



HÖGSKOLAN
DALARNA

Examensarbete 1 för Grundlärarexamen inriktning 4-6

Grundnivå 2

En bild säger mer än tusen ord?

En systematisk litteraturstudie om mellanstadieelevers förståelse av illustrationer och modeller i NO-undervisning

Författare: Karin Bengtsson
Handledare: Susanne Antell
Examinator: Lena Skoglund
Ämne/huvudområde: Pedagogiskt arbete
Kurskod: PG2051
Poäng: 15 hp
Examinationsdatum: 2017-01-16

Vid Högskolan Dalarna finns möjlighet att publicera examensarbetet i fulltext i DiVA. Publiceringen sker open access, vilket innebär att arbetet blir fritt tillgängligt att läsa och ladda ned på nätet. Därmed ökar spridningen och synligheten av examensarbetet.

Open access är på väg att bli norm för att sprida vetenskaplig information på nätet. Högskolan Dalarna rekommenderar såväl forskare som studenter att publicera sina arbeten open access.

Jag/vi medger publicering i fulltext (fritt tillgänglig på nätet, open access):

Ja

Nej

Sammandrag

Syftet med denna undersökning är att ta reda på hur elever i årskurs 4-6 förstår illustrationer och modeller som används inom NO-undervisningen. Frågeställningen handlar mer specifikt om hur illustrationer och modeller påverkar elevers lärande. Undersökningen är gjord i form av en systematisk litteraturstudie där tidigare forskning har sökts i databaser, bland annat ERIC ebsco och Summon. Sökprocessen och urvalet av litteratur är nogt redovisat. Sex artiklar från olika delar av världen valdes ut för analys. Resultatet av analysen visar att illustrationer och modeller är värdefulla för elevers lärande men att elever i årskurs 4-6 ofta inte har förmåga att själva tolka bilderna eller förstå vilken information som bilderna kan förmedla. Detta innebär att lärare behöver lära eleverna vad som karakteriserar olika former av modeller och illustrationer. Eleverna behöver också lära sig att se sambanden mellan olika representationer. På så sätt kan eleverna utveckla den förmåga, *visual literacy*, som krävs för att kunna "läsa" bilder.

Nyckelord

Illustrationer, modeller, representationer, visual literacy, NO-undervisning, årskurs 4-6

Innehåll

1	Inledning	1
2	Bakgrund.....	1
2.1	Illustrationers betydelse över tid	1
2.2	Styrdokument	2
2.3	Illustrationer och modeller i NO-undervisningen.....	2
2.4	Visual literacy	3
2.5	Definition av centrala begrepp	4
3	Syfte och frågeställning	5
4	Metod	6
4.1	Studiens design	6
4.2	Etiska aspekter	6
4.3	Urvalskriterier	6
4.4	Sökstrategi	7
4.5	Databaser	7
4.6	Urvalsprocess.....	10
4.7	Resultat av sökprocessen.....	12
4.8	Kvalitetsgranskning av vald litteratur.....	13
4.9	Beskrivning av vald litteratur	13
4.10	Analysmetod för vald litteratur	16
5	Resultat.....	17
5.1	Illustrationer/modeller främjar lärandet.....	17
5.2	Illustrationer/modeller främjar inte lärandet	18
5.3	Elevernas aktivitet	20
5.4	Faktorer som gör att användandet av illustrationer/modeller leder till lärande	21
5.5	Sammanfattning av resultatet	22
6	Diskussion.....	23
6.1	Metoddiskussion.....	23
6.2	Resultatdiskussion.....	24
6.2.1	Illustrationer/modeller främjar lärandet.....	24
6.2.2	Illustrationer/modeller främjar inte lärandet	25
6.2.3	Elevernas aktivitet	26
6.2.4	Faktorer som gör att användandet av illustrationer/modeller leder till lärande.....	26
7	Slutsats	27
8	Förslag till vidare forskning	27
9	Källförteckning.....	28

1 Inledning

Idag finns oändliga möjligheter att ta hjälp av bilder, filmer och illustrerande modeller för att göra den naturorienterande (NO) undervisningen mer lättförståelig och intressant. Läromedlen är ofta späckade med foton, diagram och tecknade figurer. Illustrationerna som används inom undervisningen kan vara av väldigt skilda slag, allt från en dekorativ bild på ett träd till en mycket informationstät modell av växthuseffekten. Mitt intresse för att undersöka illustrationer inom NO-undervisning väcktes under den termin när jag läste naturvetenskap och teknik i lärarprogrammet. Flera av föreläsarna nämnde då att lärare behöver vara medvetna om att illustrationer ibland leder till så kallade "misconceptions". Det kan handla om att elever missförstår vad illustrationerna vill visa. Det kan också handla om att eleverna inte uppfattar att en modell är en förenkling av verkligheten, och att de därmed får ett "låst" tankesätt som hämmar en djupare förståelse längre fram i skolgången. Med den här systematiska litteraturstudien vill jag undersöka vad forskningen beskriver gällande elevers visuella förståelse och om hur olika representationsformer stöttar, eller hämmar, eleverna i deras lärande.

2 Bakgrund

I detta kapitel ges en kortare historisk tillbakablick över illustrationens betydelse i undervisningen över tid. Därefter följer en redogörelse för vad skolans styrdokument och aktuell forskning säger om illustrationer och modeller och deras användning i NO-undervisning. Begreppet "visual literacy" presenteras under en egen rubrik. Slutligen följer en lista med definitioner av de begrepp som är viktiga för förståelsen av denna litteraturstudie.

2.1 Illustrationers betydelse över tid

Bilder och modeller är en självklar del av undervisningen i skolan. Inte minst inom de naturvetenskapliga ämnena har användandet av illustrationer en lång historia. Pionjär inom området var Amos Comenius, som på 1600-talet hävdade att observationer av den verkliga världen och bilder kunde vara ett värdefullt tillskott i utbildningen. År 1658 publicerade han en lärobok för barn som hette *Orbis Sensualium Pictus* (ungefär "Den synliga världen i bilder"). Användandet av visuella hjälpmedel har därefter varierat över tid (Rundgren och Tibell 2010, s. 223). Dåtidens skolplanscher har under årens lopp kompletterats med illustrativa läroböcker där text och bild samverkar. Aktuell läromedelsforskning visar att illustrationerna under de senaste åren har fått ta allt mer plats. I en amerikansk studie framkom det att nästan hälften av sidoutrymmet i en lärobok avsätts för illustrationer (Lee 2010, s. 1100). Även rörliga bilder förekommer idag i mycket högre grad i undervisningen jämfört med för tjugo eller trettio år sedan. Här är det framförallt internets genombrott som har gjort att visuella verktyg nu har en mer framträdande plats i undervisningen (Liberg & Säljö 2012, s. 247). Även utvecklingen med läsplattor, enkla redigeringsprogram, avancerade mobiltelefoner, smartboards och bildkanoner har påverkat utvecklingen mot ett mer bildmässigt samhälle. En del forskare menar att en grundläggande förändring, från ett textbaserat till ett mer bildbaserat samhälle, pågår just nu (Rundgren och Tibell 2010, s. 223).

2.2 Styrdokument

I läroplanen för grundskolan framgår det att elever ska kunna använda och ta del av olika uttrycksformer, som exempelvis bilder (Skolverket 2011, s. 14). I kursplanerna för biologi, fysik och kemi är det mer specifikt ”modeller” som undervisningen ska ge eleverna möjlighet att utveckla förtrogenhet med (Skolverket 2011, s. 111, s. 127 och s. 144). Läroplanen uttrycker också att undervisningen i de naturvetenskapliga ämnena ska bidra till att ”eleverna utvecklar förmågan att samtala om, tolka och framställa texter och olika estetiska uttryck med naturvetenskapligt innehåll (Skolverket 2011, s. 111, s. 127 och s. 144). Att kunna tolka och framställa olika estetiska uttryck med naturvetenskapligt innehåll har en nära koppling till det som denna litteraturstudie vill undersöka. Både illustrationer och modeller kan beskrivas som ”estetiska uttryck”. Begreppet ”tolka” har i sin tur nära anknytning till begreppen ”förståelse” och ”lärande” som är centrala i denna litteraturstudie.

Kursplanerna i biologi, fysik och kemi beskriver tre förmågor vardera som eleverna ska ges förutsättningar att utveckla. Beskrivningarna av de tre olika förmågorna är snarligt formulerade i biologi, fysik respektive kemi. En av de tre förmågorna går att relatera till denna litteraturstudie. Det handlar om förmågan att ”använda biologins begrepp, modeller och teorier för att beskriva och förklara biologiska samband i människokroppen, naturen och samhället” (Skolverket 2011, s. 112), ”använda fysikens begrepp, modeller och teorier för att beskriva och förklara fysikaliska samband i naturen och samhället” (Skolverket 2011, s. 127) och slutligen ”använda kemins begrepp, modeller och teorier för att beskriva och förklara kemiska samband i samhället, naturen och inuti människan” (Skolverket 2011, s. 144). Den här förmågan (att använda modeller för att beskriva och förklara) har en tydlig koppling till det som denna litteraturstudie vill undersöka, nämligen hur elever förstår modeller och hur användandet av modeller påverkar elevers lärande.

2.3 Illustrationer och modeller i NO-undervisningen

Att illustrationer har en så framträdande roll i dagens läroböcker förklarar Lee (2010, s. 1099) med ”their potential to provide a support for learning of unfamiliar scientific ideas”. Lee skriver att illustrationer, om de är korrekt utformade och används på rätt sätt i undervisningen, hjälper eleverna att ta till sig nya kunskaper inom naturvetenskap. Tibell, Höst, Schönborn och Bohlin (2012, s. 12) förklarar att det här har att göra med hjärnans uppbyggnad. När synintryck ska tolkas aktiveras stora delar av hjärnan och detta leder till ett effektivt och stimulerande lärande. Även Rundgren och Tibell (2010, s. 224) beskriver visualiseringar som kraftfulla kognitiva hjälpmedel. De konstaterar att visualiseringar möjliggör bättre förståelse. Som exempel nämner de biologin och förståelsen av skeenden på cellnivå. De skriver att alltsedan Watson och Crick publicerade den första bilden av DNA:s dubbelhelix har användandet av visualiseringar fått en ökad betydelse inom biologin. Denna utveckling har förändrat det sätt på vilket vi förstår och tänker på processer på cellnivå.

När det gäller modeller skriver Vo, Forbes, Zangori och Schwarz (2015, s. 2412-2413) att de intar en central position i naturvetenskaplig undervisning. Med hjälp av modeller kan eleverna fokusera på viktiga processer och få möjlighet att förstå svårbegripliga och avancerade system. Gilbert (2004, s. 116) beskriver modeller som en brygga mellan vetenskapliga teorier och ”verkligheten”. De kan användas för att göra abstrakta ting synliga, eller för att ge förklaringar eller förenklingar till komplexa fenomen.

Höst (2016) skriver på Skolverkets webbplats att modeller är centrala i naturvetenskaplig undervisning, men att vissa modeller har visat sig leda till problem för eleverna. Det finns ett glapp mellan forskning och läromedelsförfattare som gör att modeller som har visat sig leda till misstolkningar trots det fortfarande används i läroböckerna. Även Kesidou och Roseman (2002, s. 532) noterar i sin forskning att visuella representationer i läroböcker är orsak till missförstånd hos eleverna. De skriver också att illustrationer ibland verkar vara svåra för eleverna att tolka.

I stycket ovan beskrivs att hjärnans höga aktiveringsgrad är orsaken till att bilder är effektiva vid inläring. Liberg och Säljö (2012, s. 247) poängterar dock att detta även kan ställa till problem, eftersom tolkningen av synintrycken inte alltid är självklar. Att tolka en bild kräver kunskap om hur bilder ”läses”. När text och bild samverkar krävs ytterligare färdigheter för att skapa mening. Bildens styrka riskerar därmed även att bli dess svaghet. Elever som har gjort en misstolkning av en bild kan senare ha svårt att omtolka den eftersom det första synintrycket är så starkt (Tibell m.fl. 2012, s. 12).

2.4 Visual literacy

Vikten av att kunna ”läsa” bilder återkommer i stort sett i alla texter om illustrationer och modeller i skolundervisning. I forskning skriven på engelska används begreppet *visual literacy* för att ringa in förmågan. Christophersson definierar, enligt Ferk, Vrtacnik, Blejec och Gril (2003, s. 1227-1228), *visual literacy* som en förmåga att använda bilder korrekt. Enligt Christopherson kan en person som är *visual literate*:

- tolka, förstå och uppskatta betydelsen av visuella budskap.
- kommunicera mer effektivt genom att tillämpa de grundläggande principerna för visuella illustrationer (som exempelvis disposition, färglära, inramningar och pilar).
- skapa visuella budskap genom att använda datorer eller annan teknologi.
- använda visuellt tänkande för att komma fram till lösningar på problem.

Lowe (2003, s. 159) jämför *visual literacy* med läs- och skrivförmåga och menar att *visual literacy* innefattar både förmågan att läsa (förstå) och att skriva (rita, skapa) illustrationer. I begreppet inkluderar han förmågan att tänka, lära och uttrycka sig i form av bilder.

