

Naturvetenskap möter etik

Naturvetenskap möter etik

En klassrumsstudie av elevers diskussioner om
samhällsfrågor relaterade till bioteknik

Birgitta Berne



Denna doktorsavhandling i forskarutbildningsämnet Ämnesdidaktik med inriktningar har genomförts inom ramen för forskarskolan i utbildningsvetenskap vid Centrum för utbildningsvetenskap och läraryrkning, Göteborgs universitet.

Centrum för utbildningsvetenskap och läraryrkning, CUL
Forscarskolan i utbildningsvetenskap
Doktorsavhandling 48

År 2004 inrättade Göteborgs universitet Centrum för utbildningsvetenskap och läraryrkning (CUL). CUL:s uppgift är att främja och stödja forskning och forskarutbildning med anknytning till läraryrket och lärarutbildningen. Forscarskolan är fakultetsövergripande och bedrivs i samarbete mellan de fakulteter som medverkar i lärarutbildningen vid Göteborgs universitet samt i samarbete med kommuner, skolhuvudmän och högskolor.

www.cul.gu.se

© BIRGITTA BERNE, 2015

ISBN 978-91-7346-829-9 (tryckt)

ISBN 978-91-7346-830-5 (pdf)

ISSN 0436-1121

Avhandlingen finns även i fulltext på:
<http://hdl.handle.net/2077/38647>

Prenumeration på serien eller beställningar av enskilda exemplar skickas till:
Acta Universitatis Gothoburgensis, Box 222, 405 30 Göteborg, eller till
acta@ub.gu.se

Tryck:
Ineko AB, Källered, 2015

Abstract

Title: Science meets Ethics: A class-based study of students' discussions concerning social issues related to biotechnology.
Author: Birgitta Berne
Language: Swedish with an English summary
ISBN: 978-91-7346-829-9 (print)
ISBN: 978-91-7346-830-5 (pdf)
ISSN: 0436-1121
Keywords: SSIs, biotechnology, ethical reasoning, scaffolding, teacher-researcher, social constructivism, qualitative research.

The aim of this thesis is to contribute to increased understanding of students' learning from discussing different socio-scientific issues in connection to biotechnology. In the international literature there is a call for ethical issues to be incorporated within school science education. The rapid rate of development in science and technology, particularly biotechnology, with an increasing need to consider the ethical implications from these applications is the main reason behind this call.

In being a teacher-researcher I could design the teaching as an integrated part of the research design, thus the teaching could be understood as an intervention based on previous research in argumentation, SSI and science education. My theoretical lens was that learning involves a passage from the social context to individual understanding, which means that new ideas must be rehearsed between people and talked through. Hence, the teaching was based on students discussing different SSIs in connection to biotechnology in peer groups. Data collection involved students' individually written arguments from before, during and after the intervention, along with students' own video-recordings from the peer discussions.

My study shows that many students, after the intervention, intertwine ethical aspects and scientific concepts into their arguments. Furthermore, besides describing the societal and longer term consequences of the issues, the students question aspects of right and wrong, and consider who might have the opportunity to use new technology. Students' capacity to give more reflective arguments appears to be connected to the support the students give each other in the peer discussions.

Many students report that they can relate the issues discussed in school to issues discussed in society outside school. Thus, the study demonstrates how students, assisted through the intervention, gain the opportunity to become reflective and scientific literate citizens. Therefore, the study shows the importance of introducing peer discussions and debates about different SSIs into school science.

Innehåll

Förord	
Avhandlingens artiklar	
INLEDNING.....	17
Att bli en reflekterande samhällsmedborgare	17
Att vara ‘scientific literate’.....	18
Naturvetenskapens karaktär	20
Att fatta informerade beslut.....	20
Samtida undervisning i Europa	21
TIDIGARE STUDIER KRING ELEVERS ARGUMENT I SSIs.....	23
Elevers svar på oförberedda frågor	23
Elevers svar på förberedda frågor.....	25
Elevers argument när de förbereder sig för eller deltar i ett rollspel.....	26
Elevers argument i gruppdiskussioner med kamrater	27
ÖVERGRIPANDE FORSKNINGSFRÅGOR	29
TEORETISKA UTGÅNGSPUNKTER	31
Ett socialkonstruktivistiskt perspektiv på lärande	31
Den proximala utvecklingszonen.....	32
‘Scaffolding’	32
Ett socialkonstruktivistiskt perspektiv på lärande av naturvetenskap.....	34
STUDIENS DESIGN	35
Att överbrygga gapet mellan forskning och praktik.....	35
Min roll som lärare-forskare	37
Etiska överväganden	39
Undervisningens syfte.....	40
Undervisningen som del av forskningsdesignen	41
Undervisningen som en intervention baserad på gruppdiskussioner om olika SSIs.....	43
Före gruppdiskussionerna	43
Under gruppdiskussionerna	44

Flexibilitet i lärarens-forskarens planering.....	48
Efter gruppdiskussionerna	49
Efter interventionen.....	51
Empirisk design	51
Urval.....	53
Datainsamling	54
ANALYSPROCESS	59
Första cykeln: Elevers progression i etiskt resonemang.....	60
Andra cykeln: Karaktären av elevers gruppdiskussioner.....	61
Tredje cykeln: Progression i elevers argumentationsprocess.....	62
Fjärde cykeln: Gruppdiskussioners betydelse för individuella argument ...	64
Femte cykeln: Elevers stöttning av varandra	64
Sjätte cykeln: Frågans betydelse för elevers förståelse av naturvetenskapliga begrepp	66
Sammanfattning av analysinstrument.....	66
Studiens trovärdighet.....	67
SAMMANFATTNING AV RESULTATEN FRÅN DE FYRA ARTIKLARNÄ.....	71
Artikel 1: Progression i etiskt resonemang när elever diskuterar samhällsfrågor med ett biotekniskt innehåll.....	71
Artikel 2: Gruppdiskussionernas betydelse för elevernas argument när de diskuterar samhällsfrågor med ett biotekniskt innehåll.....	73
Artikel 3: Finkänslighet i elevers stöttning av varandra när de diskuterar samhällsfrågor med ett biotekniskt innehåll.....	74
Artikel 4: Elevers reaktualisering av naturvetenskapliga begrepp när de diskuterar samhällsfrågor med ett biotekniskt innehåll.....	76
SLUTSATSER, DISKUSSION OCH IMPLIKATIONER.....	79
Resultaten i förhållande till analysverktyg.....	81
Analys av <i>begreppen</i> i elevers argument.....	81
Analys av <i>strukturen</i> av elevernas argumentation och <i>strukturen</i> av elevernas argument.....	82
Analys av den <i>sociala interaktionen</i> i elevers argumentation.....	83
Resultaten i förhållande till att vara lärare-forskare.....	83
Fördelar med att vara lärare-forskare	84
Dilemman med att vara lärare-forskare	86

Didaktiska implikationer	87
Implikationer för lärares lärande.....	89
Nya forskningsfrågor	90
Avslutande reflektion.....	91
SUMMARY.....	93
Introduction	93
The aim of the research and the research questions.....	96
Theoretical framework	97
Methods and Data.....	97
Teaching design / Data collection.....	98
Result.....	101
Article 1. Progression in Ethical Reasoning when Addressing Socio- scientific Issues in Biotechnology	102
Article 2. The Impact of Peer Discussions on Students' Arguments when Addressing Socio-scientific Issues in Biotechnology	102
Article 3. Contingency in Peer Scaffolding when Addressing Socio- scientific Issues in Biotechnology	102
Article 4. Students' re actualizing of Scientific Concepts when Addressing Socio-scientific Issues in Biotechnology.....	103
Conclusion, Discussion and Implications	108
Didactic implications.....	109
Implications for teachers' learning.....	110
Final reflection	110
REFERENSER	111

Förord

Vilka lärorika år!

Så många intressanta artiklar jag läst, så många spännande konferenser jag besökt och så stort det känns att som lärare i grundskolan ha fått möjlighet att skriva en avhandling utifrån den forskning jag bedrivit i min egen klass med hjälp av mina egna elever. Våldigt få vet hur mycket tid och energi som krävs för att skriva en avhandling, men nu kan jag summera att det definitivt varit värt besväret och jag hoppas därför att många fler grundskollärare får följa i mina spår!

Jag är ytterst tacksam för att Mikael Alexandersson, Jan Mellgren och Elsi-Brith Jodahl informerade mig om CULs forskarskola (Centrum för Utbildningsvetenskap och Lärarforskning), en forskarskola dit yrkesverksamma lärare är välkomna. Långt tidigare hade jag utökat min mellan-högstadielärarexamen med en magisterexamen i biologi, utbildat mig till gymnasielärare i biologi och kemi och läst forskningsförberedande kurser inom naturvetenskapernas didaktik. Det var dock först då jag fick tid avsatt för att läsa forskningsartiklar, tid avsatt för att diskutera forskningsresultat med andra och tid avsatt för att skriva min avhandling som jag kunde foga samman alla delarna av min utbildning.

