inflytande i lektionen. Det aktuella fenomenet belystes på så sätt ur flera olika perspektiv.

Trots de olika perspektiven och den stora variationen var det svårt att i elevintervjuerna se en utveckling i elevernas partikeltänk. Ett exempel på lärande förekom dock då en elev gav uttryck för att ha lärt sig att molekylerna rör sig mer då vatten är i gasform än i flytande form.

## 5.7 Sammanfattande analys

Totalt sett var det fyra elever som visade på en mer utvecklad förståelse för avdunstning på mikroskopisk nivå efter undervisningssituationen, tretton elever gav uttryck för en oförändrad uppfattning medan en elev uttryckte en mindre utvecklad föreställning vid det andra intervjutillfället.

Flera av lärarna visade på stor variation genom separation, kontrast och generalisering utifrån skilda perspektiv. Ändå gav majoriteten av eleverna inte uttryck för att något lärande hade skett. Vid de två tillfällena lärande kunde uppmärksammas (hos vardera en elev på skola ett och fem) var variation av aspekter märkbara. I det enda fall där en elev uttryckte en uppfattning som var på en lägre vetenskaplig nivå efter lektionen (på den första skolan då en elev efteråt sa att molekylerna försvinner då vattnet avdunstar) hade lektionen låg grad av variation i sätt att se på avdunstning.

Få samband mellan graden på variation i undervisningen och utvecklingen av elevernas förståelse av avdunstning på partikelnivå kunde uppfattas. De flesta elever hade samma föreställningar av avdunstning på partikelnivå både före och efter lektionen (motsvarande kategori C). Många elever och lärare nämner i intervjuerna att det faktum att undervisningen ska vara på engelska gör att det är svårt för eleverna att förstå.

## 7 DISKUSSION

Med tanke på språk och kulturskillnader finns det flera möjliga felkällor i mitt material. Dessa samt andra reflektioner angående den metod jag utgått från finns i första avsnittet nedan. Efter det kommer en resultatdiskussion där material från empirin diskuteras i förhållande till tidigare forskning som redovisats i litteraturdelen.

### 7.1. Metoddiskussion

Det finns ett antal möjliga felkällor i min studie. Den största är nog språkproblem vid intervjusituation och transkribering. Jag har varit tvungen att göra en tolkning utifrån det material som har samlats in och det är inte säkert att mina tolkningar helt och hållet stämmer överens med vad eleverna och lärarna försökte uttrycka. En annan faktor som kan ha påverkat trovärdigheten av studien är närvaron av en okänd observatör och en videokamera. Det påverkade troligen både elever och lärare och gjorde att undervisningssituationen inte var den



samma som i vanliga fall. Ytterligare något som kan ha gjort att undervisningssituationen som jag fick observera inte var likadan som lektionerna brukar vara är om lärarna kände ett behov av att höja nivån på grund av att de var observerade och medverkade i en undersökning. Frågan är också om de hade översatt mer till elevernas förstaspråk om inte jag hade närvarat.

De tolkar jag använde mig av var troligen inte perfekta och även där kan fel ha smugit sig in. Med tanke på att de först hade tolkat elevens svar och sedan översatt åt mig, blir min tolkning en andrahandstolkning. Eftersom undersökningen genomfördes i ett land där jag inte är helt införstådd i kultur och språkbruk är det inte heller säkert att jag har uppfattat det som elever och lärare försökte uttrycka på rätt sätt. De kanske har andra uttryck eller använder begrepp på sätt än jag är van vid. På den sista skolan hade jag ingen tolk vilket gjorde att kommunikationen mellan mig och eleverna inte flöt lika bra och det var svårare att få fram utförlig information om deras tankar. En av intervjuerna blev så bristfällig att den togs bort ur studien. Det var även svårt för mig att se till hela undervisningssituationerna i min analys eftersom mer eller mindre stora delar av dem genomfördes på annat språk än engelska.

Det empiriska materialet samlades in i elevernas skolmiljö och undersökningen organiserades med hjälp av deras lärare. Det kan ha förstärkt elevernas vilja att i intervjuer och på lektioner svara ”rätt” på frågor – det vill säga de svar de trodde att jag eller deras lärare ville höra. Intervjuerna hölls på elevernas raster alternativt efter skoltid. Detta kan ha gjort att eleverna inte ville utveckla sina svar utan ha intervjun avklarad så snart som möjligt.