Precis som att användningen av begreppet *visual literacy* är genomgående för forskningstexterna om illustrationer och modeller, så är också inställningen till *visual literacy* gemensam. Eftersom bildmediet är så dominerande, både i vårt samhälle och i skolans undervisning, skriver flera av författarna att mer fokus måste läggas på hur bilder kan läsas, det vill säga hur eleverna lär sig *visual literacy* (Rundgren och Tibell 2010, s. 225, McTigue och Flowers 2011, s. 579, Schönborn och Andersen 2005, s. 97, Ferk m.fl. 2003, s. 1228). Nedan följer tre exempel som rör *visual literacy* just inom naturvetenskap och i samband med skolundervisning. Exempelen är tänkta att konkretisera *visual literacy*-begreppet.

Det första exemplet kommer från Hannus och Hyönä (1999, s. 97). Enligt dem beror svårigheten med att läsa en illustrerad vetenskapstext på att det krävs olika nivåer av beslutsfattande. Eleverna måste förstå begrepp från texten och illustrationerna. De måste besluta i vilken ordning de ska ta sig an texten och bilderna. De måste bedöma vad som är relevant och vad som är överflödig information. De måste komma fram till vilka delar i texten och bilderna som hör ihop och slutligen måste de samordna

informationen från texten och bilderna. Detta innebär att även om illustrationer kan tillföra viktig information, så gör de också förståelsen mer komplicerad för eleverna.

Det andra exemplet handlar om vikten av att inse att en bild kan ha flera olika syften (McTigue och Flowers 2011, s 585). Forskning visar att elever uppfattar att det enda syftet med illustrationer är att visuellt visa vad som står i texten. Även om just det kanske är det vanligaste syftet, så finns det även flera andra syften, som eleverna uppenbarligen inte är medvetna om. Bilderna kan innehålla unik information som går utöver det som står i texten. Bilderna kan lättare visa viss sorts information, som t.ex. relativa positioner (så fungerar exempelvis en karta). Bilder kan hjälpa till att organisera ett innehåll (t.ex. i form av flödesscheman). McTigue och Flowers (2011, s 585) konstaterar att om en elev inte är medveten om alla de här funktionerna för en bild, så är det troligt att eleven underskattar bildens betydelse.

Det tredje exemplet härrör från en studie med elever i årskurs fyra. Studien visar att något så ”självkänt” som pilar kan ställa till med problem för eleverna (McTigue och Flowers 2011, s. 585). I undersökningen visade pilarna vattnets kretslopp, d.v.s. hur en aggregationsform går över till nästa. Flera av eleverna tolkade dock bilden som att pilarna pekade ut olika objekt. När författarna till studien tittade lite djupare på problematiken insåg de att pilar kan ha sex olika användningsområden i naturvetenskapliga illustrationer, och att det därför inte alls var konstigt att eleverna hade svårt att tolka dem. Pilar kan användas för att representera kraft, visa på förändring, visa en sekvens, för att märka ut/namnge, för måttsättning och för att visa samband.

2.5 Definition av centrala begrepp

För att klargöra vad som avses med några av de centrala begrepp som förekommer i uppsatsen, följer här en begreppsförklaring:

Representationer

Enligt Reiss, Boulter och Tunnicliffe (2007, s. 99) beskriver den amerikanske psykologen Jerome Bruner (1936-1916) representationer som det som används för att förklara hur någonting kan förstås. Representationerna kan vara ord, matematiska symboler, teckningar, konkreta konstruktioner eller till och med gester. Rundgren och Tibell (2010, s. 226) ger en mer djupgående förklaring till begreppet. De skriver att ”representationer” finns i två varianter: interna representationer och externa representationer. Interna representationer är begrepp, principer och mentala modeller som är inblandade i individens sätt att förstå. De interna representationerna omvandlas till ett register av externa representationer, som används som verktyg för att kommunicera tankar. Schönborn och Andersen (2005, s. 94) förtydligar kopplingen mellan externa och interna representationer genom att förklara att ”bra representationer låter elever och forskare konstruera meningsfulla mentala modeller (dvs interna representationer)”. Det som Rundgren och Tibell (2010, s. 226) benämner ”externa representationer”, är det som avses när begreppet ”representationer” används i denna uppsats. Utöver exemplen ovan, nämner de även kemiska formler, ritningar, skisser, diagram, grafer, ekvationer och verbala uttryck.

Modell

I denna uppsats avses med ”modell” en vetenskaplig modell. (Begreppet modell används annars ofta som synonymt med ”mall” eller ”prototyp”.) Gilbert gjorde 1997 följande definition av en vetenskaplig modell: ”En modell är en representation av en

idé, objekt, händelse, process eller system” (Gustafson och Shanahan 2010, s. 437). Gilbert (2004, s. 116) beskriver dessutom modeller som en brygga mellan vetenskapliga teorier och ”verkligheten”. De kan användas för att göra abstrakta ting synliga eller för att ge förklaringar eller förenklingar till komplexa fenomen. Modeller kan även ligga till grund för vetenskapliga förklaringar och förutsägelser.

Illustration (bild)

I denna uppsats används ordet illustration (bild) med en allomfattande betydelse, som inbegriper både fotografier och det engelska *diagram*. Det engelska begreppet *diagram* är vanligt förekommande i naturvetenskapliga texter. Begreppet står för något annat än det matematiska begreppet ”diagram” som används i det svenska språket. Ett försök att översätta begreppet till svenska skulle kunna göras med ord som schematisk bild, modell, illustrativ figur eller sprängskiss. McTigue och Flowers (2011, s. 586-587) definierar *diagram* som att det är en bild som förklarar delar av någonting. Ett *diagram* har färre detaljer än ursprungsobjektet. Det visar namnen på olika delar och hur de hör ihop. McTigue och Flowers (2011, s. 587) skiljer på fotografier och *diagram*. De menar att ett fotografi är en konkret, känd representation, medan ett *diagram* är en abstrakt, mindre bekant representation.

Visualisering

Enligt Rundgren och Tibell (2010, s. 226) finns det inte i dagsläget någon allmänt accepterad definition av begreppet visualisering. De konstaterar samtidigt att begreppet används allt oftare i vetenskapliga sammanhang. Ordet används med två olika meningar. Den ena, som anknyter till interna representationer, handlar om att visualisera någonting i tanken. Den andra betydelsen anknyter till externa representationer och handlar om att åskådliggöra någonting för omvärlden. I den här uppsatsen används begreppet visualisering enligt den definition som Kozma och Russell har formulerat och som Rundgren och Tibell (2010, s. 226) ställer sig bakom, nämligen att visualiseringar är alla former av bilder, symboliska bilder, grafer, diagram, animationer och simuleringar.

Animationer och simuleringar

Rundgren och Tibell (2010, s. 226) beskriver animationer och simuleringar som dynamiska representationer av processer eller system. Simuleringar låter användaren välja ingångsvärden inom lämpliga gränser och användaren kan därefter se resultatet genom de utgående värdena. Animationer kan oftast liknas vid en vanlig film som visar specifika händelser eller begrepp.

Scaffolding

Med scaffolding menas att läraren inledningsvis ger mycket stöd, men i takt med att eleven blir säkrare avtar lärarens stöd, och så småningom behärskar eleven den aktuella färdigheten helt på egen hand (Säljö 2012, s. 194).

3 Syfte och frågeställning

Syftet med denna systematiska litteraturstudie är att undersöka vad tidigare forskning beskriver gällande elevers visuella förståelse inom NO-undervisningen i årskurs 4-6.

- Vad säger forskningen om hur användandet av illustrationer och modeller inom NO-undervisningen i årskurs 4-6 påverkar elevers lärande?

4 Metod

I detta kapitel redovisas hur studien har genomförts. Här presenteras de etiska aspekter som har tagits hänsyn till. En redogörelse görs för vilka urvalskriterier som sökningen av litteratur bygger på och vilken sökstrategi som har använts. Därefter följer en redovisning av urvalsprocessen och det slutliga resultatet av sökprocessen. En kvalitetsgranskning och kortare presentation görs av de utvalda texterna. Slutligen beskrivs den metod som används för analysen av den valda litteraturen.

4.1 Studiens design

Studien är gjord i form av en systematisk litteraturstudie. En systematisk litteraturstudie strävar efter att täcka in alla relevanta vetenskapliga artiklar inom ett visst område. I den här studien är det artiklar och avhandlingar inom NO-undervisning som har varit aktuella. Studien har fokuserat på texter som handlar om hur användningen av olika former av illustrationer påverkar elevers förståelse av naturvetenskap. Endast forskning som rör elever i årskurs 4-6 har ingått i studien. Metoden kännetecknas av att sök- och urvalsprocessen noga redovisas.

Tillvägagångssättet gör det möjligt för utomstående att granska studien i efterhand (Eriksson Barajas, Forsberg och Wengström 2013, s. 28). Utöver den systematiska sökprocessen bygger en systematisk litteraturstudie på att utvald litteratur kritiskt granskas och kvalitetsbedöms. Den litteratur som därefter anses relevant analyseras och sammanställs (Eriksson Barajas, Forsberg och Wengström 2013, s. 31-32).

4.2 Etiska aspekter

En grundläggande utgångspunkt i vetenskaplig forskning är att ta hänsyn till det individskyddskrav som Vetenskapsrådet har beslutat om (Björkdahl Ordell 2007, s. 25-27). Individskyddet sammanfattas i fyra huvudkrav, nämligen informationskravet, samtyckeskravet, konfidentialitetskravet och nyttjandekravet. I korthet innebär kraven att forskaren ska informera om forskningens syfte, att deltagarna har rätt att själva välja om de vill medverka, att personuppgifter ska hanteras konfidentiellt och att de insamlade uppgifterna inte får användas i något annat ändamål än forskningen. I en litteraturstudie är det de ingående texterna som granskas utifrån individskyddskravet. Detta redovisas under rubriken ”Kvalitetsgranskning av vald litteratur”. Det är också ett etiskt ställningstagande att ta med alla artiklar i en litteraturstudie, oavsett om de stödjer eller förkastar studiens hypotes (Eriksson Barajas, Forsberg och Wengström 2013, s. 70). På så sätt tas hänsyn till olika resultat som presenteras i litteraturen som ingår i studien, och därmed ökar studiens trovärdighet.

4.3 Urvalskriterier

Studien har ett elevperspektiv och är inriktad mot elever i mellanstadieåldern, det vill säga i åldern 10-12 år. För att få ett så brett och heltäckande resultat som möjligt har forskning från hela världen tagits med i studien. Språket har dock inneburit en begränsning. Endast svenska och engelska sökord har använts, och därmed har även litteraturträffarna begränsats till texter skrivna på svenska (de svenska sökorden har ibland även gett träffar på texter skrivna på danska och norska) och engelska. För att begränsa sökträffarna och för att få ett så dagsaktuellt resultat som möjligt har studien inriktats mot ny forskning. I första hand gjordes en avgränsning så att endast studier från år 2000 och framåt togs med. En av databaserna (Summon) gav dock så många

sökträffar att ytterligare avgränsningar krävdes. Sökningen i Summon begränsades därför till forskning från år 2006 och framåt. Studien bygger på avhandlingar och artiklar. När det gäller artiklar har endast de som är ”peer reviewed” tagits med. Peer reviewed innebär att artiklarna har genomgått en granskning av andra forskare innan publicering (Eriksson Barajas, Forsberg och Wengström 2013, s. 62). Den litteratur som har använts i studien är sådan litteratur som är tillgänglig i databaser via Högskolan Dalarnas bibliotek.

4.4 Sökstrategi

Valet av sökord utgår från studiens frågeställning. För att säkerställa ett så brett urval som möjligt har även synonymer till frågeställningens huvudord använts. I en första sökomgång användes, i olika kombinationer, orden: illustration, representation, modell, NO-undervisning, naturvetenskap och undervisning. Motsvarande engelska sökord som användes var: illustration, representation, model, science education. De svenska sökorden gav mycket få träffar, medan de engelska sökningarna gav mer träffar än vad som var hanterbart. De engelska sökningarna kompletterades därför även med sökordet elementary school (amerikansk skolform motsvarande låg- och mellanstadium) och primary school (motsvarande skolform i Storbritannien, Australien m.fl. länder).

En snabbgenomgång av den första sökomgångens litteraturträffar gav uppslag till några kompletterande sökord som kändes relevanta för studiens frågeställning. En andra sökomgång genomfördes därför, med tillägg av ordet visualisering i de svenska sökningarna, och orden visual literacy, visual perception, diagram, misconception, perception och primary school i de engelska sökningarna.

Trunkering (*) har använts för att möjliggöra så många träffar som möjligt. Exempelvis användes trunkering för ordet ”naturvetenskap*”, för att öppna upp för träffar som ”naturvetenskapliga” och ”naturvetenskapens”. För att göra sökningarna mer träffsäkra har sökoperatoren ”AND” använts. Exempelvis ”illustrations AND science education”, för att endast få med texter som innehåller både ordet ”illustrations” och ”science education”. Dessutom har citattecken använts runt begrepp som ”science education”, för att begränsa träffarna till att behandla just ”science education” och inte allmänt ”vetenskap och utbildning”.