Först nu kan jag med säkerhet säga att jag vet något, precis så som Mikael bad oss om när han introducerade oss till CUL:s forskarskola. Nu vet jag hur elever kan utveckla sin kompetens för att delta i diskussioner om samhällsfrågor med ett naturvetenskapligt innehåll. Nu vet jag hur finkänsligt elever kan stötta varandra i sitt lärande. Mikael hade också förhoppningen att avhandlingar som skrevs inom CUL:s forskarskola skulle skilja sig från andra avhandlingar, att de skulle ha en speciell 'lukt'. För att det tydligt ska framgå att denna avhandling är skriven utifrån ett lärarperspektiv, har jag medvetet berikat avhandlingen med mycket empiriskt materiel. Sist men inte minst varnade Mikael oss för att vi skulle komma att få stängas mot många väggar och jag säger bara: 'Du visste vad du talade om!'

Det är i många stycken ett ensamarbete att skriva en avhandling, men utan stöd från olika håll hade det inte varit möjligt. Jag vill därför tacka alla fantastiska elever, föräldrar och kollegor som jag träffat på under mina snart 40 år som lärare. Det är ni som gjort att jag med glädje gått till jobbet varje dag och det är i grunden ni som gjort det möjligt för mig att kunna skriva en

avhandling utifrån ett lärarperspektiv. Sedan vill jag rikta ett särskilt tack till de elever som varit informanter i denna avhandling. Det är tack vare att ni så frikostigt delat med er av era tankar som jag över huvud taget haft underlag för att kunna skriva just denna avhandling.

Jag vill också tacka Helena Göransson, min tidigare rektor, för att du skrev under min ansökan till forskarskolan och för att du tillsammans med områdeschef Eva Petersson, och min nuvarande rektor Mikael Levy, stöttat mig längs vägen. Yvonne Stolpe, ordförande i Askims stadsdelsnämnd som drev igenom att stadsdelen, tillsammans med Center för skolutveckling, skulle vara med och finansiera min utbildning. Adlerbertska stiftelserna, som gjorde det möjligt för mig att köpa in alla filmkameror och att åka på konferenser för att informera mig om aktuell forskning. Göteborgs Universitet, som gjorde det möjligt för mig att delta i internationella nätverk i aktionsforskning. Lundgrenska stiftelsen, som gjorde det möjligt för mig att presentera och diskutera min forskning på konferenser under resans gång. Kungliga Vetenskapsakademien, som gav finansiell stöttning när åtta år gått och min finansiering tagit slut.

Christina Kärrqvist, för att du vågade tro på mig och varsamt skolade in mig i akademins värld. Karin Rönnerman, för att du så generöst bjöd in till både nordiska och internationella nätverk i aktionsforskning. Anita Wallin, för att du är så klokt påminde mig om att jag måste beskriva hur jag vet det jag vet. Dawn Sanders, för att du med stor tilltro hjälpt mig att fläta ihop aktionsforskning och ämnesdidaktik och för att du också hjälpt mig att uttrycka detta på akademisk engelska. Jag vill naturligtvis också tacka min huvudhandledare Åke Ingerman. Din analytiska förmåga är svårslagen och du har hjälpt mig att lyfta fram och betona det jag tidigare dolde i en bisats.

Ann-Marie Pendrill, för att du så entusiastiskt stöttat mitt arbete, trots att jag inte såg någon möjlighet att skriva avhandlingen inom fysik. Frank Bach, för att du suttit på min axel och påmint mig om att skriver man en avhandling om argumentation, då krävs det att man själv argumenterar! Angela Wulff, för all uppmuntran och för att du aldrig tvivlat på kvaliteten på mitt arbete. Tack också för att du organiserat helt ovärderliga temamöten på Tjärnö och för att Dawn Sanders och du startat vårt samarbete med forskande skolor i Cambridge.

Elisabeth Strömberg och Margareta Wallin Peterson, för att ni gav mig verktygen att ta in bioteknik i klassrummet. Ann Ahlberg, för positiv uppbackning under mina första år som doktorand. Silwa Claesson, för att du

är en viktig positiv kraft inom akademien och för att du tog på dig uppdraget att läsa och kommentera min kappatext. Margareta Ekborg, för att du gjorde en så noggrann genomlysning av min text på slutseminariet.

Lena Tyrén, Lill Langelotz och Zahra Bayati, så intensivt vi diskuterade Kemmis olika modeller, så glatt vi skrattade däremellan och så välförtjänt vi unnade oss något i vår 'Guldgrupp'.

Helena Sagar, Ingela Bursjö, Maria Ferlin, Marlene Sjöberg, Miranda Rocksén och Johanna Lönngren i temagruppen. Våra skriverveckor har svetsat oss samman och lärt oss att både ge och ta kritik. Vår gemensamma styrka måste vi förvalta! Ett extra tack till Maria Ferlin för att du erbjöd dig att korrekturläsa hela min kappatext, du har blick som en havsörn!

Airi Bigsten, Barbro Oxstrand och Ingela Bursjö igen. När doktorandtiden varit tuff mot mig har ni funnits där och stöttat, er vänskap har varit ovärderlig.

Jag kan inte nämna alla nära vänner, men måste uppmärksamma Ingela Pettersson, min bästa vän. Du följde med mig till Moraira i två veckor, trots att du visste att jag skulle skriva största delen av tiden. Ann-Britt Jonson, du var min största supporter, men får aldrig se resultatet, då tiden inte går att backa.

Min pappa, för att du hjälpte mig att se positivt på livet. Ditt dalsländska valspråk: 'Det vill gärna bli bra', ursprungligen riktat mot praktiska arbetsmoment, har jag funnit användbart även i andra situationer. Min mamma, för att du lärde mig praktiska kunskaper och för att du stundtals hjälpte mig att få distans till avhandlingsskrivandet. Ständigt ifrågasatte du vad det egentligen kan vara till för nytta att bara sitta där och läsa och skriva. Mona, min storasyster och vän, för att du alltid funnits där för mig, beredd att dela glädje och sorg i det liv som finns utanför akademien. Våra barn Fredrik, Joakim och Anna, våra svärdöttrar Catarina och Emelie och våra barnbarn Filippa och Nelly, för att det är ni tillsammans som ger livet innehåll. Jag vill också tacka Stefan, min man. Tack, för att jag fick omvandla hela vårt hus till min skriververkstad. När avhandlingen är klar lovar jag att hjälpa dig att fixa i trädgården, jag lovar att vi skall hinna ta tag i golfen igen och jag lovar att vi kan förtöja båten i någon naturhamn utan internetuppkoppling.

Billdal våren 2015

Birgitta Berne

Avhandlingens artiklar

1. Berne, B. (2014). Progression in Ethical Reasoning When Addressing Socio-scientific Issues in Biotechnology, *International Journal of Science Education*, 36(17-18), 2958-2977.
2. Berne, B. (2015, inskickad till Science Education). The Impact of Peer Discussions on Students' Arguments when Addressing Socio-scientific Issues in Biotechnology
3. Berne, B. (2015, under granskning för International Journal of Science Education). Contingency in Peer Scaffolding when Addressing Socio-scientific Issues in Biotechnology.
4. Berne, B. (2015, under granskning för Nordisk Tidskrift för Allmän Didaktik). Elevers Reaktualisering av Naturvetenskapliga Begrepp i Gruppdiskussioner om Bioteknikens användning

Inledning

I denna avhandling presenteras högstadielärares lärande när de får diskutera samhällsfrågor relaterade till bioteknik. Inledningsvis presenteras skolans undervisning i naturvetenskap i relation till styrdokument och i relation till uppmaningar från internationell forskningslitteratur. Därefter görs en översiktlig genomgång av resultat från nationella och internationella studier om elevers argument i samhällsfrågor med ett naturvetenskapligt innehåll.

Att bli en reflekterande samhällsmedborgare

Skolans undervisning i naturvetenskap syftar, enligt styrdokumentet, till att främja elevernas lärande så att de blir reflekterande samhällsmedborgare. Eleverna ska kunna använda sin naturvetenskapliga kunskap för att granska information, kommunicera och ta ställning i aktuella samhällsfrågor med ett naturvetenskapligt innehåll. Dessutom ska eleverna få möjlighet att utveckla sin förmåga till etiska resonemang, till att se frågor ur olika perspektiv och till att bli kritiskt tänkande (Skolverket, 2000; 2011).