Till min undersökning bad jag rektorer och lärare att välja ut ett antal elever som skulle medverka i studien. För att få så stor spridning som möjligt i resultaten bad jag dem att välja elever på olika kunskapsnivå. Det är dock inte säkert att de gjorde det utan eventuellt plockade de ut de bästa eleverna för att undersökningen skulle få så ”bra” resultat som möjligt.

Intervjuerna inför samt observationen av lektionen styrde i viss mån intervjun efter lektionen. De tolkningar jag gjorde av vad eleverna hade möjlighet att lära under lektionen kan ha påverkat mina frågor och därigenom elevernas svar i den andra intervjun.

## 7.2 Resultatdiskussion

Syftet med uppsatsen var att se vilket samband det finns mellan hur elevernas föreställningar om avdunstning på partikelnivå förändras genom en lektion om avdunstning. Nedan följer en diskussion om resultatet och hur det kan relateras till tidigare forskning.

### 7.2.1 Variationens betydelse för lärande

Undersökningen gav resultatet att det inte spelade så stor roll hur mycket variation läraren skapade i lektionen – elevernas föreställningar av avdunstning på mikroskopisk nivå förändrades inte oavsett. Detta står i motsats till variationsteorins grundantagande att lärande sker genom urskiljning av kritiska aspekter som framgår genom variation (Marton & Booth, 2000). Det går också stick i stäv med undersökningar som gjorts rörande vad som krävs för att lärande ska uppstå. Exempelvis kom Kullberg (2010) i en studie fram till att de aspekter som görs möjliga för elever att uppmärksamma genom mönster av variation i en lärandesituation gör skillnad för elevers lärande. Studien visade på klara kopplingar mellan undervisning och lärande som reflekterade det som var möjligt att erfara i klassrummet.

Trots att en del av lektionerna visade på stor variation gav majoriteten av eleverna inte uttryck för något lärande. Det fanns dock några undantag och i de fall man kunde notera lärande var variationen i undervisningen märkbar. Undervisningen gav möjlighet för eleverna att urskilja kritiska aspekter genom den nödvändiga variation (kontrast, generalisering och separation) som krävs för lärande (Marton et al., 2004). Det är möjligt att variationen i vissa fall blev för stor och förvirrade eleverna. En annan tänkbar anledning är att eleverna inte var vana vid mängden av perspektiv.

Vid två tillfällen kunde lärande påvisas genom intervjuerna. Den första gången lärande blev synligt var på den första skolan där en elev lärde sig att molekylerna är mer fria i gasform än i flytande form. Just den kritiska aspekten hade läraren lyft fram med hjälp av kontrastering – lärande hade alltså skett då läraren varierade sättet att se på det aktuella fenomenet. Det samma gällde då en elev på den femte skolan som även hon visade på en förändrad uppfattning då hon efter lektionen, till skillnad från innan, sa att molekyler rör sig mer i gasform än i flytande form. Detta efter en lektion med stor variation utifrån varierade perspektiv. För dessa två tillfällen stämmer teorin att variation ger lärande (Marton & Booth, 2000; Wernberg, 2009; Holmqvist, 2006; Kullberg, 2010).

Eleverna var inte aktiva om inte lärarna uppmanade dem till det. Annars satt de och tittade ut i luften framför sig utan att ta anteckningar och utan att ställa några frågor. Flera av lärarna gav uttryck för en traditionell förmedlingspedagogik och lät inte eleverna få något reellt inflytande över lektionen. Det var bara på den sista skolan som eleverna var mer aktiva. Det var också på den skolan som eleverna visade på mest utvecklade teorier. Det stämmer väl överens med Runessons (1999) och Holmqvists (2006) teorier att om all undervisning sker utifrån lärarens perspektiv så begränsar det elevernas förståelse. Slutsatsen att undervisningssituationer där elever är mer aktiva, och där man ser på fenomen utifrån flera perspektiv, bidrar till mer lärande än då eleverna är passiva går hand i hand med Kullbergs (2010) resultat. Hon kunde utifrån en undersökning om vad det är som är avgörande för elevers lärande visa på resultatet att elever och lärare tillsammans skapar det lärande som är möjligt att erfara i en undervisningssituation.