4.5 Databaser

För att få ett så heltäckande resultat som möjligt användes flera databaser, som var för sig har olika inriktning på sina textsamlingar. Nedan följer en förteckning, och kort presentation, av de databaser som användes i denna studie. Databaserna valdes för att de innehöll litteratur inom naturvetenskapernas didaktik som var granskad genom peer review.

Summon är en söktjänst som innefattar Högskolan Dalarnas biblioteks tryckta och elektroniska material. Här finns vetenskapliga publikationer från svenska lärosäten och fulltextartiklar från andra databaser som Högskolan Dalarna prenumererar på. Summon är användbar för att få en överblick över ett ämnesområde (Högskolan Dalarna 2017).

Eric ebsco är världens största databas inom utbildning och pedagogik. Här finns referenser till böcker, tidskriftsartiklar och avhandlingar. Eric ebsco ger tillgång till forskningsrapporter från hela världen (Ebscohost 2017).

Avhandlingar.se samlar avhandlingar från svenska universitet (Avhandlingar.se 2017).

NorDiNa är en norsksvensk tidskrift med forskningsartiklar om didaktik i naturorienterade ämnen. Tidskriften vänder sig till lärare och forskare inom naturvetenskap (Naturfagsenteret 2017).

Libris är en gemensam katalog för ett stort antal svenska bibliotek, i huvudsak universitets- och högskolebibliotek. I systemet finns information om nästan alla svenska böcker och tidskrifter, samt de flesta utländska publikationer som köpts in av svenska forskningsbibliotek (Libris 2017).

I Tabell 1 visas en sammanfattande översikt över de sökord som användes i respektive databas, och de träffar som sökorden gav. I tabellen redogörs endast för de sökningar som gav träffar i databaserna. En komplett tabell som redovisar även de sökningar som inte ledde till några sökträffar finns som bilaga till uppsatsen (se Bilaga 1).

Tabell 1. Sammanfattande översikt över databassökningen

Sökord	Avgränsning	Träffar	Lästa titlar	Lästa abstract	Översiktligt lästa
Databas: Summon					
illustrations AND "science education"	peer-review från år 2006 → fulltext	2777	100	6	5
illustrations AND "science education"	peer-review från år 2006 → fulltext ÄMNESORD: science education	601	100	10	5
"scientific models" AND perception*	peer-review från år 2006 → fulltext ÄMNESORD: science education	48	48	10	6
Representation* AND perception* AND "primary school"	peer-review från år 2006 → fulltext ÄMNESORD: science education	126	126	8	4

visual literacy in education	peer-review från år 2006 → fulltext ÄMNESORD: science education	422	100	8	4
Databas: ERIC ebsco					
illustrations AND "science education" AND misconceptions	peer-review från år 2000 →	7	7	3	2
representations AND "science education" AND "elementary school"	peer-review från år 2000 →	54	54	9	4
representations AND "science education" AND perception	peer-review från år 2000 →	121	121	4	3
Databas: avhandlingar.se					
models science education	---	74	74	7	3
Databas: NorDiNa					
representation	---	4	4	3	2
models	---	23	23	5	3
Databas: Libris					
modell* undervisning	avhandlingar	17	17	1	1
naturvetenskap* undervisning*	Avhandlingar ÄMNE: uppfostran och undervisning Sortering: nyast först	111	111	1	1

4.6 Urvalsprocess

När sökningarna gav upp till cirka hundra träffar lästes alla titlar igenom. Vid sökningarna som gav flera hundra träffar lästes titlarna på de hundra första sökträffarna igenom. Detta inträffade vid sökningarna i Summon. Summon är förinställd att visa träffarna i ordning utifrån relevans. De hundra titlar som lästes igenom kan därmed antas vara de hundra mest relevanta, och begränsningen bör således inte ha inneburit att någon central litteratur missades. För att titlarna skulle bedömas som intressanta skulle de handla om användning av illustrationer eller modeller i NO-undervisning. I detta första skede bedömdes alla titlar som verkade kunna handla om grundskoleelever som intressanta. Totalt var detta fallet för 94 titlar. Efter en snabbbläsning av abstracten till de 94 titlarna bedömdes 43 texter fortfarande vara intressanta. De 43 utvalda texterna genomgick en noggrannare granskning. Till att börja med lästes abstracten mer i detalj. Om det inte framgick i abstracten hur studien hade genomförts, antal deltagare, ålder på deltagande elever o.s.v., gjordes en genomläsning av artiklarnas metodavsnitt. I detta skede blev det möjligt att avgränsa åldersurvalet mot studiens syfte, nämligen forskning på elever i 10-12-årsåldern. Efter detaljgenomgången återstod endast 6 texter. Orsakerna till att 37 av texterna inte bedömdes relevanta kan delas in i fem olika kategorier:

- Texterna visade sig handla om elever i fel åldersgrupp (22 artiklar)
- Texterna visade sig ha fel inriktning (exempelvis läromedelsstudier) (8 artiklar)
- Texterna visade sig ha ett lärar- istället för elevperspektiv (3 artiklar)
- Texterna visade sig vara review-artiklar som sammanfattade annan forskning (3 artiklar)
- Texterna visade sig inte vara en forskningsartikel, utan snarare en tidningsartikel (1 artikel)

I Tabell 2 redovisas vilka texter som valdes bort, och anledningen till att de inte stämde överens med litteraturstudiens syfte och frågeställning. De texter som bedömdes ha ett relevant innehåll, och därmed gick vidare i urvalsprocessen, har markerats med fet stil i tabellen.

Tabell 2. Redovisning av de texter som efter översiktlig läsning valdes bort, eller gick vidare, i urvalsprocessen

Sökord	Författare till översiktligt lästa texter	Valda texter	Anledning till bortval
Databas: Summon			
illustrations AND "science education"	von Zeipel, Hugo (2014) Jian, Yu-Cin (2015) Patrick, Michelle (2006) Bergnell Karlsson, Anneli (2015) Mason, Lucia Mason, Pluchino, Patrik, Tornatora, Maria Caterina och Ariasi, Nicola (2013)	X X	fel perspektiv fel åldersgrupp fel åldersgrupp
illustrations AND "science education"	McTigue, Erin och Flowers, Amanda (2011) Kragten, Marco, Admiraal,		"tidningsartikel" fel åldersgrupp

Avgränsning ÄMNESORD: science education	Wilfried och Rijlaarsdam, Gert (2015) Morrison, Jennifer, Watson, Ginger och Morrison, Gary (2015) Evagorou, Maria, Erduran, Sibel och Mäntylä, Terhi (2015) Milner, Rachel E. (2012)		fel åldersgrupp fel inriktning fel åldersgrupp
"scientific models" AND perception*	Gustafson, Brenda och Shanahan, Marie-Claire (2010) Yenilmez Turkoglua, Ayse och Oztekinb, Ceren (2016) Henze, Ineke, Van Driel, Jan och Verloop, Nico (2007) Chang, Hsin-Yi och Linn, Marcia (2013) Rundgren, Carl-Johan och Tibell, Lena (2009) Subramaniam, K. och Padalkar, Shamin (2009)	X	fel åldersgrupp fel åldersgrupp fel åldersgrupp fel åldersgrupp fel åldersgrupp
representation* AND perception* AND "primary school"	Barak, Miri, Ashkar, Tamar och Dori, Yehudit (2010) Lee, Victor (2010) Risch, Matthias (2014) Ramadas, Jayashree (2009)	X	fel inriktning fel åldersgrupp review-artikel
visual literacy in education	Schönborn, Konrad och Anderson, Trevor (2005) Mnguni, Lindelani (2014) Reiss, Michael, Boulter, Carolyn och Tunnicliffe, Sue Dale (2007) Miller, Brian, Cromley, Jennifer och Newcombe, Nora (2016)		fel åldersgrupp review-artikel fel inriktning fel åldersgrupp
Databas: ERIC ebsco			
illustrations AND "science education" AND misconceptions	Cabe Trundle, Kathy, Troland, Thomas och Pritchard, Gail (2008) Schussler, Elisabeth (2008)		review-artikel fel inriktning
representations AND "science education" AND "elementary school"	Kukkonen, Jari Ensio, Kärkkäinen, Sirpa, Dillon, Patrick och Keinonen, Tuula (2014) Vosniadou, Stella, Skopeliti, Irina och Ikospentaki, Kalliopi (2005) Vo, Tina, Forbes, Cory, Zangori, Laura och Schwarz,	X	fel åldersgrupp fel perspektiv

	Christina (2015) Ferk, Vesna, Vrtacnik, Margareta, Blejec, Andrej och Gril, Alenka (2003)		fel åldersgrupp
representations AND "science education" AND perception	Chen, Zhongzhou och Gladding, Gary (2014) Patrick, Michelle, Carter, Glenda och Wiebe, Eric (2005) Cromley, Jennifer, Perez, Tony, Fitzhugh, Shannon, Newcombe, Nora, Wills, Theodore och Tanaka, Jacqueline (2013)		fel åldersgrupp fel åldersgrupp fel åldersgrupp
Databas: avhandlingar.se			
models science education	Gericke, Niklas (2008) Adbo, Karina (2012) Bergqvist, Anna (2012)		fel åldersgrupp fel åldersgrupp fel åldersgrupp
Databas: NorDiNa			
representation	Kirkeby Hansen, Pål (2012) Edfors, Inger, Wikman, Susanne, Johansson Cederblad, Brita och Linder, Cedric (2015)		fel inriktning fel åldersgrupp
models	Bungum, Berit (2008) Lindner, Ann-Charlotte och Redfors, Andreas (2007) Drechsler, Michal (2007)		fel inriktning fel inriktning fel perspektiv
Databas: Libris			
modell* undervisning	Haraldsson Sträng, Monica (2013)		fel inriktning
naturvetenskap* undervisning*	Westman, Anna-Karin (2016)	X	

4.7 Resultat av sökprocessen

Sex texter valdes ut för fulltextgenomläsning. Det var en avhandling skriven på svenska, och fem artiklar skrivna på engelska. Fyra av texterna hittades via Summon, en via ERIC ebsco och en via Libris. Alla sex texterna visade sig efter fulltextgenomläsning vara relevanta för den systematiska litteraturstudien.

Avhandlingen av Anna-Karin Westman (Meningsskapande möten i det naturvetenskapliga klassrummet) var uppbyggd på tre tidigare delstudier, där endast den ena (Får varje cell blod? Unga elevers diskussioner om illustrationer av människans blodomlopp) handlade om den aktuella åldersgruppen (årskurs 4-6). I avhandlingen fanns en hänvisning till en vetenskaplig artikel baserad på delstudien. Den vetenskapliga artikeln var skriven av Anna-Karin Westman och Karl-Göran Karlsson. En sökning i Eric ebsco på författarnas namn gav som första träff just

denna artikel (Does Every Cell Get Blood? Young Students' Discussions about Illustrations of Human Blood Circulation). Eftersom artikeln har större vetenskaplig relevans och eftersom artikeln går mer på djupet med det som denna litteraturstudie vill undersöka, är det artikeln, istället för avhandlingen, som analyseras.

4.8 Kvalitetsgranskning av vald litteratur

Alla de sex utvalda artiklarna är peer reviewed, det vill säga de har genomgått en granskning av andra forskare innan publicering. Utöver detta har en kvalitetsvärdering gjorts utifrån den checklista för kvalitativa artiklar som finns i Eriksson Barajas, Forsberg och Wengström (2013, s. 188-192). Checklistan är mycket omfattande och ett urval av frågorna har tagits med i granskningen. Urvalet är gjort utifrån vilka kriterier som kan anses vara viktigast för att bedöma en studies kvalitet:

- Är designen av studien relevant för att besvara frågeställningen?
- Är urvalskriterier för undersökningsgruppen tydligt beskrivna?
- Är fältarbetet tydligt beskrivet?
- Är resultaten trovärdiga?

För alla de sex utvalda artiklarna kan de fyra frågorna besvaras med ett ”JA”. Ingen artikel bedöms därför behöva väljas bort på grund av brister i kvalitetshänseende.

När det gäller etiska aspekter är det endast en av artiklarna (Westman och Karlsson, 2016) som tydligt beskriver att etiska hänsyn har tagits enligt individskyddskravet. För de övriga fem artiklarna har en kontroll gjorts av de tidskrifter som artiklarna är publicerade i. Fyra av tidskrifterna redovisar, oftast i form av anvisningar eller policys, för de forskningsetiska krav som måste uppfyllas för att en artikel ska vara aktuell för publicering. I artikeln av Jian (2015) står det också att föräldrarna har fått ge sitt samtycke till att barnen delar i undersökningen. För artikeln av Gustafsson och Shanahan (2010) som är publicerad i tidskriften *The Alberta Journal of Educational Research*, framgår det inte om etiska hänsyn har tagits, varken i artikeln eller i tidskriften. En genomläsning av artikeln visar dock att inga namn på medverkande anges, och därmed kan artikeln åtminstone anses uppfylla konfidentialitetskravet. En lista över tidskrifterna och deras krav på etiska hänsyn redovisas i Tabell 3.