Detta syfte överensstämmer väl med uppmaningen från den internationella forskningslitteraturen om att införliva etiska frågor i den naturvetenskapliga undervisningen (bl.a. Jones m.fl., 2007). Grunden för denna uppmaning är den snabba utvecklingen inom naturvetenskap och teknik, där Jones m.fl. ser det som speciellt viktigt att lyfta de etiska aspekterna av till exempel bioteknikens tillämpningar.

Biotekniken väcker frågor som är kontroversiella, har koppling till naturvetenskap och betydelse för samhället. I den engelskspråkiga litteraturen benämns dessa frågor 'socio-scientific issues' (SSIs) av Sadler (2009) och 'socially acute questions' (SAQs) av Simonneaux (2013). Genom att benämna frågorna 'acute' betonar Simonneaux att dessa frågor bör tas om hand omgående. Hon beskriver att detta är frågor som rapporteras i media och förutom att de är kontroversiella, skapar de osäkerhet och risker som alla elever inom en nära framtid kommer att behöva engagera sig i. Simonneaux, men också Dawson (2010), betonar därför vikten av att lärare i naturvetenskap hjälper sina elever att utveckla förmågan att väga risker mot

fördelar i de frågor som genereras i forskningsfronten. Om eleverna tillägnar sig denna förmåga kan de fatta välgrundade beslut och bli det man i den engelskspråkiga litteraturen benämner 'scientific literate' (SL).

Att vara 'scientific literate'

Den grundläggande betydelsen av att vara 'literate' är att kunna läsa och skriva (Norris & Phillips, 2003), men uttrycket kan också betyda att man har förmåga att ta till sig kunskap, som till exempel att kunna läsa enkla tidningsartiklar med naturvetenskapligt innehåll. Millar, Leach och Osborne (2000) förtydligar att när man läser en naturvetenskaplig text innebär detta inte bara att man kan orden och att man kan hitta informationen i texten. De beskriver att läsning är en konstruktiv process där texten interagerar med den kunskap läsaren redan har och att det i tolkningen av texten skapas något nytt, något som ligger utöver texten och utöver läsarens tidigare kunskap.

Vidare poängterar Norris och Phillips (2003) att när eleverna läser en naturvetenskaplig tidningsartikel bör de inte bara ha förståelse för det vetenskapliga innehållet i texten, de bör också ha ett aktivt kritiskt engagemang i texten. Anderson (2007) och Millar m.fl. (2000) betonar att eleverna kritiskt måste kunna granska vem som skrivit en artikel och i vilket syfte.

Sadler och Zeidler (2003) beskriver att det idag främst är tidningar, TV och 'science fiction'-filmer som informerar våra elever om bioteknik, varför eleverna också behöver få hjälp med att kunna skilja fakta från åsikter och vetenskap från 'science fiction'. Vetenskaplig kunskap har missbrukats genom historien genom att bland annat raspolitik motiverats med stöd av evolutionära data och kriminalitet bevisats gå i arv. Samtidigt som eleverna tillägnar sig kunskap om ny bioteknik som räddar liv och löser brott betonar därför Sadler och Zeidler att vi också bör diskutera gränserna för hur de nya metoderna får användas. Genom att eleverna får analysera naturvetenskapliga rapporter som publiceras i media och får diskutera vilka källor de kan lita på, skapas möjligheter för eleverna att bli 'scientific literate'.

Uttrycket 'scientific literate' (SL) kan relateras till människans förmåga att fatta välgrundade beslut i personliga och sociala frågor som rör naturvetenskap (Lederman & Lederman, 2011). För att vara SL, måste eleverna förstå naturvetenskapliga begrepp, men de bör också ha förmågan att använda ett naturvetenskapligt tillvägagångssätt och ett naturvetenskapligt

tankesätt. Som exempel beskriver Duncan, Rogat och Yarden (2009) att om eleverna inte har förståelse för den grundläggande kunskapen inom genetik har de heller inte förutsättningar för att fatta informerade beslut om genetiska tester, stamcells forskning och genetiskt modifierade organismer (GMO):

Citizens are expected to be able to make decisions about genetic screening, stem cell research, genetically manipulated foods, etc. and without sound understanding of core ideas in genetics – such decisions are, at best, uninformed (p. 655).

Duncan m.fl. (2009) preciserar begreppet SL ytterligare genom att definiera 'genetic literacy' som att kunna förstå, använda och svara på information om genetiska fenomen och metoder som en individ träffar på i vardagssituationer. Detta är metoder som direkt inverkar på människors liv och som kräver personliga och etiska ställningstaganden (Osborne, Erduran & Simon, 2004).

Ett sätt att främja att elever blir SL är att låta dem diskutera SSIs eller SAQs. (bl.a. Dawson, 2010; Jones m.fl., 2007; Sadler, 2011; Simonneaux, 2013). Frågorna integrerar inte bara naturvetenskaplig utbildning utan också personlig bildning, så som det beskrivs av Berkowitz och Simmons (2003). De beskriver vikten av att framtida medborgare förstår de utmaningar som följer av forskning inom naturvetenskap och bioteknik, men också att de kan delta och påverka dessa beslut:

...citizens and future citizens must be able to understand the issues and the implications of the decisions made by individuals and agencies, and very importantly participate and influence these decisions. Obviously the need for an informed and responsible citizenry derives from the challenges of science and technology in our society. This need has significant implications for education in general and science education in particular (p.118).

För att förtydliga vad som krävs för att eleverna ska kunna bli SL delar Roberts (2011) in skolans undervisning i naturvetenskap i *vision I* och *vision II* och poängterar att skolans undervisning bör innehålla komponenter från båda visionerna.

Vision I syftar till att eleven ska lära sig naturvetenskapens produkter och processer. Denna vision, som historiskt haft hög status, har ansetts ha störst möjlighet att utveckla framtidens naturvetare.

Vision II, syftar till att eleven ska kunna omsätta sitt kunnande i vardagliga situationer med naturvetenskapligt innehåll. Detta kan innebära att förstå de viktigaste punkterna i rapporter från media om företeelser som involverar

naturvetenskap och att kritiskt kunna reflektera över den information som inkluderas eller utesluts från sådana rapporter. För att förstå sådan information måste eleverna dock också känna till naturvetenskapens karaktär the ‘nature of science’ (NOS).

Naturvetenskapens karaktär

Naturvetenskaplig kunskap består av teorier om hur världen är. Man föreslår provisoriska förklaringar till de orsaker som ligger bakom händelser och de teorier som presenteras är enligt Popper (1979) öppna för att utmanas och avvisas. Olika teorier ställs emot varandra i debatter där argumentationen syftar till att lösa problem och utvidga kunskapen (Duschl & Osborne, 2002) och kunskapsanspråken som görs idag kommer att kunna modifieras eller överges i framtiden (Duschl, 2008). Den vetenskapliga världen kommer överens om hur de ska se på till exempel gener och kromosomer och sedan tas denna kunskap ‘för given’, men det är ingen kunskap som enskilda individer kan upptäcka genom sina egna observationer (Leach & Scott, 2003).

De naturvetenskapliga disciplinerna och skolans naturvetenskap är två skilda arenor och elever kommer oftast inte i kontakt med de argument som framförs inom vetenskapliga discipliner (Sandoval & Millwood, 2008). Dock kan elever, till exempel via sociala medier, få tillgång till argument som används av forskare när det gäller kunskap som konstrueras i forskningsfronten (Driver, Newton & Osborne, 2000).

Vårt samhälle präglas av naturvetenskap och teknik och för att eleverna ska kunna göra rationella och informerade beslut i frågor kring naturvetenskapens och bioteknikens användning måste de också få möjlighet att träna på att fatta beslut (Zeidler, Walker, Ackett & Simmons, 2002).

Att fatta informerade beslut

Zeidler och Keefer (2003) beskriver att om eleverna ska kunna fatta informerade beslut, krävs att de får chans att analysera och utvärdera information. Detta kan ske när eleverna i gruppdiskussioner utmanar varandras tänkande, eftersom de då också utvecklar sin egen förståelse (Scott, Asoko & Leach, 2007). Eleverna kan uppmärksamma vikten av att vara informerade och att fatta beslut baserade på naturvetenskaplig fakta från olika källor (Driver, Newton & Osborne, 2000). Sett ur ett socialkonstruktivistiskt

perspektiv får eleverna värdefulla tillfällen att utveckla kognitiva och metakognitiva förmågor medan de förklarar och försvarar sina egna påståenden och medan de värderar sina kamraters förklaringar (Smith m.fl., 2009). Zohar (2008) beskriver att när eleverna deltar i diskussioner blir tänkandet synligt och det blir möjligt för eleverna att diskutera styrkan och svagheten i olika argument. De får då chans att undersöka vilka alternativa argument som finns, kritiskt diskutera kvaliteten på olika argument och diskutera vilken fakta som är relevant i frågan.