### 7.2.2 Språkets inverkan

Det var tydligt att språket var ett hinder för utvecklingen av elevernas förståelse. Det var något som påpekades av flertalet elever och lärare och troligen en orsak till att eleverna vid flertalet tillfällen inte kunde svara på lärarnas frågor. Vid de tillfällen då eleverna fick arbeta i

grupp samtalande de på amarinja och livliga diskussioner bröt ut. När det gällde engelskkunskaper kunde man märka skillnad mellan nivån hos eleverna i huvudstaden jämfört med dem i den andra staden som låg 30 mil iväg. Eleverna i huvudstaden var betydligt bättre på att uttrycka sig på engelska. Man kan tänka sig att det kan ha berott på mer utbildade lärare och föräldrar med högre utbildning. Då genomfördes ändå undersökningen i två storstäder. Man kan fråga sig hur det skulle ha sett ut i en mindre stad eller by längre ut på landet.

Vid upprepade tillfällen blandade lärarna ihop engelska termer och uttryck vilket troligen förvirrade eleverna. Emellanåt lärde de ut vetenskapligt felaktiga teorier. I både intervjuer och observationer, blandade elever och lärare ofta ihop mikroskopisk och makroskopisk förklaringsmodell. Det är något som även Lindner (2007) och Andersson (2001) har observerat bland de elever som har ingått i deras studier. Det faktum att lärarna i sin undervisning ofta blandade de olika förklaringsmodellerna kan vara en anledning till att eleverna inte kunde skilja på mikroskopisk och makroskopisk nivå på avdunstning.

### 7.2.3 Utveckling av uppfattningar av avdunstning på partikelnivå

Ser man till vilka kunskaper den etiopiska kursplanen kräver för årskurs nio gällande avdunstning är det relativt högt ställda krav (se rubriken ”2.3 Chemistry Syllabus and Minimum Learning Competencies, grade 9”). De uttryck för förståelse som eleverna delgav mig når inte upp till den förväntade nivån.

Majoriteten av eleverna hade både före och efter undervisningssituationen föreställningen att molekylerna förvandlats till gas och spridits i luften. Detta resultat speglar Bar och Galilis (1992, refererad i Lindner & Redfors, 2006a) att barn i åldern 12-13 år tror att vatten vid avdunstning förändras till osynligt tillstånd i vilket partiklar sprids i luften. Eskilsson (2001) fann i sin studie att det var ovanligt att elever trodde att vattnet försvann vid avdunstning. Jag kunde se samma tendens då det i min undersökning var endast en elev som gav uttryck för en sådan föreställning.

Att det tar tid att påverka elevers uppfattningar om avdunstning är något som flera forskare har erfarenhet av (Lindner & Redfors, 2006a; Eskilsson, 2001). Kanske att eleverna hade kunnat ge uttryck för med utvecklade teorier om de hade fått fortsatt undervisning om avdunstning efter vilka de återigen kunnat uttrycka sina tankar. Eleverna hade visserligen lärt sig om avdunstning i tidigare årskurser men inte på den här nivån, och inte på engelska.

I mina intervjuer utgick jag från fenomenet kokande vatten, detta för att eleverna skulle ha en konkret kontext att utveckla sina tankar utifrån. Andersson (2001) menar att avdunstning vid kokning är lättare att förstå än avdunstning under kokpunkten. Trots denna anpassning för att underlätta för eleverna hade de stora svårigheter att beskriva avdunstning på partikelnivå.

#### 7.2.4 Partikelbegreppets betydelse

Enligt Eskilsson (2001) behöver elevernas svar inte motsvara deras förståelse av det berörda fenomenet – kanske eleverna kunde mer än de var kapabla att uttrycka.

För att man ska kunna förstå och förklara vad gas och avdunstning innebär krävs ett utvecklat partikelbegrepp. Det kan vara så att eleverna i undersökningen inte behärskade ett sådant begrepp och därför inte kunde förklara avdunstning med hjälp av en mikroskopisk modell. I så fall får man som lärare börja från grunden och engagera flera av barnens sinnen för att de kan utveckla vetenskapliga föreställningar (Driver, 1993 refererad i Lindner & Redfors, 2006a).