4.9 Beskrivning av vald litteratur

Här följer en kort beskrivning av den litteratur som valts ut för litteraturstudien:

Illustrations in Science Education: An Investigation of Young Pupils Using Explanatory Pictures of Electrical Currents

Författare: von Zeipel, Hugo (2014)

Ursprung: Mittuniversitetet, Sverige.

Elevernas ålder: 10-11 år

Syfte: Syftet var att undersöka hur elever använder och skapar förståelse från illustrationer i en NO-bok.

Studiens design: En kvalitativ undersökning. 16 elever ingick i studien. Studien genomfördes under en dag.

Metod: Eleverna arbetade två och två med elektricitet utifrån en rikt illustrerad NO-bok. De filmades och samtalet mellan eleverna, och mellan eleverna och intervjuaren, analyserades.

Resultat: Eleverna förstod inte vilken information bilderna ville förmedla. Endast om

bilderna föreställde något som eleverna redan kände till, kunde de utläsa något av bilden. Med hjälp av intervjuaren kunde eleverna så småningom få ny förståelse utifrån bilderna.

Slutsats: Elever har ingen vana av att tolka multimodal information på egen hand. Det finns en risk att lärare och läromedelsförfattare överskattar elevers bildtolkningsförmåga.

Tabell 3. Förteckning över författare, tidskrifter och etiska hänsynstaganden

Författare (årtal)	Tidskrift	Etiska hänsyn
Hugo von Zeipel (2014)	Procedia – Social and Behavioral Sciences	Ja, enligt tidskriften.
Yu-Cin Jian (2015)	Reading Research Quarterly	Ja, enligt Wiley-Blackwell-förlaget som tidskriften ingår i. I artikeln framgår också att föräldrarna har gett sitt samtycke.
Brenda Gustafsson och Marie-Claire Shanahan (2010)	The Alberta Journal of Educational Research	Inga namn förekommer på de medverkande.
Miri Barak, Tamar Ashkar och Yehudit Dori (2010)	Computers and Education	Ja, enligt tidskriften.
Jari Ensio Kukkonen, Sirpa Kärkkäinen, Patrick Dillon och Tuula Keinonen (2014)	International Journal of Science Education	Ja, enligt "Taylor & Francis group" som tidskriften ingår i.
Anna-Karin Westman och Karl-Göran Karlsson (2016)	European Journal of Science and Mathematics Education	Ja, redogör i artikeln för de etiska hänsyn som tagits.

Fourth Graders' Cognitive Processes and Learning Strategies for Reading Illustrated Biology Texts: Eye Movement Measurements

Författare: Jian, Yu-Cin (2015)

Ursprung: National Taiwan Normal University, Taiwan.

Elevernas ålder: 10 år

Syfte: Syftet var att undersöka hur yngre läsare kan sammanfoga information från text och bild.

Studiens design: En kvalitativ undersökning. 34 personer ingick i studien, varav 17 elever med hög läsförmåga och 17 vuxna universitetsstudenter. Studien genomfördes under en dag.

Metod: Eleverna och de vuxna i kontrollgruppen, läste en illustrerad biologitext från en skolbok. Deras ögonrörelser lästes av maskinellt. Därefter fick de svara på frågor om innehållet.

Resultat: De vuxna fick bättre resultat på frågorna. Ögonrörelserna skilde sig mycket åt mellan de två grupperna. De vuxna växlade mellan att titta på bilderna och texten, medan barnen läste texten för sig, och därefter tittade på bilderna för sig.

Slutsats: 10-åringars visuella läskunnighet är inte tillräckligt utvecklad för att uppfatta samband mellan olika representationer.

Children Thinking about Models: Analyzing a Globe

Författare: Gustafsson, Brenda och Shanahan, Marie-Claire (2010)

Ursprung: University of Alberta, USA.

Elevernas ålder: 10-12 år

Syfte: Syftet var att undersöka om elever som får undervisning om vetenskapliga modeller kan resonera om modellen ”jordgloben” på en avancerad nivå.

Studiens design: En kvalitativ undersökning. 87 elever ingick i studien. Studien genomfördes under ett par lektioner.

Metod: Eleverna fick undervisning om vetenskapliga modeller. De fick därefter svara på frågor om jordgloben. Elevernas svar analyserades.

Resultat: Hälften av eleverna kunde med hjälp av undervisningen resonera om jordgloben som en modell med styrkor och begränsningar.

Learning Science via Animated Movies: Its Effect on Students' Thinking and Motivation

Författare: Barak, Miri, Ashkar, Tamar och Dori, Yehudit (2010)

Ursprung: Israel Institute of Technology, Israel.

Elevernas ålder: 10-11 år

Syfte: Syftet var att undersöka hur animerade filmer påverkar elevers lärande och elevers motivation för att lära sig naturvetenskap.

Studiens design: En kvantitativ undersökning. 1335 elever ingick i studien. Studien genomfördes under ett år.

Metod: Eleverna delades upp i en experimentgrupp och en kontrollgrupp. Under ett läsår fick eleverna i experimentgruppen varje vecka se en animerad film i samband med NO-undervisningen. Alla eleverna svarade på två frågeformulär i början och slutet av skolåret.

Resultat: De animerade filmerna gynnade elevernas förmåga att förklara naturvetenskapliga fenomen. Eleverna som såg filmerna fick också en ökad motivation för att lära naturvetenskap.

The Effects of Scaffolded Simulation-Based Inquiry Learning on Fifth-Graders' Representations of the Greenhouse Effect

Författare: Kukkonen, Jari Ensio, Kärkkäinen, Sirpa, Dillon, Patrick och Keinonen, Tuula (2014)

Ursprung: University of Eastern Finland, Finland.

Elevernas ålder: 10-11 år

Syfte: Syftet var att undersöka hur elevers lärande påverkas om de får stöttning av läraren i att använda datorsimuleringar i NO-undervisningen.

Studiens design: En kvalitativ undersökning. 21 elever ingick i studien. Studien genomfördes under fem lektioner.

Metod: Eleverna fick undervisning om växthuseffekten. De fick rita en bild av växthuseffekten, med förklarande ord. Eleverna fick därefter använda ett datorprogram för att göra simuleringar av växthuseffekten (exempelvis välja olika halter av växthusgaser i atmosfären). Eleverna fick instruktioner om vad de skulle undersöka och hur de skulle notera sina resultat. Avslutningsvis fick eleverna åter göra en egen ritad modell av växthuseffekten. De två olika ritningarna analyserades.

Resultat: Efter att ha använt datorsimuleringen hade eleverna en bättre förståelse för växthuseffekten och kunde rita en modell som visade på en djupare insikt för fenomenet.

Does Every Cell get Blood? Young Students' Discussions about Illustrations of Human Blood Circulation

Författare: Westman, Anna-Karin och Karlsson, Karl-Göran (2016)

Ursprung: Mittuniversitetet, Sverige.

Elevernas ålder: 11-12 år

Syfte: Syftet var att undersöka hur elever resonerar om blodomloppet utifrån en illustration.

Studiens design: En kvalitativ undersökning. 10 elever ingick i studien. Studien genomfördes under en dag.

Metod: Eleverna fick se en film om människans blodomlopp. Eleverna ritade sedan en egen bild av blodomloppet och fick även titta på en av bilderna från filmen och diskutera vad bilden ville visa.

Resultat: Eleverna förstod endast delvis vad illustrationerna från filmen ville visa. När de pratade om blodomloppet så var det endast ur ett större perspektiv, exempelvis hur blodet forsar fram. De pratade sällan om blodets roll på cellnivå.

4.10 Analysmetod för vald litteratur

Den metod som har använts för att genomföra analysen av den utvalda litteraturen är en innehållsanalys. Enligt Eriksson Barajas, Forsberg och Wengström (2013, s. 164) bör en innehållsanalys innefatta grundlig läsning av insamlad litteratur i förhållande till litteraturstudiens frågeställningar och syfte. Denna litteraturstudies syfte är att undersöka vad tidigare forskning beskriver gällande elevers visuella förståelse inom NO-undervisningen i årskurs 4-6. Frågeställningen lyder:

- Vad säger forskningen om hur användandet av illustrationer och modeller inom NO-undervisningen i årskurs 4-6 påverkar elevers lärande?

Samtliga artiklar har lästs med frågeställningen i fokus, och relevanta resultat i artiklarna har noterats. Fokus har i denna analys legat på artiklarnas resultat och diskussion. När texterna har lästs färdigt har de olika delarna sammanställts för att urskilja mönster i studierna. Enligt Eriksson Barajas, Forsberg och Wengström (2013, s. 148) bör texterna analyseras på detta sätt, där läsaren försöker nå djupet i materialet för att identifiera mönster och teman. Läsaren kan därefter jämföra litteraturen och hitta likheter och skillnader mellan de olika forskningsartiklarna.

Vid genomläsning av litteraturen kunde följande teman för illustrationers och modellers påverkan på elevers lärande identifieras:

- Illustrationer/modeller främjar lärandet
- Illustrationer/modeller främjar inte lärandet
- Elevernas aktivitet
- Faktorer som gör att användandet av illustrationer/modeller leder till lärande

I Tabell 4 redovisas artiklarna och vilka teman som artiklarna kan kopplas till. Namnen på identifierade teman har i tabellen förkortats till ”främjar”, ”främjar inte”, ”aktivitet” och ”faktorer för lärande”.

Tabell 4. Identifierade teman från innehållsanalys av vald litteratur

	främjar	främjar inte	aktivitet	faktorer för lärande
von Zeipel (2014)		x	x	x
Jian (2015)		x	x	x
Gustafsson m fl (2010)	x	x	x	x
Barak m fl (2010)	x		x	x
Kukkonen m fl (2014)	x		x	x
Westman m fl (2016)		x	x	x

5 Resultat

I detta avsnitt redogörs för resultatet av analysen av de utvalda artiklarna. Resultatet presenteras utifrån de gemensamma teman som har identifierats i artiklarna. Avsnittet avslutas med en sammanfattning av resultatet.

5.1 Illustrationer/modeller främjar lärandet

Tre av de analyserade artiklarna visar på situationer där användandet av olika former av illustrationer eller modeller i undervisningen har lett till att eleverna har fått ökad kunskap och en djupare förståelse. Gustafsson och Shanahan (2010, s. 450) skriver att flera av eleverna i deras undersökning kunde använda jordgloben som ett verktyg för att tänka analytiskt om jordklotet. Drygt hälften av eleverna visade en enkel nivå av tänkande. De uttryckte sig i stil med: ”en skillnad är att jordgloben är mindre än jordklotet” och ”en begränsning med jordgloben är att den är gjord av plast”. Den andra hälften av eleverna resonerade på en mer avancerad nivå om vetenskapliga modeller. De uttryckte bland annat att: ”modeller måste inte exakt stämma överens med verkligheten”, ”på jordgloben är länderna målade i olika färger för att det ska vara enklare att se indelningen i olika länder”, ”en styrka med modellen är att ekvatorn är utritad” och ”modellen hjälper en att förstå att jordklotet roterar och lutar” (Gustafsson och Shanahan 2010, s. 448-450).

Barak, Ashkar och Dori (2010, s. 840, s. 843 och s. 845) har i sin studie kunnat visa positiva resultat för de elever som fick sin NO-undervisning kompletterad med animerade filmer. Studien var kvantitativ och pågick under ett läsår. De 926 eleverna i försöksgruppen hade efter läsåret en djupare förståelse för de vetenskapliga fenomen som behandlats under året, jämfört med de 409 elever som ingick i kontrollgruppen. Jämförelsen gjordes med hjälp av åtta frågor med fyra svarsalternativ, och fyra sant/falskt-frågor. En fråga handlade exempelvis om en pojke som kokade vatten i en gryta och ställde ett tomt och kallt glas i närheten. Glaset blev täckt av vattendroppar. Var kom vattnet ifrån? ”A. Vattnet fanns i glaset från början”, ”B. Glaset svettades och släppte ut vatten”, ”C. Vattnet som avdunstade från grytan kondenserade på glaset” (rätt svar), ”D. Det finns inget samband mellan vattendropparna på glaset och vattnet i grytan”. Eleverna i försöksgruppen lyckades pricka in rätt svar på frågorna till 70 %, medan kontrollgruppen svarade rätt till 55 % (Barak, Ashkar och Dori 2010, s. 840, s. 843 och s. 845).

På samma sätt beskriver Kukkonen, Kärkkäinen, Dillon och Keinonen (2014, s. 416-417) att användandet av datorsimuleringar påverkade elevernas lärande positivt. En

majoritet av eleverna visade en djupare förståelse för växthuseffekten efter att de hade arbetat med en interaktiv datormodell. I de ritade modeller som eleverna gjorde före studien framgick att eleverna hade vissa förkunskaper om växthuseffekten. Många elever kände till olika källor (som industrier och trafik) som orsak till den förstärkta växthuseffekten. Några elever kände också till vilka indirekta konsekvenser som en förstärkning kan få (som smältande glaciärer och stormar). I de modeller eleverna ritade efter studiens undervisningsmoment var det ännu fler elever som redogjorde för källor och indirekta effekter. Det som författarna dock lyfter som intressant är att en stor del av eleverna dessutom beskrev växthuseffekten med hjälp av både infraröd strålning och värmestrålning, de kände till flera olika gaser i atmosfären, de ritade ljus som både pilar som reflekteras och som ljuspartiklar och de hade därtill koll på molnens placering och betydelse för växthuseffekten (Kukkonen m.fl. 2014, s. 416-417).