Samtida undervisning i Europa

Forskning om undervisning i naturvetenskapliga ämnen beskriver att elever tycker att det är motiverande och intressant att diskutera autentiska dilemman och att elever då lär sig naturvetenskap samt förbättrar sina argumentationsfärdigheter (bl.a. Dawson, 2007; Jimenez-Aleixandre & Erduran, 2008; Kolstø, 2006; Sadler, 2011; Simonneaux, 2008).

I sin översyn över tillståndet i den naturvetenskapliga undervisningen i Europa fann dock Osborne och Dillon (2008) få tillfällen då eleverna kunde fördjupa sin förståelse genom att diskutera och fundera över andras synpunkter.

Även om det är ovanligt att lärare undervisar med hjälp av SSIs, förekommer denna typ av undervisning och det finns också studier som beskriver hur elever argumenterar i olika SSIs. I nästa kapitel presenteras ett urval av de studier som ofta refereras internationellt samt ett urval studier från en svensk kontext.

Tidigare studier kring elevers argument i SSIs

I följande avsnitt presenteras i huvudsak studier som undersöker hur elever formulerar argument i SSIs som kan relateras till bioteknik, men här presenteras också några studier som kan relateras till andra områden. Det är svårt att jämföra olika studier, eftersom studierna berör olika typer av SSIs, metoderna för att samla in data skiljer sig åt och dessutom ser analysenheter och analysmodeller olika ut i olika studier. Eleverna i de olika studierna har också getts mycket olika förutsättningar för att kunna konstruera argument.

För att väga in hur förutsättningarna påverkat elevernas argument har jag valt att presentera tidigare forskning utifrån hur eleverna kunnat förbereda sina argument.

Elevers svar på oförberedda frågor

För att undersöka vilka argument elever uttrycker i SSIs används oftast intervjuer eller skriftliga svar där informanterna kommer från ett naturvetenskapligt program på gymnasiet. Så var också fallet i Sadler och Zeidlers (2004) studie, där eleverna skulle formulera argument om genterapi. I studien framkom att eleverna, trots sin naturvetenskapliga bakgrund, inte använde någon naturvetenskap i sina argument. De fokuserade istället på etiska konsekvenser, som till exempel sociala skillnader och överbefolkning och etiska principer när det gäller föräldrars rätt att bestämma över sina barn samt människors rätt att förstöra det naturliga samspelet. När Sadler och Zeidler (2005) analyserade hur ökade genetikskunskaper påverkade elevernas argument fann de att eleverna presenterade argument med en förbättrad struktur. Dock förändrade eleverna inte sitt informella argumentationsmönster, de förändrade inte om argumenten var intuitiva, emotionella eller rationella. Sadler hade tidigare (2004) konstaterat att även om eleverna förstod de naturvetenskapliga aspekterna bakom en kontroversiell fråga, betydde det inte att de baserade sina beslut på ett naturvetenskapligt innehåll, utan de kunde lika gärna relatera till emotionella perspektiv, som kamrater med mindre naturvetenskaplig kunskap gjorde.

Ett likartat resultat redovisades i studien av Dawson och Venville (2010) där en del av eleverna visserligen var yngre än gymnasienivå, men där skillnaden i förståelse av bioteknik inte gjorde någon skillnad på hur eleverna motiverade sina beslut, utan de flesta elever använde intuitiva och emotionella argument. Författarna diskuterade om det möjligtvis kunde förhålla sig så att frågor relaterade till bioteknik triggade ett emotionellt argumentationsmönster framför ett rationellt.

Sadler och Zeidler (2005) kunde dock se att det inte var biotekniken i sig som triggade ett emotionellt argumentationsmönster, utan att de olika tillämpningarna av bioteknik skapade olika argumentationsmönster. När eleverna argumenterade om genterapi för att bota sjukdom, som Huntingtons sjukdom, använde de flesta elever emotionella argument, när det gällde genterapi för att göra barn intelligentare använde de rationella argument och när det gällde kloning för att skapa nya individer använde de intuitiva argument. Intuitiva argument uttrycktes ofta som en första spontan reflektion och hade också störst inflytande på vilket beslut eleverna fattade.

Även i Ekborgs (2008) studie visade sig elevers emotionella argument ha stor betydelse. Ekborg analyserade hur biologiundervisning påverkade elevers uppfattning om GMO. I resultatet framkom att 'en potentiell risk' hade stor betydelse för de beslut eleverna fattade. Eleverna i studien kom från ett naturvetenskapligt gymnasieprogram, men de hade begränsad kunskap om hur vetenskapsmän arbetar och riskbedömer och elevernas argument om 'en potentiell risk' kunde istället relateras till om de hade förtroende för vetenskapsmän eller inte.

'En potentiell risk' var också ett framträdande argument i Kolstös (2006) studie där gymnasieelever skulle ge sin syn på byggandet av en lokal kraftledning. I samband med detta fick eleverna också frågan om skolans undervisning om elektricitet haft någon betydelse för deras beslut. Några elever uttryckte att kunskap om naturvetenskapliga begrepp som ström, spänning och magnetfält varit relevanta, men inga elever använde denna kunskap i sina argument när de intervjuades.

Ett helt annat resultat framkom i studier där eleverna fått förbereda sina frågor.

Elevers svar på förberedda frågor

I studien av Dori, Tal och Tsaushu (2003) analyserade forskarna hur elevernas reflektiva förmåga påverkades av att de fick diskutera kontroversiella biotekniska fallstudier från den naturvetenskapliga litteraturen. I resultatet framkom att eleverna fick en ökad förmåga att använda tidigare kunskap och naturvetenskapliga principer i nya situationer och eleverna ökade sin förmåga att analysera information, ställa frågor och ge naturvetenskapligt grundade argument. Dessutom ökade elevernas förmåga att förstå hur naturvetenskap och samhälle påverkar varandra. Även om resultaten också i denna studie kommer från elevers svar på skriftliga frågor, var eleverna förberedda på ett annat sätt än i de tidigare presenterade studierna. Jag vill uppmärksamma att eleverna i denna studie kommit i kontakt med olika aspekter av frågorna och kunnat testa sina argument i diskussioner med sina kamrater, innan de svarade på forskningsfrågorna.

Även om mycket forskning kring SSIs fokuserat på gymnasieelever finns det också studier som analyserat yngre elevers argument. Lewis and Leach (2006) hade som syfte att analysera hur naturvetenskaplig kunskap påverkar grundskoleelevers argument om genteknikens roll i samhället. Studien var uppbyggd i två faser. I första fasen var en forskare med i elevernas gruppdiskussioner med avsikt att undersöka vilka naturvetenskapliga begrepp eleverna saknade för att kunna identifiera nyckelfrågan i dilemmat de skulle argumentera om. I fas två fick eleverna undervisning om den kunskap som de saknade och studien inriktade sig på att undersöka hur eleverna använde de naturvetenskapliga begreppen i sina argument. Resultatet visade att det var en relativt liten kunskapsmängd som eleverna behövde för att kunna identifiera nyckelfrågan och komma till individuella beslut. Däremot var det inte alltid som eleverna motiverade sina beslut, om de inte fick en direkt uppmaning att göra detta från den som intervjuade dem. Lewis och Leach visade att elevers argument i olika genteknikfrågor var kopplade till vilken förståelse eleverna hade av kontexten och den naturvetenskap som frågan byggde på, eftersom denna förståelse påverkade vilket dilemma eleverna identifierade. De konstaterade att elever generellt hade en begränsad förståelse av kontexten och naturvetenskapen i gentekniska frågor, vilket resulterade i att eleverna använde emotionella argument eller inte gav några svar alls. Om frågorna däremot hade en mer familjär specifik kontext kunde de se att eleverna hade

lättare att identifiera nyckelfrågan och ge mer genomtänkta och motiverade svar.

Elevers argument när de förbereder sig för eller deltar i ett rollspel

Ofta används intervjuer och skriftliga frågeformulär som instrument för att samla in data om elevers argument i SSIs, men det finns också andra exempel. Albe (2008) samlade in data via ljudinspelningar från gymnasieelever som förberedde sig för ett rollspel. Hon studerade vilka argumentationsmönster eleverna utvecklade i smågrupper där de skulle argumentera för eller emot användning av mobiltelefoner. Som förberedelse för rollspelet värderade eleverna validitet och reliabilitet i forskningsresultat och valde ut den forskning som stödde deras argument. Albe kunde konstatera att eleverna utmanade varandra att förklara beslut och överväga andras perspektiv, vilket är fundamentala aspekter av en argumentation, men eleverna sökte ingen ny information och argumenterade utifrån generell kunskap och personliga erfarenheter.