Lindner och Redfors (2007) har genom studier kommit fram till att det i undervisningen är viktigt att ta upp teoretiska modeller utifrån konkreta exempel och vardagliga sammanhang. Flera av lärarna i undersökningen belyste den mikroskopiska modellen utifrån makroskopiska termer och gav exempel från kontexter de var vana vid. Detta hjälpte dock inte för att eleverna skulle tillägna sig lärande.

### 7.2.5 Konsekvenser för yrkesrollen och fortsatt forskning

Det resultat min undersökning fick kan, i ljuset av min blivande yrkesroll, tolkas som att det är svårt för eleverna att förstå ett innehåll då det undervisas på ett språk de inte helt och fullt behärskar. Detta kan vara en insikt som är bra att ha med sig då lärare ofta möter elever med skilda bakgrunder och mer eller mindre utvecklade kunskaper i undervisningsspråket. En slutsats man kan dra av att eleverna inte lärde sig så mycket, trots den tidvis stora variationen av aspekter, är att då språkproblemen är stora kanske det krävs ännu mer variation för att eleverna ska kunna urskilja de kritiska aspekterna. Detta kan vara en anledning till att mitt resultat inte stämmer med majoriteten av den forskning som gjorts med variationsteoretisk ansats.

Den här undersökningen har delvis kommit att handla om hur elever lär sig på sitt andraspråk. Det hade varit intressant att göra en liknande undersökning påamarinja och se hur eleverna skulle uttrycka sina uppfattningar om de fick använda sitt förstaspråk och hur mycket de skulle lära sig av lektioner på samma språk. Det skulle också vara intressant att följa upp klasserna och se hur deras uppfattningar av avdunstning på mikroskopisk nivå har förändrats om ett halvår och om ett år.

Med tanke på att all undervisning från och med årskurs nio är på engelska skulle det vara intressant att ha som mål för forskning att ta reda på hur mycket eleverna egentligen förstår av undervisningen, samt att jämföra det mot vad de hade förstått om undervisningen istället varit på elevernas förstaspråk. En liten glimt av vilket resultat man skulle kunna få har vi fått genom den här uppsatsen, men det skulle vara spännande att ha det som fokus för en undersökning.

## 8 SAMMANFATTNING

Syftet med den här uppsatsen var att ta reda på hur etiopiska elevers föreställningar av avdunstning utifrån en mikroskopisk modell förändras av en lektion om avdunstning. För att ta reda på hur föreställningarna förändras inleddes studien med att ta reda på elevernas uppfattningar såg ut både före och efter lektionen. Förändringen relaterades sedan till den undervisning som genomfördes.

Studien tog sitt avstamp i den fenomenografiska forskningstraditionen och variationsteorins sätt att se på lärande som förändringar i sätt att erfara olika fenomen. Fenomenografin är en teori som koncentrerar sig på människors kvalitativt skilda sätt att erfara världen. Enligt Kroksmark (1987) är lärande ur ett fenomenografiskt perspektiv förändring av en persons sätt att erfara världen. Variationsteorin är en teori för lärande i vilken man menar att variation är avgörande för att vi ska kunna urskilja olika aspekter av ett fenomen. För att kunna förstå vad ett fenomen är krävs det av man kan urskilja de kritiska aspekterna och sätta samman dem till en helhet. Detta sker genom mönster av variation i vilka man använder sig av kontraster generalisering, separation och fusion (Marton et al., 2004). För att lärande ska ske krävs förutom variation av fenomenets dimensioner även skiften mellan olika perspektiv att se på fenomenet (Runesson, 1999). Det finns flera studier som visar på sambandet mellan variation i undervisningen och elevers lärande (se exempelvis Kullberg, 2010 och Wernberg, 2009).

Studier om elevers uppfattningar av avdunstning har visat att elever ofta vet att vattnet inte försvinner vid avdunstning (Bar & Galili, 1994 refererad i Lindner & Redfors, 2006a) men de har svårt att förklara det och blandar ofta mikroskopiska och makroskopiska förklaringsmodeller (Eskilsson, 2001; Lindner, 2007). Forskning visar även att det kan ta lång tid att förändra elevers uppfattningar om avdunstning och att det i undervisningen är viktigt att använda sig av partikelbegreppet för att eleverna ska förstå (Eskilsson, 2001).