Kukkonen m.fl.:s (2014, s. 418-421) undersökning visar också att simuleringsmodellen hjälpte eleverna att tänka igenom sina idéer och gav dem bättre förutsättningar att kommunicera sina tankar om växthuseffekten. I de modeller som eleverna ritade efter studien använde de sig i mycket högre grad av pilar, etiketteringar ("skyltar" för exempelvis "atmosfären"), delade in pappret i olika delar, mixade text och bild. Kort sagt, de hade utvecklat en förmåga att använda olika representationer för att förmedla allt de hade lärt sig.

Barak, Ashkar och Dori (2010, s. 843) kunde i sin undersökning även se tydliga resultat när det gäller elevernas motivation för lärande. Eleverna som varje vecka fått NO-undervisningen kompletterad med en kortare animation visade efter ett år en signifikant högre motivation för att lära naturvetenskap jämfört med kontrollgruppen. Eleverna fick svara på ett formulär, både före och efter experimentåret. Formuläret bestod av tjugo påståenden som eleverna skulle instämma till, eller inte, i olika grad. Två av frågorna var exempelvis "Jag är trygg i att jag kommer att lyckas med mina studier i naturvetenskap" och "Det finns ingen plats för naturvetenskap i mitt liv". Resultatet av frågeformuläret visade att även eleverna i kontrollgruppen under året fick ett ökat intresse för naturvetenskap, men motivationsökningen var avsevärt större i försöksgruppen (Barak, Ashkar och Dori 2010, s. 843).

5.2 Illustrationer/modeller främjar inte lärandet

I tre av de analyserade artiklarna beskrivs situationer som visar på svårigheter för eleverna att använda illustrationer eller modeller i NO-undervisningen. von Zeipel (2014), Westman och Karlsson (2016) och Jian (2015) har alla i sina undersökningar kommit fram till att eleverna ofta inte förstår vad illustrationen eller modellen vill visa. von Zeipels (2014, s. 207) artikel handlar om elever som diskuterar elektriska strömmar utifrån en illustrerad textbok. Hans forskning visade att elever inte förstår att illustrationerna bär på information. De letade hellre efter svar i texterna än i bilderna. Westman och Karlssons (2016, s. 169) artikel handlar om elever som diskuterar människans blodcirkulationssystem med stöd av några illustrationer. En av illustrationerna var schematisk och visade det lilla och stora kretsloppet. Det stora kretsloppet var uppdelat i tre grenar, förbi "tarmarna", "njurarna" respektive "kroppens celler". Illustrationen var tänkt att symbolisera blodets olika funktioner, men ingen av eleverna gjorde någon reflektion om varför de här orden fanns med i bilden. På en direkt fråga från läraren gissade eleverna att det var ställen där extra mycket syre behövdes. Jians (2015, s. 98-100) studie är en jämförelse mellan universitetsstudenter och fjärdeklassare. De fick i uppdrag att läsa en biologitext med

två tillhörande illustrationer. Genom att avläsa ögonrörelser kunde hon se att universitetsstudenterna hela tiden växlade mellan att titta på illustrationerna och att läsa texten. De tog hjälp av illustrationerna för att förstå det de läste. Fjärdeklassarna däremot fokuserade till att börja med endast på texten. Efter att de läst färdigt texten tittade de en kort stund på bilderna. Jian (2015, s. 102) tolkar detta som att de yngre eleverna inte förstår att bilderna innehåller information som de kan ha nytta av. Studien visar också att de yngre eleverna inte kan länka samman information från text och bild. De får därmed inget stöd från texten för att förstå vad illustrationerna vill visa. Omvänt ger bilderna dem heller inget stöd för att förstå texten (Jian 2015, s. 105).

Två av artiklarna lyfter fram att elevernas förkunskaper spelar roll när illustrationer eller modeller används i undervisningen. Både Westman och Karlssons (2016, s. 164-165) och von Zeipels (2014, s. 206) undersökningar är gjorda i form av en enda lektion. Lektionerna i båda studierna inleddes med att eleverna fick se en film eller läsa en text om ett utvalt ämne. Därefter har eleverna fått uppgifter att lösa eller diskutera under ”övervakning” av forskaren. Uppgifterna har baserats på illustrationer med anknytning till den inledande filmen/texten. Båda undersökningarna visar att eleverna endast ser sådan information i bilderna, som de redan har kunskap om sedan tidigare. Om illustrationerna försöker addera ny information går det eleverna förbi. De vet inte vad de ska titta efter i bilderna, och lyckas därför inte se något annat än det de redan vet (von Zeipel 2014, s. 207). En av illustrationerna i Westman och Karlssons (2016, s. 172) undersökning föreställde celler och kapillärer, och hade för avsikt att visa hur blodet når ut till varenda cell i kroppen. Eleverna hade dock väldigt vaga kunskaper om kroppens celler och kunde därför inte tolka bilden. Någon elevgrupp tyckte bara att bilden såg konstig ut. På uppmaning av intervjuaren gissade några elever att bilden kanske hade någon koppling till huden eller tarmluddet.

Även om eleverna sällan kunde få fram någon ny information från illustrationer, så visade von Zeipels (2014, s. 207) och Westman och Karlssons (2016, s. 167-168) undersökningar att vid de tillfällen när eleverna trots allt försökte, så blev det ofta fel. Eleverna gjorde egna tolkningar utifrån den kunskap de hade sen tidigare. von Zeipel (2010, s. 207) beskriver att elevernas resonemang till en början kunde hålla, men när bilderna på olika elektriska kretsar blev mer avancerade, stämde inte längre de tolkningar eleverna gjort av bilderna. Eleverna valde då antingen att helt enkelt inte lita på bilderna, eller att argumentera för att bilderna trots allt stödde deras befästa missuppfattningar. I Westman och Karlssons (2016, s. 167-168) studie blev det tydligt att det eleverna kände till sedan tidigare om cirkulationssystemet var blodets funktion som syretransportör. När intervjuaren undrade om varför bilder av sopbilar fanns med i illustrationen associerade en elevgrupp genast vidare till ”busses and cars, they are like the highway (...) they can transport a lot of air through it all” (Westman och Karlsson 2016, s. 167-168). Genom att fråga om sopbilen ville intervjuaren leda in eleverna på att fundera på blodets många funktioner, bland annat som transportör av ”avfall”. Eleverna tog dock fasta på att en sopbil är ett fordon. Med de förkunskaper eleverna hade blev sopbilen en allmän symbol för ”transport”. Enligt eleverna transporterar blodet endast ett ämne, syre (eller ”luft” som eleverna uttryckte det), och därför fäste de ingen vikt vid att en sopbil och en bil skulle kunna symbolisera olika saker.

Westman och Karlsson (2016, s. 169-170) och von Zeipel (2014, s. 209-210) beskriver att feltolkningar inte bara skedde med utgångspunkt i elevernas förkunskaper, utan

illustrationerna var ofta svårtolkade för eleverna, även när de tog sig an dem med öppet sinne. I Westman och Karlssons (2016) studie ingick en schematisk bild av det ”lilla och stora kretsloppet”. I mitten fanns ett symboliskt hjärta. Ovanför hjärtat var det lilla kretsloppet inritat, under hjärtat gick det stora kretsloppet. Även om ordet ”lungorna” stod utskrivet vid det lilla kretsloppet tolkade ändå en elev bilden som att det lilla kretsloppet går upp till huvudet. Elevens tolkning byggde på att bilden visar att blodet ska gå till någonting viktigt som finns någonstans ovanför hjärtat, och det borde då vara hjärnan (Westman och Karlssons 2016, s. 169-170). von Zeipel (2014, s. 209-210) ger i sin artikel exempel på en elev som tolkade in oönskad information i en bild. Eleven såg att en av glödlamporna var tecknad lite annorlunda än de andra, och tog det som argument för att den lampan inte skulle lysa. Skillnaden hade dock ingen betydelse för funktionen, utan var bara en variation som illustratören hade råkat göra (von Zeipel 2014, s. 209-210).

Exemplet ovan med den svårtolkade modellen av blodets kretslopp visar något som både Gustafsson och Shanahan (2010, s. 446) och Westman och Karlsson (2016, s. 170-171) har kunnat konstatera i sina studier, nämligen att det kan vara svårt för elever i mellanstadieåldern att göra kopplingar mellan en schematisk bild eller modell, och motsvarande fenomen i ”verkligheten”. Flera av eleverna i Gustafsson och Shanahans (2010, s. 446) undersökning menade att den enda skillnaden mellan en modell och verkligheten är skalan. En modell är enligt eleverna bara mycket större eller mycket mindre. I Westman och Karlssons (2016, s. 170-171) undersökning blev det tydligt när eleverna själva skulle rita en illustration av blodsystemet. De visste hur en klassisk bild av blodsystemet ser ut, med röda och blå linjer. De hade dock ingen uppfattning om att bilden var schematisk, utan när de kom på att det finns blod i huvudet, och inte bara i armarna och benen, var de tvungna att rita en linje dit upp också.

5.3 Elevernas aktivitet

De sex analyserade artiklarna presenterar undersökningar av olika karaktär. Fyra av artiklarna bygger på studier där eleverna passivt tittar på en illustration eller modell av något slag. Detta gäller artiklarna av von Zeipel (2014), Jian (2015), Gustafsson och Shanahan (2010) och Barak, Ashkar och Dori (2010). Två av artiklarna rör studier där eleverna både tar del av illustrationer och modeller, men också är aktiva och skapar egna illustrationer. Detta gäller artiklarna av Kukkonen m.fl. (2014) och Westman och Karlsson (2016). I studien av Kukkonen m.fl. är eleverna även delaktiga så till vida att de själva kan ändra och välja värden i modellen.

Även om fyra av artiklarna kan karaktäriseras utifrån att eleverna ”passivt” tar del av illustrationer eller modeller, kräver ändå undervisningsmomenten olika grad av aktivitet. I von Zeipels (2014, s. 206) och Jians (2015, s. 98) studier handlar elevernas aktivitet om att läsa text, titta på bilder, och försöka koppla ihop den information som ges i text och bild. I Gustafsson och Shanahans (2010, s. 445) studie tittar eleverna på en jordglob och försöker därefter dra slutsatser om vilka styrkor och begränsningar den vetenskapliga modellen ”jordgloben” har. Aktiviteten och tänkandet rör sig i denna studie på en abstrakt nivå och kräver mycket tankeverksamhet av eleverna. Gustafsson och Shanahan (2010, s. 452) framhåller att det är den utmanande aktiviteten, att tänka på en abstrakt nivå om modellen, som gör att elevernas lärande stärks. I Barak, Ashkar och Doris (2010, s. 884-845) studie tittar eleverna på en animerad film. Att titta på film kan synas tämligen passivt, men författarna framhåller att film kräver ett stort engagemang av eleverna. De behöver lägga märke till både det

som sägs och visas i filmen, det vill säga använda både syn- och hörselsinnet. För att följa med i förloppet i filmen är de tvungna att, kanske omedvetet, välja ut vad som är viktigt att fokusera på. I den efterföljande klassrumsdiskussionen gör eleverna en sortering av den nya kunskapen, och det sker också en ihopkoppling av ny och gammal kunskap. Författarna menar att det är elevernas höga aktivitetsgrad, där flera sinnen används och där eleverna tvingas att värdera all information, som gör att eleverna i försöksgruppen lär sig mer än eleverna i kontrollgruppen (Barak, Ashkar och Dori 2010, s. 844-845).

När det gäller de två artiklar där eleverna är mer aktiva i hanterandet av illustrationer och modeller sticker Kukkonen m.fl:s (2014) studie ut lite extra. Deras forskningssyfte är just att undersöka vilka effekter ett undersökande arbetssätt har. De låter eleverna förmedla sina kunskaper om växthuseffekten i form av egengjord illustrationer, både i ett för- och ett eftertest. Däremellan får eleverna använda sig av en datorsimulering där de själva väljer värden och får ”facit” för hur livet på jorden skulle påverkas. Eleverna är aktiva på ett självständigt sätt, både i kunskapstesterna och i användandet av modellen. Samtidigt är de inte lämnade helt vind för våg, utan har fått instruktioner för hur simuleringsmodellen ska användas (Kukkonen m.fl. 2014, s. 412-414). Författarna drar slutsatsen att elevernas lärande påverkades positivt eftersom aktiviteterna gjorde dem medvetna om sina egna föreställningar om växthuseffekten (Kukkonen m.fl. 2014, s. 422). I Westman och Karlssons (2016, s. 164-165) undersökning ritade eleverna egna illustrationer för att förklara sina resonemang. Elevernas huvudsakliga aktivitet handlar dock om att försöka koppla samman det intervjuaren frågar om, med det som visats i en film, eller det som visats i illustrationer på papper. Studien säger inte någonting om hur det aktiva deltagandet påverkar elevernas omedelbara lärande. Författarna konstaterar emellertid att elevernas illustrationer och diskussioner gav viktig information om deras nuvarande förståelse. Det i sin tur menar författarna ger en bra utgångspunkt för att kunna planera den fortsatta undervisningen på ett sätt som leder till ett gynnsamt lärande (Westman och Karlsson 2016, s. 174).