Mork (2006) lät sina elever diskutera den kontroversiella frågan om varg i Norge. Hon använde information från det forskningsbaserade dataprogrammet www.viten.no som grundfakta. Inte heller hennes elever sökte någon ny information, utan argument som eleverna presenterade inom ett område kunde relateras till hur mycket information som funnits i dataprogrammet. Samma mönster framkom när Simonneaux (2001) undersökte elevdiskussioner kring om man ska få tillåtelse att odla genmodifierad lax eller inte. I studien fick en grupp elever delta i ett rollspel och en grupp elever fick diskutera frågan tillsammans med sin lärare. I rollspelet höll sig eleverna till utdelad information och de elever som inte kunde identifiera sig med sin roll tyckte att det var svårt att delta i diskussionen. I debatten tillsammans med läraren fanns det elever som inte framförde sina argument, trots upprepade försök från läraren att involvera dem. Även om diskussionerna i båda grupperna medförde att elever var beredda att byta ståndpunkt kunde debatt-gruppen relatera till fler aspekter av frågorna än de elever som deltagit i ett rollspel.

Elevers argument i gruppdiskussioner med kamrater

I Zohar och Nemets (2002) studie fick eleverna själva välja ståndpunkt när de diskuterade tillsammans med kamrater. Först fick de dock explicit undervisning om argumentation i dilemman kring humangenetik och de uppmanades att grunda sina beslut på trovärdig kunskap. Författarna kunde via ljudinspelning av elevdiskussioner konstatera att fler elever refererade till korrekt specifik biologisk kunskap efter interventionen än innan. Eleverna visade också en ökad frekvens av explicita slutsatser och genomsnittliga antal motiveringar per slutsats i sina argument efter interventionen. Zohar och Nemet blev själva förvånade över detta resultat, efter endast en lektion med explicit information om argumentation. De förklarade resultatet med att undervisningen bara stärkte förmågor som eleverna redan hade, men som inte blivit uppmärksammade i tidigare undervisning.

Jakobsson, Mäkitalo och Säljö (2009) undersökte grundskoleelever som i grupp arbetade med en SSI kopplad till växthuseffekten. Med hjälp av videoinspelning kunde författarna se att eleverna, genom diskussionerna med kamraterna, gradvis förbättrade sin naturvetenskapliga argumentation.

Sammanfattningsvis kan sägas att eleverna, när de svarar på oförberedda frågor, ger intuitiva eller emotionella argument. Om eleverna däremot får förbereda sina argument och pröva dem tillsammans med kamrater, kan de basera sina argument på naturvetenskaplig kunskap. Både rollspel och lärarens närvaro ser ut att begränsa elevernas spontanitet.

Övergripande forskningsfrågor

Det är dock få studier som fokuserat på att undersöka de förändringar som individer och grupper genomgår när de har möjlighet att använda argumentation för att konstruera kunskap (Evagorou & Osborne, 2013; Schwarz, Neuman, Gil & Ilya, 2003). Det finns därför fortfarande behov av att undersöka vilka typer av processer som leder till ett lärande när elever diskuterar SSIs. Evagorou och Osborne (2013) uttrycker det som att det fortfarande finns behov av att undersöka hur karaktären av elevernas argumentation påverkar elevernas argument: 'to explore the characteristics of collaborative argumentation, and explore the impact of the process on the product' (s. 214). Evagorou och Osbornes studie byggde på resultatet från två speciellt utvalda par som diskuterade en specifik fråga. Många frågor kvarstår därför om vad som händer i olika grupper i en klass när de får diskutera olika SSIs.

För att undersöka dessa frågor designade jag en studie i överensstämmelse med rekommendationerna från Sadler (2011), som ser empiriskt underlag från klassrumsstudier baserade på SSIs som speciellt relevant för att besvara dessa frågor. Mina övergripande forskningsfrågor presenteras här, medan de specifika forskningsfrågorna presenteras i sammanfattningarna av artiklarna:

1. Vad utgör empiriskt underlag för progression i elevs etiska resonemang när de diskuterar SSIs och vilket förhållande finns mellan karaktären av elevs gruppdiskussioner och elevs progression?
2. Vilken typ av progression sker i elevernas argumentation när de har återkommande diskussioner om olika SSIs och hur avspeglar sig gruppdiskussionerna i elevernas individuella argument?
3. Vilken typ av stöd kan kamrater ge varandra när de diskuterar en SSI i grupp och hur påverkar detta kamratstöd elevernas argument?

4. Hur använder elever naturvetenskapliga begrepp före och efter sina kamratdiskussioner om SSIs och hur reaktualiserar elever naturvetenskapligt innehåll i dessa diskussioner?

Teoretiska utgångspunkter

I detta kapitel redogörs för en socialkonstruktivistisk syn på lärande. Denna teoretiska utgångspunkt ligger till grund för att jag som lärare baserade min undervisning i bioteknik på gruppdiskussioner om olika SSIs. Denna utgångspunkt ligger också till grund för att jag som forskare valde att analysera de processer som sker när eleverna diskuterar i grupp. Genom att analysera elevernas sociala interaktioner och undersöka hur dessa interaktioner påverkade elevernas individuella argument kunde jag få svar på mina forskningsfrågor.

Ett socialkonstruktivistiskt perspektiv på lärande

Ett socialkonstruktivistiskt perspektiv på lärande innebär, enligt Vygotsky (1935/1978), att kunskap internaliseras från en social kontext till den individuella förståelsen. Han beskriver att vi först möter nya idéer på ett socialt plan där dessa kommuniceras mellan människor genom språket. När idéer diskuteras i ett socialt sammanhang kan varje deltagare reflektera över och skapa sin individuella mening av det som kommunicerats. Orden som använts i det sociala utbytet utgör de verktyg som behövs för det individuella tänkandet.

An interpersonal process is transformed into an intrapersonal one. Every function in the child's cultural development appears twice: first, on the social level, and later, on the individual level; first, between people (interpsychological), and then inside the child (intrapsychological) (s. 57).

Grundsatsen är att utveckling är en process i rörelse och förändring, varför Vygotsky (1935/1978) betonar vikten av att analysera processer.

Thus we want to study the reaction as it appears initially, as it takes shape, and after it is firmly formed, constantly keeping in mind the dynamic flow of the entire process of its development

...the complex reaction must be studied as a living process, not as an object (s. 69).

Vygotsky (1935/1978), betonar vidare att kognitiv utveckling är en komplex process som karakteriseras av att den sker periodvis och ojämnt och att den väver samman externa och interna faktorer som hjälper den lärande att övervinna svårigheter.

Denna socialkonstruktivistiska syn på lärande betyder också att läraren bör göra naturvetenskaplig kunskap tillgänglig på det sociala planet i klassrummet för att stödja elever när de försöker att förstå.

För att koppla ihop undervisning och lärande använde Vygotsky sig av begreppet 'Zone of Proximal Development' (ZPD) som på svenska benämns 'den proximala utvecklingszonen'.

Den proximala utvecklingszonen

Vygotsky (1935/1978) beskriver att alla elever befinner sig på två olika utvecklingsnivåer, den aktuella och den proximala. Den aktuella utvecklingsnivån är den nivå som eleven redan uppnått och den beskriver det en elev kan utföra på egen hand. Den proximala utvecklingsnivån är den nivå eleverna kan nå med assistans, men som de ännu inte kan nå på egen hand. Vygotsky beskriver att om eleven får stöttningen i sitt lärande startar en process som gör det möjligt för eleven att själv förstå de idéer som finns på det sociala planet och därmed utvidga gränserna för sin ZPD.

We propose that an essential feature of learning is that it creates the zone of proximal development; that is, learning awakens a variety of internal development processes that are able to operate only when the child is interacting with people in his environment and in cooperation with peers. Once these processes are internalized, they become part of the child's independent development achievement (s. 90).

Denna stöttning kan utföras av en vuxen eller ske i samarbete med mer kompetenta kamrater. Den stöttning som eleven behöver i denna situation benämns i den engelska litteraturen för 'scaffolding'.

'Scaffolding'

Benämningen 'scaffolding' introducerades av Wood, Bruner och Ross (1976) när de beskrev en praktisk situation, men principerna används nu även för att beskriva kognitiva situationer. 'Scaffolding' refererar till den stöttning som gör det möjligt för en lärande att internalisera kunskap och utvidga gränserna för sin ZPD.