Det empiriska materialet till denna uppsats har samlats in i niondeklasser på fem olika skolor belägna i två storstäder i Etiopien. Som insamlingsmetod har jag använt mig av kvalitativa halvstrukturerade intervjuer samt observationer. Vid bearbetningen av materialet har jag först transkriberat intervjuer och lektioner för att sedan gå igenom dem flertalet gånger. För att lättare kunna se hur elevernas uppfattningar av avdunstning på partikelnivå förändrades av lärarens undervisning utformade jag kategorier och jämförde elevernas svar före och efter lektionen. I arbetet med observationsmaterialet fokuserades graden av variation som kunde uppmärksammas i undervisningen. Resultatet av intervjuerna relaterades sedan till de observerade lektionerna och analyserades utifrån ett variationsteoretiskt perspektiv.

Studien visade att majoriteten av elevernas uppfattningar av avdunstning på mikroskopisk nivå inte förändrades av undervisningen, oavsett graden på variation i lektionen. I de få fall man kunde se utveckling av elevernas föreställningar var det dock möjligt att se samband till variation av aspekter och perspektiv i undervisningen.



## 9 REFERENSER

Alexandersson, M. (1994). *Metod och medvetande*. Diss. Göteborg : Univ.

Andersson, B. (2001). *Elevers tänkande och skolans naturvetenskap: forskningsresultat som ger nya idéer*. Stockholm: Statens skolverk.

Codex (2007). *Codex – regler och riktlinjer för forskning: Forskning som inkluderar barn*. Hämtad 21 maj 2013, från <http://www.codex.vr.se/manniska1.shtml>.

Doverborg, E. & Pramling Samuelsson, I. (2000). *Att förstå barns tankar: metodik för barnintervjuer*. (3., [omarb.] uppl.) Stockholm: Liber.

Eskilsson, O. (2001). *En longitudinell studie av 10-12-åringars förståelse av materiens förändringar*. Diss. Göteborg : Univ.

Holmqvist, M. (red.) (2006). *Lärande i skolan: learning study som skolutvecklingsmodell*. Lund: Studentlitteratur.

Jönsson, G. (1998). *Grundläggande fysik om gaser och vätskor*. Lund: Studentlitteratur.

Krokmark, T. (1987). *Fenomenografisk didaktik*. Diss. Göteborg : Univ.

Kullberg, A. (2010). *What is taught and what is learned: professional insights gained and shared by teachers of mathematics*. Diss. Göteborg : Göteborgs universitet.

Kvale, S. & Brinkmann, S. (2009). *Den kvalitativa forskningsintervjun*. (2. uppl.) Lund: Studentlitteratur.

Larsson, S. (1986). *Kvalitativ analys: exemplet fenomenografi*. Lund: Studentlitteratur.

Lewis, M. Paul, Gary F. Simons, & Charles D. Fennig (eds.) (2013). *Ethnologue: Languages of the World, Seventeenth edition*. Dallas, Texas: SIL International. Hämtad 21 maj 2013, från <http://www.ethnologue.com/country/ET/languages>.

Lindahl, M. (1995). *Inläring och erfارande: ettåringars möte med förskolans värld = [Experience and learning] : [one-year old children's encounter with the world of pre-school]*. Diss. Göteborg : Univ.

Lindegren, R. (2007). *När kemin stämmer: samtal om kemiska samband*. (1. uppl.) Lund: Studentlitteratur.

Lindner, A.-C. (2007). *Avdunstning och molekyler: en longitudinell studie av hur grundskoleelever utvecklar sina uppfattningar om avdunstningsfenomen*. Licentiatavhandling (sammanfattning) Kalmar: Högskolan i Kalmar.

Lindner, A.-C. & Redfors, A. (2006a). Longitudinell studie av hur grundskoleelevers uppfattningar om fysikaliska fenomen utvecklas. I Häggblom, L., Palmberg, I. & Ström, K. (red). *Från naturvetenskap och specialpedagogik till hållbar utveckling inom lärarutbildningen 2004*, rapport nr 19/2006. Vasa: Åbo Akademi.

Lindner, A.-C. & Redfors, A. (2006b). Kan grundskoleelevers uppfattningar om fysikaliska fenomen utvecklas genom riktade undervisningsinsatser? I Bering, L., Dolin, J., Krogh, L. B., Sølberg, J. Sørensen, H. & Troelsen R. (red). *Naturfagsdidaktikkens mange facetter. Det 8. nordiske Forskersymposium om undervisning i naturfag*. Köpenhamn: Danmarks Pædagogiske Universitets Forlag.