5.4 Faktorer som gör att användandet av illustrationer/modeller leder till lärande

I samtliga artiklar går det att urskilja faktorer som enligt författarna är avgörande för att användandet av illustrationer eller modeller ska leda till lärande för eleverna. Fyra av undersökningarna lyfter fram lärarens roll. För att det ska vara meningsfullt att använda illustrationer och modeller för elever i mellanstadieåldern måste läraren undervisa eleverna om hur man använder och tolkar informationen i modellerna. von Zeipel (2014, s. 210) skriver att ”illustrations in science school textbooks don't work on their own. Pupils that are not trained to interpret scientific models and illustrations need guidance to be able to grasp intended messages” (von Zeipel 2014, s. 210). Med detta menar von Zeipel att eleverna behöver vägledning av en lärare för att förstå innebörden av illustrationerna i skolans NO-böcker. Gustafsson och Shanahan (2010, s. 452) konstaterar att elever i årskurs 5 som får undervisning om vad en vetenskaplig modell är, bättre kan tolka och förstå modeller som används i NO-undervisningen. Kukkonen m.fl. (2014, s. 422) använder begreppet ”scaffolding” och skriver att ”through a carefully constructed sequenced and scaffolded instruction, young pupils (fifth-graders age 10-11 years) can make inquiries with a simulation and learn about a high complex topic” (Kukkonen m.fl. 2014, s. 422). Kukkonen m.fl. lyfter här fram att det är just stöttningen från läraren som gör användandet av simuleringsmodellen

lärorikt. Även om eleverna kan tyckas arbeta självständigt (de tillämpar ett undersökande arbetssätt), så skulle de utan stöttningen och instruktionerna från läraren, inte lyckas erhålla någon djupare kunskap av datorsimuleringen. Westman och Karlsson (2016, s. 173) poängterar att tolkning av vetenskapliga illustrationer kräver övning. Illustrationerna kan vara svårtolkade och för att skapa mening behöver eleverna mycket stöd.

En annan faktor som gör användandet av illustrationer framgångsrikt lyfts fram i tre av artiklarna. Det handlar om att läraren använder en kombination av flera olika representationer och visar eleverna hur de kan se samband mellan representationerna. Jian (2015, s. 102 och s. 105) visar i sin studie att den vuxna kontrollgruppen (som bestod av universitetsstudenter) var mycket bättre på att knyta samman information från både text och bild. De kunde därmed förstå innehållet på snabbare tid och med mer djup. Elevgruppen, som specifikt var utvald för att innehålla elever med mycket god läsförmåga, verkade inte ha förmågan att förstå att text och bild hör ihop och stärker varandra. Jian använder begreppet ”diagram-literacy” och menar att den inte är tillräckligt utvecklad hos mellanstadieelever. Hon framhåller att lärare behöver vänja eleverna vid att ta till sig olika representationer, och att ett bra sätt att öva upp förmågan är just att visa eleverna på kopplingen mellan de olika representationerna. På så sätt kan eleverna så småningom bli bättre på att förstå och minnas naturvetenskaplig information (Jian 2015, s. 102 och s. 106). Barak, Ashkar och Dori (2010, s. 844) skriver i sin artikel att det var kombinationen av animerad film, tillsammans med vanlig undervisning där eleverna lyssnar på läraren, har gruppdiskussioner, läser i textboken och tittar på bilderna i textboken, som gjorde att filmerna ledde till ökad förståelse hos de elever som fick se dem. Författarna menar att det var användandet av flera olika sinnen som gjorde att de olika representationerna blev verkningsfulla. Även Kukkonen m.fl. (2014, s. 421) framhåller betydelsen av att använda flera olika representationer: ”The fact that after the instructional intervention the models were enriched with many relevant representations gives support to the assertion that it is important to use multiple representations when studying complex science phenomena” (Kukkonen m.fl. 2014, s. 421). Här syftar författarna på de modeller som eleverna själva ritade, före och efter undervisningsmomentet. Modellerna som eleverna ritade efter att de fått undervisning om växthuseffekten med hjälp av flera representationer, bland annat en datorsimulering, visade sig vara mycket mer innehållsrika än förmodellerna. De elever som hade de mest varierade teckningarna ritade olika sorters strålning, pilar som visar hur strålningen reflekteras, moln, gaser och partiklar i atmosfären, etiketter med namn på alla delar i bilden, bilar, termometrar som visar temperaturen osv. Författarna menar att användandet av flera representationer i undervisningen var grunden till att eleverna sen även själva kunde förmedla sin kunskap med hjälp av flera representationer. På detta sätt lyckas eleverna nå en, för 10-11-åringar, avancerad förståelse för växthuseffekten.

5.5 Sammanfattning av resultatet

Analysen av de utvalda artiklarna visar att illustrationer och modeller har förutsättningar att främja elevers lärande. Exempelvis fick elever som använde en simuleringsmodell en djupare förståelse för växthuseffekten. Flera av undersökningarna visar också att elever har svårt att tolka naturvetenskapliga illustrationer, och att eleverna ibland inte ens är medvetna om att illustrationerna har någon information att förmedla. För att illustrationer och modeller ska vara meningsfulla att använda i undervisningen behöver eleverna få lära sig hur ska

använda och tolka dem. Genom att låta eleverna möta flera olika representationer, och ge dem stöd i att se sambanden mellan dem, ökar elevernas förmåga att förstå och minnas naturvetenskaplig fakta.

6 Diskussion

I detta kapitel förs en diskussion om den metod som har använts för denna litteraturstudie. Metodens reliabilitet, validitet och generaliserbarhet diskuteras. Därefter följer en diskussion om studiens resultat. Resultatdiskussionen görs utifrån de fyra teman som identifierades i analysprocessen.

6.1 Metoddiskussion

Denna studie är gjord i form av en systematisk litteraturstudie. Det systematiska tillvägagångssättet, och den noggranna redovisningen som gjorts i varje led, ger studien en hög replikerbarhet (Eriksson Barajas, Forsberg och Wengström 2013, s. 103). Det finns trots det faktorer som gör att studiens reliabilitet kan ifrågasättas. Dels har en avgränsning gjorts så att endast texter som gick att ladda ner i fulltextformat har tagits med. Dels har, av tidsmässiga skäl, endast de 100 första titlarna lästs igenom (vid de fall när sökningarna gav väldigt många träffar). Till viss del kan även reliabiliteten i de analyserade texterna ifrågasättas. Huvudparten av de utvalda texterna bygger på kvalitativa studier gjorda på elevgrupper på några tiotal barn. Det är inte en orimlig tanke att samma studier, med andra elevgrupper, skulle kunna ge ett annat resultat.

Det som gör att de utvalda texterna ändå känns tillförlitliga är att de alla är genomgått peer review. Litteraturstudien bygger endast på vetenskapliga artiklar, och med peer reviewed avses att artiklarna har granskats av andra oberoende forskare innan publicering. Alla artiklarna har dessutom kvalitetsgranskats utifrån etiska aspekter, som exempelvis konfidentialitetskravet, informationskravet, samtyckeskravet och nyttjandekravet (Björkdahl Ordell 2007, s. 25-27).

Att urvalsprocessen är utförd på ett strukturerat sätt, där sökorden har styrt vilka artiklar som skulle ingå i studien, är viktigt ur etiskt hänseende (Eriksson Barajas, Forsberg och Wengström 2013, s. 70). På detta sätt minimeras risken att studien blir tendentiös, d.v.s. att den endast redovisar den forskning som stöder en viss hypotes. De texter som analyserades i denna litteraturstudie valdes ut, inte på grund av det resultat det visade på, utan på grund av att de behandlade ämnesområden som stämde överens med denna litteraturstudies syfte. Sökomgångarna gav överlag många träffar. Det ledde till att ett stort antal titlar och även en avsevärd mängd abstracts lästes igenom. Det stora urvalet gjorde det möjligt att identifiera texter som stämde precis in på denna litteraturstudies syfte. Att texterna på detta noggranna sätt har valts ut utifrån studiens syfte och frågeställning bör innebära att litteraturstudien har en hög validitet, det vill säga att den undersöker det som den ska undersöka (Eriksson Barajas, Forsberg och Wengström 2013, s. 105).

Ytterligare en styrka med de analyserade texterna är att de allihop är relativt nypublicerade och aktuella. Artiklarna är från 2010 och framåt. I sökprocessen har både svenska och engelska sökord använts. Detta har lett till träffar på vetenskapliga

artiklar från hela världen. Att ha ett brett urval från olika lärosäten, kulturer och skolsystem borgar för en hög trovärdighet för litteraturstudiens resultat. Detta skulle kunna antyda att studiens resultat är generaliserbart, det vill säga att det går att dra slutsatser som går att överföra till andra sammanhang. Generaliseringar är dock vanskliga att göra utifrån studier som är så pass små i omfattning som denna litteraturstudie är. För att resultaten skulle vara generaliserbara skulle ett mycket större antal artiklar inom området ha behövt analyseras. Inom ramen för de tio veckor som denna litteraturstudie har pågått har en studie av sådan omfattning inte varit möjlig att genomföra tidsmässigt.

6.2 Resultatdiskussion

I detta avsnitt kommer studiens resultat att sättas i relation till skolans styrdokument och tidigare forskning. Syftet med denna systematiska litteraturstudie var att undersöka vad tidigare forskning beskriver gällande elevers visuella förståelse inom NO-undervisningen i årskurs 4-6. Den frågeställning som studien bygger på är:

- Vad säger forskningen om hur användandet av illustrationer och modeller inom NO-undervisningen i årskurs 4-6 påverkar elevers lärande?

De resultat som denna litteraturstudie ledde fram till kunde kategoriseras utifrån fyra olika teman. De fyra temana var ”Illustrationer/modeller främjar lärande”, ”Illustrationer/modeller främjar inte lärande”, ”Elevernas aktivitet” och ”Faktorer som gör att användandet av illustrationer/modeller leder till lärande”. Även resultatdiskussionen är utformad utifrån dessa teman.

6.2.1 Illustrationer/modeller främjar lärandet

Denna studies resultat visar att användandet av modeller kan ge elever en fördjupad förståelse för naturvetenskapliga fenomen (Gustafsson och Shanahan 2010, s. 450 och Kukkonen m.fl. 2014, s. 416-417). Detta stämmer väl överens med det som Vo m.fl. (2015, s. 2412-2413) hävdar, nämligen att eleverna med hjälp av modeller kan fokusera på viktiga processer och få möjlighet att förstå svårbegripliga system inom naturvetenskap. Resultatet är också i linje med det som skrivs fram i kursplanerna för NO-ämnena. Skolverket skriver i Läroplanen för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011 (Lgr 11) att undervisningen ska ge eleverna möjlighet att utveckla förtrogenhet med naturvetenskapliga modeller (2011, s. 111, s. 127 och s. 144).

Resultatet av denna litteraturstudie visar att en simuleringsmodell kan hjälpa elever att tänka igenom sina idéer, och att användandet av en modell dessutom gör att eleverna blir bättre på att kommunicera det de har lärt sig. I den analyserade studien förstärktes elevernas förståelse eftersom de lyckades dra nytta av och sammankoppla information från texter, från lärarens genomgång och från simuleringen (Kukkonen m.fl. 2014, s. 418-421). Detta resultat går att koppla till begreppet *visual literacy*. Flera forskare menar att *visual literacy* är en förmåga som elever måste få lära sig, och att elever som saknar denna förmåga inte kan ta till sig visuella budskap (Lowe 2003, Rundgren och Tibell 2010, McTigue och Flowers 2011, Schönborn och Andersen 2005). Undersökningen som Kukkonen m.fl. (2014, s. 411-413) genomförde bestod av en lektionsserie där eleverna utöver undervisning om ämnet (växthuseffekten) även fick undervisning om den visuella modellen (simuleringsprogrammet). Det är rimligt att anta att eleverna genom den explicita undervisningen om modellen fick möjlighet att utveckla sin *visual literacy*-förmåga. Även om Kukkonen m.fl. inte själva använder begreppet *visual literacy* så fokuserar deras lektionsserie på just de förmågor som bland annat Christopherson,

enligt Ferk m.fl., lyfter fram i sin definition av *visual literacy* (1997 se Ferk m.fl. 2003, s. 1227-1228). Lowe (2003, s. 159) inkluderar i *visual literacy* inte bara förmågan att förstå illustrationer, utan även förmågan att själv uttrycka sig i form av bilder. Att eleverna i slutfasen av studien var bättre på att kommunicera sina kunskaper i bildform stöder påståendet att eleverna i undersökningen utvecklade sin *visual literacy*-förmåga.