Ordet 'scaffolding' betyder byggnadsställning och innebär att det är ett stöd som är justerbart och temporärt, ett stöd som ska finnas så länge det behövs, men som ska fasas ut så att eleven kan stå på egna ben. För att kunna avgöra om en undervisningsstrategi kan klassificeras som 'scaffolding' och inte bara som hjälp, har Van de Pol, Volman och Beishuizen (2010) identifierat tre nyckelkaraktärer som måste finnas med: 'finkänslighet, utfasning och överföring av ansvar':

Whether a teaching strategy qualifies as scaffolding generally depends upon its enactment in actual practice and more specifically upon whether the strategy is applied contingently and whether it is also part of fading and transfer of responsibility (s. 277)

Van de Pol m.fl. (2010) beskriver att 'scaffolding' har som intention att stötta eleverna känslomässigt genom att väcka deras intresse för uppgiften, ge dem uppskattning och se till att de behåller motivationen genom hela uppgiften. Dessutom har 'scaffolding' som uppgift att stötta elevernas kognitiva förmåga genom att läraren strukturerar elevernas lärande, men också genom att läraren förenklar uppgiften. Slutligen har 'scaffolding' som uppgift att stötta elevernas metakognitiva förmåga genom att behålla riktningen i uppgiften så att den lärande når målet. Enligt Van de Pol m.fl. kan dessa intentioner nås genom olika handlingar som att eleverna får feedback, tips, instruktioner, förklaringar, demonstrationer eller frågor, där varje kombination av stöttning och handling kan räknas som en 'scaffolding'-strategi.

Wood m. fl. (1976) beskriver hur den som stöttar kan vara antingen en vuxen eller en mer kompetent kamrat. Rogoff (1990) däremot ser kamrater som överlägsna vuxna, eftersom kamrater är mer tillgängliga och kan stötta på ett mer jämställt plan när de tillsammans diskuterar, förklarar, funderar över och utmanar varandras perspektiv. Rogoff framhåller att unga människor kan känna sig friare att utforska logiken i argumenten när de interagerar med kamrater istället för med vuxna. Dessutom beskriver Mercer och Dawes (2008) att talet i de flesta klassrum är asymmetriskt med läraren i en mer auktoritär roll än de lärande. För att bäst kunna använda språket som ett verktyg för lärande behöver eleverna därför en chans att använda det själva, utan läraren.

Ett socialkonstruktivistiskt perspektiv på lärande av naturvetenskap

När elever lär sig naturvetenskap är målet att de ska kunna använda de naturvetenskapliga idéer som redan existerar inom disciplinen och förstå hur naturvetenskaplig kunskap konstrueras. Dessutom ska de förstå att det kan finnas varierande syften med naturvetenskaplig kunskap och att det finns begränsningar (Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott, 1994), med andra ord ska eleverna förstå den naturvetenskapliga kunskapens karaktär. Driver m.fl. förklarar att detta är kunskap som eleverna inte har möjlighet att upptäcka på egen hand, utan för att eleverna ska kunna göra denna kunskap till sin egen måste de, precis som Vygotsky (1935/1978) förespråkar, få stöttning. I föreliggande studie innebär denna syn på lärande att eleverna först fått stöttning av lärare och interaktiva datorprogram för att lära sig genetikens och bioteknikens grunder och begrepp. Därefter har eleverna i små grupper tillsammans med sina klasskamrater fått stötta varandra i diskussioner om bioteknikens användning i samhället.

Inom akademien försäkrar vi oss om kvaliteten på våra argument genom att utsätta dem för granskning av kollegor. Genom gruppdiskussioner med kamraterna får eleverna en likartad möjlighet. När Elin, före gruppdiskussionen, ombeds ta ställning för eller emot stamcellsodling skriver hon:

Jag vet inte vad jag tycker om stamcellsodling ännu, jag får vänta med min åsikt tills vi har diskuterat det i gruppen.

Studiens design

Mycket av den forskning som bedrivs inom undervisning har inte någon större inverkan på lärares praktik (Carr, 1995; Kemmis & Smith, 2008; Millar m.fl., 2000). Enligt Kemmis och Smith (2008) beror detta på att många forskare studerar praktiken från utsidan och har svårt att överföra sina insikter till lärares praktik. Kärnan i en socialkonstruktivistisk teori är också att kunskap inte kan överföras direkt från en som vet till en annan, utan måste aktivt byggas upp av den som lär (Driver m.fl., 2000; Vygotsky (1935/1978). För att få betydelse för lärares verksamhet, är många forskare därför överens om att forskning måste ske i samarbete med den professionella kunskap och kompetens som finns hos lärare och med lärares prioriteringar för vad som är en professionell utveckling (Abell & Lederman, 2007; Carr, 1995; Erduran, Simon, & Osborne, 2004; Roth, 2007a; Rönnerman, 2008). Abell och Lederman (2007) beskriver att först när forskning besvarar de frågor som ställs av lärare kan forskning nå det ultimata målet att förbättra den naturvetenskapliga undervisningen:

To achieve the ultimate purpose of improving science teaching and learning, our research must be grounded in the real world of students and teachers and school systems and society. Ours is the applied field, and we must ensure that our research makes sense in the real world. Our research must address, and attempt to answer, the questions and concerns of teachers. To have educational warrant, our research must answer questions of educational importance (s. xiii).

Att överbrygga gapet mellan forskning och praktik

Roth (2007a) hävdar att en lärare-forskare kan överbrygga det gap som nu finns mellan forskning och praktik. Det som krävs, enligt Kemmis och Smith (2008), är att lärare får möjlighet att bedriva forskning som lyfter fram och undersöker de antaganden och värderingar som lärare har. Denna forskning skulle kunna utformas så att den ger lärare mandat att förändra sin praktik, eftersom makten över undervisningen till största delen vilar i händerna på lärarna (Ottander & Ekborg 2012; Sagar, 2014). Forskning måste då bygga på

en jämställd relation till praktiken (Erickson, 2000). I praktiken finns situerad kunskap, 'knowing in action' och forskning som bedrivs i denna praktik bör då få vetenskaplig status. Det finns fördelar med att känna eleverna och omgivningen väl, eftersom det finns många saker som aldrig kan överföras till någon från utsidan och läraren själv borde vara den som bäst kan undersöka sitt eget tänkande (Hagger & McIntyre, 2007):

But the people who can most usefully, most effectively and potentially most critically examine the thinking underlying teachers' practices are the individual teachers themselves (s. 38)

Redan 1975 argumenterade Stenhouse för att lärare inte bara skulle vara objekt för forskning, utan också vara forskare själva. Han poängterade att bara lärarna själva har tillgång till den information som är avgörande för att förstå det som händer i ett klassrum. Pring (2006) utvecklar tanken och lyfter fram att all undervisningspraktik är unik i fråga om de värden och syften som finns i praktiken, lärarens förmåga till snabba beslut i olika situationer och lärares förståelse för den lärande. Han påpekar att denna dynamiska och oförutsägbara undervisningssituation är svår att fånga för en forskare från akademien, varför även han förespråkar att en lärare kan vara forskare.

Syftet med undervisningsforskning är att förbättra undervisningen i praktiken (Elliot, 2009). Då kan man inte, enligt Carr (2006), separera kunskap från aktion. Carr hävdar istället att praktisk visdom bara kan erhållas av praktiker. Han förtydligar att det är i praktiken som insiktsfulla och försiktiga avgöranden skapas.

Aktionsforskning utmanar därmed idén om att kunskap skulle kunna genereras enbart av dem som står utanför undervisningssituationen för att sedan tillämpas i klassrummet (Cochran-Smith & Lytle, 2009). Pring (2006) problematiserar möjligheten för forskare från akademien att kunna upptäcka rätt 'formel' för en effektiv praktik och tror istället att lärare-forskare har möjlighet att vända på teori-praktik-begreppen. Istället för att teorin används för att informera praktiken, beskriver Pring att en lärare-forskare, som reflekterar över sin praktik, kan synliggöra den teori som finns inbäddad i praktiken och på så sätt öppna upp för att skapa teorier. Läraren blir på detta sätt bemyndigad att själv reflektera och lära (Somekh, 2009). Läraren kan då förbättra undervisningen genom att förändra den och genom att lära av konsekvenserna av förändringarna. Inom aktionsforskning sker detta genom

en självreflekterande spiral bestående av cykler av planering, implementering, systematisk observation och reflektion.

Även om aktionsforskning ofta ses som en kollektiv aktivitet, beskriver Stenhouse (1975) att aktionsforskning också kan vara individuell. Cochran-Smith och Lytle, (2009) förtydligar att praktikerns frågor uppstår när läraren ser att det finns en skillnad mellan vad som är avsikten med undervisningen och vad som verkligen händer. Dessa skillnader genererar unika frågor som ligger i skärningspunkten av teori och praktik. Aktionsforskning är på detta sätt både praktisk och teoretisk, eftersom det handlar om både aktion och forskning (Cohen, Manion & Morrison, 2000). Cohen m.fl. beskriver vidare att en forskare med en konstruktivistisk kunskapssyn måste engagera sig i de människor som forskningen handlar om för att kunna upptäcka det specifika och det individuella.