Lindner, A.-C. & Redfors, A. (2007). Partikelmodell som utgångspunkt för elevers förklaringar av avdunstning. *NorDiNa Nordic Studies in Science Education*, 3(1).

Löfgren, L. (2009). *Everything has its processes, one could say: a longitudinal study following students' ideas about transformations of matter from age 7 to 16*. Diss. (sammanfattning) Lund: Lunds universitet.

Marton, F. (1998). Fenomenografi och fenomenologi. I *Fenomenologi, fenomenografi och hermeneutik : seminarium i Örebro 21-22 augusti 1997*. Örebro: Forum för humanvetenskaplig forskning.

Marton, F., Dahlgren, L., Svensson, L., Säljö, R (1999). *Inläring och omvärldsuppfattning*. Stockholm: Norstedts.

Marton, F. & Booth, S. (2000). *Om lärande*. Lund: Studentlitteratur.

Marton, F. & Tsui, A. (2004). *Classroom discourse and the space of learning*. Mahwah, N.J.: L. Erlbaum Associates.

Maunula, T., Magnusson, J. & Echevarría, C. (red.) (2011). *Learning study: undervisning gör skillnad*. (1. uppl.) Lund: Studentlitteratur.

Runesson, U. (1999). *Variationens pedagogik: skilda sätt att behandla ett matematiskt innehåll = [The pedagogy of variation] : [different ways of handling mathematical topic]*. Diss. Göteborg : Univ.

Sharma, J.L. Angelo, N., Johnson, S., Tekleyohannes, S., Hirpassa, T. & Tessema, M. (2010). *Chemistry Teacher's Guide grade 9*. The Federal Democratic Republic of Ethiopia, Ministry of Education.

Sharma, J.L. Angelo, N., Johnson, S., Tekleyohannes, S., Hirpassa, T. & Tessema, M. (2010). *Chemistry Students Textbook grade 9*. The Federal Democratic Republic of Ethiopia, Ministry of Education.

Utrikespolitiska institutet (2011). *Landguiden: Etiopien: Befolkning & språk*. Hämtad 21 maj 2013, från <http://www.landguiden.se/Lander/Afrika/Etiopien/Befolkning-Sprak>.

Unesco (2012). *Ethiopia EFA Profile*. Hämtad 21 maj 2013, från <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Dakar/pdf/EFA%20country%20profile%202012%20%20Ethiopia.pdf>.

Wernberg, Anna (2009). *Lärandets objekt: vad elever förväntas lära sig, vad görs möjligt för dem att lära och vad de faktiskt lär sig under lektionerna*. Diss. Umeå, Kristianstad : Umeå universitet, Högskolan Kristianstad, 2009

## 10 BILAGA

### 10.1 Intervjuguide

#### Intervjufrågor till läraren innan undervisningstillfället

1. What happens when you boil water?
2. Where does the water go?
3. What does water consist of?
4. Why does water evaporate?
5. Do you think it will be difficult for the students to learn about evaporation?
6. What is the most difficult for them to understand?
7. What do you think the students know about evaporation already?
8. How are you going to teach it?
9. Why is it important for the students to understand evaporation?
10. How will you know that they understood? In what way are you going to assess and document the students learning?

#### Intervjufrågor till elever innan undervisningstillfället

1. What happens when you boil water?
2. Where does the water go?
3. What does water consist of?
4. Why does water evaporate?
5. Is it hard to understand evaporation? What part is most difficult?
6. Do you think you it is hard to explain evaporation to another person?
7. Do you want to learn more about evaporation?
8. Do you think you will understand when the teacher teach you about it?

#### Intervjufrågor till läraren efter undervisningstillfället

1. Do you think the students understood?
2. Was it hard to teach? What was most difficult to make the students aware of?

3. What do you think the students knew/thought about evaporation before the lesson?
4. In what way will you continue to teach about it?

Intervjufrågor till elever efter undervisningstillfället

1. What happens when you boil water?
2. Where does the water go?
3. What does water consist of?
4. Why does water evaporate?
5. Was it hard to understand? What was most difficult?
6. Could you explain evaporation to another person?
7. Do you know any reason it could be good to know about evaporation?
8. Do you think you could have learned it in another way that would have made you understand it better?