6.2.2 Illustrationer/modeller främjar inte lärandet

I tre av de analyserade artiklarna framkom att eleverna inte förstod vad illustrationen eller modellen ville visa (von Zeipel 2014, Westman och Karlsson 2016 och Jian 2015). von Zeipels (2014, s. 207) forskning visade till och med att eleverna inte insåg att illustrationerna över huvud taget bar på någon information. Detta resultat stämmer överens med det som McTigue och Flowers (2011, s. 585) skriver, om att elever ofta underskattar bilders betydelse. Även McTigue och Flowers resonerar utifrån begreppet *visual literacy* och menar att elever som inte har utvecklat *visual literacy* saknar förmåga att inse att en bild kan ha flera olika syften. Enligt författarna tänker elever att illustrationer endast finns med i läroböckerna för att visuellt visa det som står i texten. De inser inte att bilderna kan innehålla information som går utöver det som står i texten. Detta förklarar de observationer som både von Zeipel (2014, s. 207) och Jian (2015, s. 102) gjort i sina studier, nämligen att elever ägnar väldigt lite tid åt bilder och fokuserar nästan helt på vad som står i texten.

Denna studies resultat visar att elever i 10-årsåldern inte kan länka samman information från text och bild (Jian 2015, s. 105). Enligt Hannus och Hyönä (1999, s. 97) är detta en följd av att eleverna ännu inte klarar av alla de nivåer av beslutsfattande som krävs för att läsa en illustrerad vetenskaplig text. *Visual literacy*-begreppet är aktuellt även här. Hannus och Hyönä menar att med *visual literacy* kommer förmågan att avgöra vad som är relevant eller överflödigt information, i vilken ordning bilder och text ska hanteras, att förstå vilka delar i texten och bilderna som hör ihop. När alla dessa bitar är på plats blir det även möjligt att samordna informationen från texten och bilderna. Den analyserade texten av Jian (2015, s. 105) visar att förmågan att länka samman information från text och bild fanns i den vuxna kontrollgruppen. Det är därför rimligt att anta att *visual literacy* hos de flesta utvecklas i takt med stigande ålder. Den här typen av ”omedveten” förmåga är extra komplex i undervisningssammanhang. Det är lätt att som lärare tro att eleverna tar sig an texten och bilderna på samma sätt som en vuxen gör. Med den inställningen riskerar användandet av illustrationer och modeller i undervisningen att leda till missförstånd snarare än ökad förståelse. Kesidou och Roseman (2002, s. 532) bekräftar med sin forskning att visuella representationer i läroböcker är en vanlig orsak till missförstånd hos eleverna. Deras konstaterande att illustrationer ibland verkar vara svåra för eleverna att tolka stämmer väl överens med det som kommer fram i denna litteraturstudies resultat. I den analyserade artikeln av Westman och Karlsson (2016, s. 169-170) framgår att missförstånd, som för en vuxen kan te sig obegripliga, för en mellanstadieelev kan vara helt logiska. Det var bland annat tolkningen av en schematisk bild av kroppens blodsystem som visade sig vara komplicerad för eleverna. Ovanför hjärtat var ordet ”lungorna” utskrivet, men eftersom eleven visste att lungorna inte ligger ovanför hjärtat tolkade hon det som att det nog var hjärnan som avsågs. Även här är det avsaknaden av *visual literacy*, i det här fallet en förståelse för vad som karakteriserar en schematisk bild, som ställer till det för eleven och medför att användandet av illustrationer inte främjar lärandet.

6.2.3 Elevernas aktivitet

Resultatet av denna litteraturstudie visar att elever som fick in ta en aktiv roll i undervisningen fick en djupare förståelse för ämnesområdet (Kukkonen m.fl. 2014, s. 416). Eleverna i Kukkonen m.fl:s studie styrde inställningarna i en simulering och gjorde egna illustrationer av växthuseffekten både i början och slutet av studiens genomförande. Detta kan fungera som ett exempel på det Lowe (2003, s. 159) för fram om *visual literacy*. Han jämför med läs- och skrivförmåga och menar att eleverna för att behärska bildmediet behöver både kunna förstå illustrationer ("läsa") och skapa egna illustrationer ("skriva"). Lowes tankegångar talar för att det var just för att eleverna själva var aktivt skapande, som de också kunde nå den djupare förståelsen för växthuseffekten.

Denna studies resultat visar att ett aktivt deltagande påverkade elevers lärande positivt (Barak, Ashkar och Dori 2010, s. 844-845). Eleverna i Barak, Ashkar och Doris (2010, s. 844) undersökning fick titta på en kortare animerad film varje vecka. Författarna till studien menar att filmtittande kräver ett stort engagemang hos eleverna. Som exempel nämner de att eleverna måste både se och lyssna, de måste välja ut vad som är viktigt att fokusera på, de måste sortera in den nya kunskapen tillsammans med tidigare erfarenheter. Barak, Ashkar och Doris syn på engagemangsnivå vid filmtittande stöds av det Hannus och Hyönä (1999, s. 97) skriver om att ta sig an en vetenskaplig text. Hannus och Hyönä skriver precis som Barak, Ashkar och Dori om att det krävs en förmåga att kunna bedöma vad som är relevant och att en förmåga att kunna samordna informationen. Hannus och Hyönä menar att det engagemang som Barak, Ashkar och Dori nämner är viktiga beståndsdelar för att bygga upp en *visual literacy*.

6.2.4 Faktorer som gör att användandet av illustrationer/modeller leder till lärande

I fyra av de analyserade artiklarna betonas lärarens betydelse för om det ska vara meningsfullt att använda illustrationer och modeller i undervisningen. Studierna visar att läraren måste ta en aktiv roll och undervisa eleverna om hur de kan använda och tolka informationen i illustrationerna eller modellerna. Begreppet "scaffolding", där läraren till en början ger mycket stöd, för att så småningom låta eleven klara sig på egen hand, lyfts fram som ett framgångsrikt arbetssätt. Detta är helt i linje med vad tidigare forskning om illustrationer i naturvetenskaplig undervisning för fram. Många forskare menar också att bildmedier är så dominerande i dagens samhälle att det nu är ännu viktigare att lägga fokus på hur bilder ska "läsas" och användas (Rundgren och Tibell 2010, s. 225, McTigue och Flowers 2011, s. 579, Schönborn och Andersen 2005, s. 97, Ferk m.fl. 2003, s. 1228).

I läroplanen för grundskolan framgår det att elever ska kunna använda och ta del av olika uttrycksformer, som exempelvis bilder (Skolverket 2011, s. 14). Skolverkets skrivning om *olika* uttrycksformer stämmer överens med det resultat som flera av de analyserade artiklarna visar på, nämligen att det för elevernas förståelse och inläring verkar vara viktigt att använda en kombination av flera olika representationer, och att läraren dessutom visar eleverna hur de kan se samband mellan representationerna. Denna studies resultat visar att en kombination av animerad film, tillsammans med vanlig undervisning, gjorde att eleverna fick en ökad förståelse (Barak, Ashkar och Dori 2010, s. 844). Resultatet visar även att användandet av flera representationer var en bidragande orsak till att en lektionssekvens blev lyckad ur lärandesynpunkt (Kukkonen m.fl. 2014, s. 421).

7 Slutsats

Den slutsats som kan dras av denna litteraturstudie är att illustrationer och modeller, om de används på rätt sätt, är ett viktigt hjälpmedel för att stötta eleverna i deras lärande. Det är dock viktigt att som lärare till elever i mellanstadieåldern vara medveten om att eleverna inte ”klarar sig på egen hand”. Elever i 10-12-årsåldern har inte förmåga att tolka bilders innehåll på ett sådant sätt som en vuxen har. De har heller inte insikt i att bilder kan förmedla något ”extra”, utöver det som de kan läsa sig till i text. Genom att lära eleverna vad en modell är, vilka styrkor en modell har, och vilka begränsningar som föreligger, kan eleverna få en förståelse som gör att de lättare tar till sig och kan dra nytta av naturvetenskapliga modeller av skilda slag. På liknande sätt behöver läraren diskutera med eleverna vad som skiljer ett foto, en teckning och en schematisk bild (av exempelvis en fjäril) åt. Då får eleverna möjlighet att utveckla en förmåga, *visual literacy*, som de annars kanske inte hade uppnått förrän senare i livet. På så sätt finns också möjlighet att undvika att eleverna i tidig skolålder tar till sig missuppfattningar om naturvetenskapliga fenomen som sedan följer med dem genom skolgången.

8 Förslag till vidare forskning

En av de analyserade artiklarna (Jian 2015) bygger på en jämförande studie där både elever i mellanstadieåldern och en vuxen kontrollgrupp ingick. De vuxna deltagarna tog sig an den illustrerade texten på ett helt annat sätt än eleverna. De vuxna kunde sägas ha utvecklat en *visual literacy*. Det skulle vara intressant att få veta mer om hur *visual literacy* utvecklas. Denna studie är inriktad på elever i mellanstadieåldern, en ålder när utvecklingen sker snabbt och där några år kan göra stor skillnad. Det skulle vara intressant att jämföra elever i årskurs 3 (som strax ska börja mellanstadiet), med elever i årskurs 6 (som strax ska lämna mellanstadiet) för att se om det finns en skillnad i visuell förståelse och hur denna skillnad i så fall ger sig till känna.

9 Källförteckning

Adbo, Karina (2012). *Relationships between models used for teaching chemistry and those expressed by students*. Linnéuniversitetet: School of natural sciences.

Avhandlingar.se (2017, *Avhandlingar från svenska universitet* (www)).
<http://www.avhandlingar.se/>. Hämtat 18 januari 2017.

Barak, Miri, Ashkar, Tamar och Dori, Yehudit (2010). Learning science via animated movies: Its effect on students' thinking and motivation. I: *Computers and Education* 56, Elsevier limited 2011, s. 839–846.

Bergnell Karlsson, Anneli (2015). "Let's pretend this [orange] is you!" Preschool children making meaning of a multimodal illustration offered at a Swedish science center. I: *Studia paedagogica*, vol. 20, n. 4, 2015, s. 139-153.

Bergqvist, Anna (2012). *Models of Chemical Bonding. Representations Used in School Textbooks and by Teachers and their Relation to Students' Difficulties in Understanding*. Karlstad universitet: Faculty of Technology and Science.

Björkdahl Ordell, Susanne (2007). Vad är det som styr vilka etiska regler som finns? I: *Lära till lärare. Att utveckla läraryrket – vetenskapligt förhållningssätt och vetenskaplig metodik*. Dimenäs, Jörgen (red.). Stockholm: Liber.

Bungum, Berit (2008). Images of physics: an explorative study of the changing character of visual images in Norwegian physics textbooks. I: *NorDiNa* 4(2), 2008, s. 132-141.

Cabe Trundle, Kathy, Troland, Thomas och Pritchard, Gail (2008). Representations of the Moon in Children's Literature: An Analysis of Written and Visual Text. I: *Journal of Elementary Science Education*, Vol. 20, No. 1 (Winter 2008), s. 17-28.

Chang, Hsin-Yi och Linn, Marcia C. (2013). Scaffolding Learning From Molecular Visualizations. I: *Journal of research in science teaching*, vol 50, no 7, s. 858–886.

Chen, Zhongzhou och Gladding, Gary (2014). How to make a good animation: A grounded cognition model of how visual representation design affects the construction of abstract physics knowledge. I: *Physical review special topics – Physics education research*, 10, 2014.

Cromley, Jennifer, Perez, Tony, Fitzhugh, Shannon, Newcombe, Nora, Wills, Theodore och Tanaka, Jacqueline (2013). Improving Students' Diagram Comprehension with Classroom Instruction. I: *The Journal of Experimental Education*, 81:4, s. 511-537.

Drechsler, Michal (2007). Models in chemistry education – A study of teaching and learning acids and bases in Swedish upper secondary schools. I: *NorDiNa* 3(2), 2007.

Ebscohost (2017), *ERIC* (www). Hämtat från Ebscohost:
<https://www.ebscohost.com/us-high-schools/eric>. Hämtat 18 januari 2017.

Edfors, Inger, Wikman, Susanne, Johansson Cederblad, Brita och Linder, Cedric (2015). University Students' Reflections on Representations in Genetics and Stereochemistry. Revealed by a Focus Group Approach. I: *NorDiNa* 11(2), 2015, s. 169-179.

Eriksson Barajas, Katarina, Forsberg, Christina och Wengström, Yvonne (2013). *Systematiska litteraturstudier i utbildningsvetenskap. Vägledning vid examensarbeten och vetenskapliga artiklar*. Stockholm: Natur och kultur.

Evagorou, Maria, Erduran, Sibel och Mäntylä, Terhi (2015). The role of visual representations in scientific practices: from conceptual understanding and knowledge generation to 'seeing' how science works. I: *International Journal of STEM Education*, 2015, 2:11.

Ferk, Vesna, Vrtacnik, Margareta, Blejec, Andrej och Gril, Alenka (2003). Students' understanding of molecular structure representations. I: *International Journal of Science Education*, 25:10, s. 1227-1245.