Min roll som lärare-forskare

I föreliggande studie kände jag eleverna väl, eftersom jag varit deras klassföreståndare och lärare i naturvetenskap, teknik och matematik i tre år då studien genomfördes.

Jag har lärarlegitimation för att undervisa i biologi och kemi på gymnasiet, men har valt att arbeta i grundskolan. Jag anser, precis som Osborne och Dillon (2008), att grundskolan har det viktigaste uppdraget när det gäller att väcka elevers intresse för naturvetenskap och för att ge elever förutsättningar att kunna delta i samhällsdebatter som rör naturvetenskapliga frågor. När eleverna lämnar grundskolan kan de ju välja att inte studera någon mer naturvetenskap.

När klassen som jag undervisade i skulle träna argumentation stötte jag dock på problem. Trots flera försök att skapa debatt kring aktuella samhällsfrågor i naturvetenskap lyckades jag inte aktivera eleverna. Det var bara tre-fyra elever som var villiga att delta i diskussionerna. När de andra eleverna blev uppmanade att ta ställning i olika frågor kunde de till och med hänvisa till de diskussionsvilliga eleverna med motiveringen att de eleverna säkert kunde ge bättre svar. När de flesta elever inte ville säga något över huvud taget, hur skulle de då få möjlighet att utveckla sin förmåga att använda naturvetenskapliga och etiska argument, se frågorna ur olika perspektiv och utveckla sitt kritiska tänkande? Med dessa genuina frågor startade jag min forskarutbildning.

Som lärare-forskare fick jag en unik möjlighet att designa forskning och undervisning så att de befruktade varandra. Jag skapade en forskningsbaserad intervention med syfte att eleverna skulle utveckla sin förmåga att använda naturvetenskaplig kunskap och etiska resonemang när de fattade beslut i SSIs och när de kritiskt granskade andras argument och olika informationskällor. Som lärare-forskare samlade jag sedan in data från undervisningen som jag bedrev i elevernas ordinarie klassrum på tid avsedd för NO-undervisning. Detta är en forskningsdesign helt i linje med Roths (2007b) förslag:

Teacher-researcher is an ideal position for gathering evidence not available to university-based researchers who are not based at the site in the same permanent way as we are (s. 83).

Interventionen byggdes kring gruppdiskussioner där eleverna fick förbereda och diskutera fyra olika SSIs och där de fick explicit information om hur man bygger upp en argumentation. Som lärare-forskare kontrollerade jag interventionens genomförande och kontrollerade insamlingen av skriftlig data. Det hade varit omöjligt att ge en detaljerad beskrivning till någon annan lärare med förväntningen att de skulle följa den. Svenska lärare är vana att organisera arbetet som de själva vill, vilket också uppmärksammats av Ottander och Ekborg (2012). I sin studie om elevers erfarenheter av SSI-undervisning kunde de konstatera att lärarna, för att vara villiga att delta i studien, själva måste få välja vilken fråga de ville arbeta med och också ha inflytande över hur de skulle organisera arbetet.

Studien designades som en aktionsforskningsstudie där varje fråga som eleverna diskuterade utgjorde en liten cykel av planering, genomförande, utvärdering och reflektion och sedan ny planering. Jag dokumenterade allt i min loggbok för att kunna reflektera kring aktionen som jag satte igång, men också för att senare kunna analysera min egen förändring. När analysarbetet startade fann jag det dock mycket intressantare att analysera elevernas utveckling än min egen. Delar av min egen utveckling är synlig i kappan, dock ställer jag i föreliggande studie inga specifika frågor om min egen utveckling och analyserar inte heller min egen förändring.

När jag startade forskarutbildningen funderade jag mycket på vilket mitt bidrag till forskningen skulle kunna bli. Jag blev informerad om att mina dubbla roller som lärare och forskare skulle innebära svårigheter, bland annat när det gällde att vid analysarbetet skapa distans till insamlad data (Walford, 2001), men jag insåg också att mina dubbla roller skulle innebära möjligheter.

Bara en lärare-forskare kan forska på sin egen undervisning. Bara en lärare-forskare kan välja fritt vad som är intressant att studera. Nu har tiden hunnit ikapp mig och alla svenska lärare förväntas bygga sin undervisning på vetenskaplig grund, beprövad erfarenhet och evidens, där den beprövade erfarenheten ska vara skriftligt dokumenterad (Skolverket, 2010). Nu betonar också Sadler (2011) att klassrumsforskning kring SSIs kan generera empiriskt underlag för att förstå hur vi kan nå målen i naturvetenskaplig undervisning:

... as we move towards generating empirical evidence for the question of how best to achieve the goals of science education, I believe the classroom-based studies of SSI implementation and the outcomes are particularly significant (s. 5).

Att studera sin egen klass kräver dock noggranna etiska överväganden som beskrivs här nedan.

Etiska överväganden

När det gäller etiska eftertankar i aktionsforskning räcker det inte med anonymitet och informerat medgivande. Enligt Zeni (2009) måste aktionsforskning, lik all annan forskning, också bygga på ansvar och respekt. Hon förklarar att all forskning utövar makt på sina deltagare och även om forskning från insidan inte nödvändigtvis behöver utgöra ett hot, så är etiska överväganden viktiga. Anderson, Herr och Nihlen (2007) förtydligar att när läraren är forskare är det svårt för eleverna att neka till samtycke, även om de skulle vilja. Eleverna kan känna sig pressade, eftersom de är noga med lärarens gunst och de kan tro att de blir missgynnade vid betygssättningen om de inte samtycker.

Enligt Anderson m.fl. (2007) bör aktionsforskaren redan i planeringsstadiet tänka över vilka etiska konsekvenser som forskningen kan få, tänka över vilka som riskerar att bli sårade av forskningen. De förtydligar att det också är viktigt att ifrågasätta varför man till exempel gör forskningen i sitt eget klassrum och på sina egna elever. I föreliggande studie var min roll som lärare-forskare en förutsättning för att kunna få svar på mina forskningsfrågor. När studien planerades fanns också ett etiskt övervägande bakom beslutet att eleverna själva skulle filma sina diskussioner. Alla elever lämnade samtycke för att vara med i studien, men om någon elev egentligen inte ville bli filmad, skulle den eleven kunna stå bakom filmkameran och på så sätt vara delaktig i diskussionerna, utan att synas. Som elevernas lärare skulle jag ändå lätt kunna

urskilja en röst, även om inte eleven syntes på filmen. Genom att eleverna ägde inspelningen fanns det också chans för dem att radera på filmen, om de tyckte att de lämnat ut sig för mycket, även om jag uttryckte önskemål om att ingen redigering skulle ske. I studien har jag strävat efter att presentera elevuttalanden från så många elever som möjligt och jag har haft som intention att inte presentera uttalanden som skulle kunna skada någon elev.

Eftersom studien genomfördes på min egen skola är det lätt att ta reda på vilken skola det gäller. Dock har jag undervisat många elever på skolan, valt att inte direkt skriva ut vilket år studien genomfördes och dessutom är elevernas namn pseudonymer.

Aktionsforskaren har också ansvar för att forskningsmetoden inte stör den professionella rollen, då en lärare-forskare först och främst är lärare med ansvar för eleverna (Zeni, 2009). Detta problem diskuteras vidare i diskussionskapitlet.

Undervisningens syfte

Precis som beskrivs av Sadler, Amirshokoohi, Kazempour och Allspaw (2006) var syftet med min undervisning att förbereda eleverna för att kunna delta i det moderna samhället, där produkter och tillämpningar av naturvetenskap, så som kloning och genetiskt modifierad mat, debatteras. Innehållet i dessa frågor är komplext och värdeladdat och det associeras oundvikligen med etiska överväganden (Zeidler & Keefer, 2003). Syftet med undervisningen var att eleverna respektfullt skulle undersöka andras synpunkter och perspektiv för att skärpa sina egna argument och få ökad förståelse för frågorna (Levinsson, 2003). I sådana diskussioner utmanas elevernas argument, vilket skapar möjlighet för lärande.

Dock, för att eleverna ska kunna framföra kunskapsrelaterade argument räcker det inte med att eleverna har faktakunskaper, utan Bell (2003) beskriver att eleverna också måste veta hur en vetenskaplig argumentation byggs upp. Detta förordas även av Duschl och Osborne (2002), Dori m.fl. (2003) och Jiménez-Aleixandre och Erduran, (2008). De förklarar att om eleverna får explicit träning av argumentationsförmågan i olika aktiviteter, då kan de tillägna sig kunskaper inom det område som diskuteras, samtidigt som de utvecklar ett strategiskt sätt att konstruera argument.