Gericke, Niklas (2008). *Science versus School-science; Multiple models in genetics - The depiction of gene function in upper secondary textbooks and its influence on students' understanding*. Karlstad universitet: Faculty of Social and Life Sciences Biology.

Gilbert, John (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. I: *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), s. 115–130.

Gustafson, Brenda och Shanahan, Marie-Claire (2010). Children Thinking About Models: Analyzing a Globe. I: *The Alberta Journal of Educational Research*, Vol. 56, No. 4, Winter 2010, s. 436-458.

Hannus, Matti och Hyönä, Jukka (1999). Utilization of illustrations during learning of science textbook passages among low- and highability children. I: *Contemporary Educational Psychology*, 24(2), s. 95–123.

Haraldsson Sträng, Monica (2013). *Yngre elevers lärande om naturen. En studie av kommunikation om modeller i institutionella kontexter*. Göteborgs universitet: Institutionen för pedagogik, kommunikation och lärande.

Henze, Ineke, Van Driel, Jan och Verloop, Nico (2007). The Change of Science Teachers' Personal Knowledge about Teaching Models and Modelling in the Context of Science Education Reform. I: *International Journal of Science Education*, 29:15, s. 1819-1846.

Högskolan Dalarna (2017), *Så söker du i Summon* (www). Hämtat från Högskolan Dalarna, <http://du.se/sv/bibliotek/Soka--anvanda1/Hjalpsidor-forsokfunktionen/Sa-soker-du-i-Summon/>. Senast granskad 19 januari 2015. Hämtat 18 januari 2017.

Höst, G. (2016), *Lärare använder missvisande modeller i kemi* (www). Hämtat från Skolverket, <http://www.skolverket.se/skolutveckling/forskning/amnen-omraden/no-amnen/undervisning/larare-anvander-missvisande-modeller-i-kemi-1.214997>. Senast granskad 17 februari 2016. Hämtat 15 november 2016.

- Jian, Yu-Cin (2015). Fourth graders' cognitive processes and learning strategies for reading illustrated biology texts: Eye movement measurements. I: *Reading research quarterly*, 51, 2015. International literacy association, s. 93-109.
- Kesidou, Sofia och Roseman, Jo Ellen (2002). How well do middle school science programs measure up? Findings from Project 2061's curriculum review. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), s. 522–549.
- Kirkeby Hansen, Pål (2012). Hvordan introduseres og videreutvikles kunnskap om vannets kretslop i norske lærebøker for grunnskolen?. I: *NorDiNa* 8(2), 2012, s. 122-137.
- Kragten, Marco, Admiraal, Wilfried och Rijlaarsdam, Gert (2015) Students' Learning Activities While Studying Biological Process Diagrams. I: *International Journal of Science Education*, 37:12, s. 1915-1937.
- Kukkonen, Jari Ensio, Kärkkäinen, Sirpa, Dillon, Patrick och Keinonen, Tuula (2014). The Effects of Scaffolded Simulation-Based Inquiry Learning on Fifth-Graders' Representations of the Greenhouse Effect. I: *International Journal of Science Education*, 36:3, s. 406-424.
- Lee, Victor (2010). Adaptations and Continuities in the Use and Design of Visual Representations in US Middle School Science Textbooks. I: *International Journal of Science Education*, 32:8, s. 1099-1126.
- Liberg, Caroline och Säljö, Roger (2012). Grundläggande färdigheter – att bli medborgare. I: *Lärande, skola, bildning – grundbok för lärare*. Lundgren m fl. Stockholm: Natur och kultur.
- Libris (2017), *Utforska* (www). Hämtat från Libris, http://librishelp.libris.kb.se/help/explore_swe.jsp?redirected=true&pref_is_set=&txtsize=&contrast=&language=se#. Hämtat 18 januari 2017.
- Lindner, Ann-Charlotte och Redfors, Andreas (2007). Partikelmodell som utgångspunkt för elevers förklaringar av avdunstning. I: *NorDiNa* 1, 2007, s. 29-44.
- Lowe, Ric (2003). Animation and learning: selective processing of information in dynamic graphics. I: *Learning and instruction*, 13, s. 157–176.
- Mason, Lucia, Pluchino, Patrik, Tornatora, Maria Caterina och Ariasi, Nicola (2013). An Eye-Tracking Study of Learning from Science Text with Concrete and Abstract Illustrations. I: *The Journal of Experimental Education*, 81:3, s. 356-384.
- McTigue, Erin och Flowers, Amanda (2011). Science Visual Literacy: Learners' Perceptions and Knowledge of Diagrams. I: *The Reading Teacher*, 64(8), s. 578–589.
- Miller, Brian, Cromley, Jennifer och Newcombe, Nora (2016). Improving diagrammatic reasoning in middle school science using conventions of diagrams instruction. I: *Journal of computer assisted learning*, 2016-32, s. 374–390.

- Milner, Rachel (2012). Learner Differences and Learning Outcomes in an Introductory Biochemistry Class: Attitude Toward Images, Visual Cognitive Skills, and Learning Approach. I: *The International Union of Biochemistry and Molecular Biology*, 42(4), 2014, s. 285–298.
- Mnguni, Lindelani (2014). The theoretical cognitive process of visualization for science education. I: *SpringerPlus*, 2014, 3:184.
- Morrison, Jennifer, Watson, Ginger and Morrison, Gary (2015). Exploring the redundancy effect in print-based instruction containing representations. I: *British Journal of Educational Technology*, Vol 46 No 2 2015, s. 423–436.
- Naturfagsenteret (2017), *NorDiNa* (www). Hämtat från Naturfagsenteret, <http://www.naturfagsenteret.no/c1405589/tidsskrift/vis.html?tid=1489795>. Senast granskad 21 september 2016. Hämtat 18 januari 2017.
- Patrick, Michelle (2006). Visual Representations in Science Education: The Influence of Prior Knowledge and Cognitive Load Theory on Instructional Design Principles. I: *Science Education*, 90, s. 1073-1091.
- Patrick, Michelle, Carter, Glenda och Wiebe, Eric (2005). Visual Representations of DNA Replication: Middle Grades Students' Perceptions and Interpretations. I: *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 14, No. 3, September 2005, s. 353-365.
- Ramadas, Jayashree (2009). Visual and Spatial Modes in Science Learning. I: *International Journal of Science Education*, 31:3, s. 301-318.
- Reiss, Michael, Boulter, Carolyn och Tunnicliffe, Sue Dale (2007). Seeing the natural world: a tension between pupils' diverse conceptions as revealed by their visual representations and monolithic science lessons. I: *Visual Communication*, Vol 6(1), s. 99–114.
- Risch, Matthias (2014). Investigation about representations used in teaching to prevent misconceptions regarding inverse proportionality. I: *International Journal of STEM Education*, 2014, 1:4.
- Rundgren, Carl-Johan och Tibell, Lena (2010). Critical Features of Visualizations of Transport through the Cell Membrane: An Empirical Study of Upper Secondary and Tertiary Students' Meaning-Making of a Still Image and an Animation. I: *International Journal of Science and Mathematics Education*, (8), 2, 2010, s. 223-246.
- Schussler, Elisabeth (2008). From Flowers to Fruits: How children's books represent plant reproduction. I: *International Journal of Science Education*, 30:12, s. 1677-1696.
- Schönborn, Konrad och Anderson, Trevor (2005). The Importance of Visual Literacy in the Education of Biochemists. I: *Biochemistry and molecular biology education*. Vol. 34, No. 2, 2006, s. 94–102.
- Skolverket (2011). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011*. Stockholm: Fritzes.

- Subramaniam, K. och Padalkar, Shamin (2009). Visualisation and Reasoning in Explaining the Phases of the Moon. I: *International Journal of Science Education*, 31:3, s. 395-417.
- Säljö, Roger (2012). Den lärande människan – teoretiska traditioner. I: *Lärande, skola, bildning – grundbok för lärare*. Lundgren m fl. Stockholm: Natur och kultur.
- Tibell, Lena, Höst, Gunnar, Schönborn, Konrad och Bohlin, Gustav (2012). Att inSe – Om visualisering i biologiundervisningen. I: *Bi-lagan nr 3 december 2012*, s. 12-17.
- Vo, Tina, Forbes, Cory, Zangori, Laura och Schwarz, Christina (2015). Fostering Third-Grade Students' Use of Scientific Models with the Water Cycle: Elementary teachers' conceptions and practices. I: *International Journal of Science Education*, 37:15, s. 2411-2432.
- Vosniadou, Stella, Skopeliti, Irini och Ikospentaki, Kalliopi (2005). Reconsidering the role of artifacts in reasoning: Children's understanding of the globe as a model of the earth. I: *Learning and Instruction*, 15, s. 333-351.
- Westman, Anna-Karin (2016). *Meningsskapande möten i det naturvetenskapliga klassrummet*. Umeå universitet: Institutionen för naturvetenskapernas och matematikens didaktik.
- Westman, Anna-Karin och Karlsson, Karl-Göran (2016). Does every cell get blood? Young students' discussion about illustrations of human blood circulation. I: *European Journal of Science and Mathematics Education*, Vol. 4, No. 2, 2016, s. 161-175.
- Yenilmez Turkoglua, Ayse och Oztekinb, Ceren (2016). Science teacher candidates' perceptions about roles and nature of scientific models. I: *Research in Science and Technological Education*, 34:2, s. 219-236.
- von Zeipel, Hugo (2014). Illustrations in science education: An investigation of young pupils using explanatory pictures of electrical currents. I: *Procedia – Social and behavioural sciences*, 167, 2015. Elsevier limited, s. 204-210.

Bilaga 1

Komplett tabell över databassökningen

Sökord	Avgränsning	Träffar	Lästa titlar	Lästa abstract	Översiktligt lästa
Databas: Summon					
illustrationer AND naturvetenskap* AND undervisning	peer-review från år 2000 →	2	2	0	0
modeller AND naturvetenskap* AND undervisning	peer-review från år 2000 →	6	6	0	0
modeller i NO-undervisning	peer-review från år 2000 →	23	23	0	0
illustrationer i NO-undervisning	peer-review från år 2000 →	0	0	0	0
modeller AND NO-undervisning	peer-review från år 2000 →	23	23	0	0
illustrationer AND NO-undervisning	peer-review från år 2000 →	0	0	0	0
illustrations AND "science education"	peer-review från år 2006 → fulltext	2777	100	6	5
illustrations AND "science education"	peer-review från år 2006 → fulltext ÄMNESORD: science education	601	100	10	5
"scientific models" AND perception*	peer-review från år 2006 → fulltext ÄMNESORD: science education	48	48	10	6
Representation* AND perception* AND "primary school"	peer-review från år 2006 → fulltext ÄMNESORD: science education	126	126	8	4
visual literacy in education	peer-review från år 2006 → fulltext ÄMNESORD: science education	422	100	8	4
diagram* AND "science"	peer-review från år 2006 →	852	50	11	0

education”	fulltext ÄMNESORD: science education				
Databas: ERIC ebsco					
illustrations AND ”science education” AND misconceptions	peer-review från år 2000 →	7	7	3	2
illustrations AND ”science education” AND perception	peer-review från år 2000 →	5	5	0	0
representations AND ”science education” AND ”elementary school”	peer-review från år 2000 →	54	54	9	4
representations AND ”science education” AND misconceptions	peer-review från år 2000 →	42	42	3	1
scientific models AND ”primary school” AND perception	peer-review från år 2000 →	6	6	0	0
representations AND ”science education” AND perception	peer-review från år 2000 →	121	121	4	3
Databas: avhandlingar.se					
modeller i NO- undervisning	---	0	0	0	0
illustrationer i NO- undervisning	---	0	0	0	0
modell* AND naturvetenskap* AND undervisning	svenska	0	0	0	0
modell* AND naturvetenskap*	svenska	0	0	0	0
modeller naturvetenskap undervisning	svenska	1	1	0	0
illustrations science education	svenska	3	3	0	0
models science education	svenska	23	23	2	0

models science education	---	74	74	7	3
illustrations science education	---	5	5	0	0
Databas: NorDiNa					
representation	---	4	4	3	2
modell	---	0	0	0	0
illustration	---	0	0	0	0
illustrations	---	2	2	0	0
models	---	23	23	5	3
representations	---	8	8	0	0
Databas: Libris					
illustration* undervisning	avhandlingar	6	6	0	0
modell* undervisning	avhandlingar	17	17	1	1
representation* undervisning	avhandlingar	11	11	0	0
naturvetenskap* undervisning*	avhandlingar ÄMNE: uppfostran och undervisning Sortering: nyast först	111	111	1	1
NO AND undervisning*	avhandlingar ÄMNE: uppfostran och undervisning Sortering: nyast först	53	53	0	0
visualisering AND undervisning	artikel/kapitel	3	3	1	0
visualisering AND undervisning	avhandlingar	4	4	1	0
“visual literacy” AND “science education”	---	0	0	0	0
visual* AND “science education”	avhandlingar	2	2	0	0
representation AND “science education”	artikel	2	2	0	0
“scientific models” AND perception*	---	3	3	0	0
“scientific models”	artikel	1	1	1	0