Samtidigt som eleverna utvecklar ett strategiskt sätt att konstruera argument ges de också möjlighet att tillägna sig kunskaper inom det område som diskuterades, så som det beskrivs av Jones m. fl. (2007):

An educational context that presupposes the skills of citizenship and the roles of citizens in a democracy is based on students' rehearsing arguments; understanding the need for, and use of, evidence in argument; and of possessing the ability to listen to and discuss the matters with others in order to identify the values underpinning ethical arguments. Through reflection and construction young people gradually develop ethical inquiry skills and an appreciation of diverse, multiple perspectives (p ii).

Undervisningen organiserades så att eleverna fick diskutera olika SSIs i smågrupper, utan att någon vuxen var närvarande. Duschl och Osborne (2002) beskriver att den maktobalans som finns mellan lärare och elev i en helklassdiskussion gör det svårt för eleverna att testa sina argument. Englund (2007), som har fokus på demokratiska processer, rekommenderar också argumenterande samtal utan närvaro av läraren i det han beskriver som 'det deliberativa samtalet'. I dessa samtal ska eleverna ge varandra tid och utrymme att presentera sina åsikter och respektfullt lyssna på varandras argument. Eleverna förväntas också nå en överenskommelse eller bli uppmärksamma på vilka skillnader i uppfattningar som finns. Syftet med gruppdiskussionerna i föreliggande studie var dock inte att eleverna skulle komma överens, utan syftet med diskussionerna var att ge var och en större möjlighet att bidra till deltagarnas förståelse. Driver m.fl. (2000) hävdar bestämt att eleverna måste ges en starkare röst i undervisningen. När eleverna gjorde sina röster hörda skapades möjlighet för mig som forskare att fånga dem.

Undervisningen som del av forskningsdesignen

Undervisningen grundades i de 'Kursplaner och betygs-kriterier för grundskolan' (Skolverket, 2000) som jag som lärare hade i uppdrag att förhålla mig till. Dessa gav tydliga riktlinjer om att undervisningen i naturvetenskap skulle ge eleverna förutsättningar att använda naturvetenskapliga kunskaper för att skilja på naturvetenskapliga och andra sätt att skildra verkligheten. Undervisningen skulle dessutom ge eleverna förutsättningar att kritiskt kunna granska en argumentation utifrån de intressen och värderingar som ligger bakom olika ställningstaganden. Målet var att eleverna skulle utveckla en kritisk och konstruktiv attityd till sina egna och andras argument. De skulle

visa hänsyn och respekt för andras resonemang och tillägna sig förmågan att se frågorna från olika perspektiv och därmed utveckla sin demokratiska och sociala kompetens.

Berkowitz och Simmons (2003) betonar, precis som Simonneaux (2008), att om eleverna ska kunna ta del av och kunna influera beslut, måste eleverna förstå de frågor de ställs inför, men också förstå följderna av de beslut som fattas. Detta rimmar väl med Skolverkets riktlinjer om att eleverna ska tränas i att använda både naturvetenskapliga och etiska argument som bas för att forma sina egna åsikter i samhällsfrågor med ett naturvetenskapligt innehåll (Skolverket, 2000).

Undervisningen utvecklades genom de 'implikationer för undervisning' som redovisades i de forskningsartiklar om naturvetenskapernas didaktik som jag som forskare studerade. Enligt forskningslitteraturen ökar elevernas intresse för naturvetenskap om de får diskutera genuina frågor som är relevanta för deras liv (bl.a. Jorde, 2007; Simonneaux, 2008; Zohar & Nemet, 2002). Dessa relevanta frågor kan vara SSIs hämtade från elevernas egen omgivning (Hennessy, 1993) eller från biotekniken (Sadler & Zeidler, 2005). Enligt Dawson (2007) väcker biotekniken både hopp och rädsla samtidigt som den kommer att påverka elevernas framtid, varför eleverna med stor sannolikhet tycker att området är intressant och värt att diskutera.

I föreliggande studie valde jag därför ut frågor som diskuterades i dagspressen eller på Internet och jag valde frågor som hade både lokal och global anknytning.

Om undervisningen ska få betydelse för vardagslivet förklarar Sadler och Fowler (2006) att eleverna måste få tid att förstå den naturvetenskapliga kunskapen bakom en fråga. Som forskare önskade jag därför designa studien så att eleverna fick väl avvägd tid att förbereda frågorna. Som lärare hade jag möjlighet att svara upp mot detta och lägga upp undervisningen under en längre tidsperiod. Detta är en unik situation, då få lärare skulle låta en forskare från akademin styra undervisningen i en årskurs 9 under någon längre tid, om inte läraren själv varit med och påverkat innehållet i forskningen (Ottander & Ekborg, 2012).

Som tidigare nämnts har många studier inom SSIs analyserat hur elever argumenterar när de får helt oförberedda frågor, med resultatet att eleverna ger intuitiva svar. Föreliggande studie sökte istället svar på hur elevernas argument utvecklas om de får diskutera flera olika SSIs under en längre undervisningssekvens och om eleverna får diskutera frågor som de haft

möjlighet att förbereda. Clark, Stegman, Weinberger, Menekse och Erkens (2008) betonar just vikten av att eleverna får tid att förstå centrala begrepp och underliggande principer för att de ska kunna bygga ett vetenskapligt argument. Denna förberedelse gynnade inte bara eleverna, utan den bidrog också till att skapa ett naturligt tillfälle för mig som forskare att samla in elevernas argument före gruppdiskussionerna. Genom att jämföra dessa initiala argument med de argument eleverna gav efter diskussionerna kunde både eleverna själva och jag som forskare analysera om diskussionen påverkat deras argument.

Forskning lyfter fram betydelsen av att elever får reflektera över sitt eget lärande, så att de får syn på sina egna tankar och hur de utvecklas (Duschl & Osborne, 2002; Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2008). Detta kan ske genom att eleverna gör teorikartor som de kontinuerligt reviderar (Herrenkohl, Palincsar, Dewater, & Kawasaki, 1999). I denna studie valde jag istället att låta eleverna läsa allt de skrivit under interventionen och kommentera sin egen utveckling. Som forskare fick jag då möjlighet att fånga hur eleverna själva upplevt sitt lärande och jag fick dessutom möjlighet att jämföra elevernas självbedömning med min egen analys.

Undervisningen som en intervention baserad på gruppdiskussioner om olika SSI

Undervisningen kan beskrivas som en intervention baserad på gruppdiskussioner om fyra olika SSI med koppling till bioteknik:

1. *Skall vi ha ett DNA-register?*
2. *Skall vi äta genetiskt modifierade organismer?*
3. *Hur skall vi använda biotekniken?*
4. *Skall vi odla stamceller?*

En detaljerad beskrivning av interventionen presenteras i följande avsnitt där den beskrivs i termer av vad som hände före, under och efter de fyra veckor då interventionen fokuserades kring gruppdiskussionerna.

Före gruppdiskussionerna

Sex månader före gruppdiskussionerna undervisades eleverna i genetik. I det skriftliga provet, efter undervisningen, testades eleverna individuellt på

grundläggande genetik-kunskaper, men de testades också på sin förmåga att ge skriftliga argument genom en argumentationsfråga om kloning:

- *Många par kan inte få barn. Modern reproduktionsteknik, som till exempel provrörsbefruktning, har gjort det möjligt för många av dessa par att få egna barn, men det fungerar inte för alla. För dem skulle kloning kunna vara en möjlighet. I ett sådant fall skulle en av föräldrarna vara genetisk donator. Donatorns genetiska material skulle sättas in i en äggcell och embryot (ägget som bär en komplett uppsättning av donatorns genetiska material) skulle sättas in i kvinnan och hon skulle föda barnet. Skulle personer som vill bära och föda sitt eget barn ha möjlighet att välja kloning som ett alternativ att få barn?*

En månad före gruppdiskussionerna fick eleverna svara på följande förförståelsefrågor:

- *Vad känner du till om bioteknik?*
- *Hur använder man kunskaper om DNA (arvet) i dagens samhälle?*
- *Fördelar? Nackdelar?*

Därefter fick eleverna se science fiction-filmen Gattaca där en genetiskt underlägsen man antar identiteten av en genetiskt överlägsen man för att kunna förverkliga sin livsdröm om att bli astronaut. Spelfilmen är upplagd så att det barn som kommit till på naturlig väg har bättre egenskaper än det barn som designats. Filmen användes eftersom det oftast är science fiction som informerar våra elever om bioteknik (Sadler & Zeidler, 2003) och för att illustrera en möjlig negativ konsekvens av att 'designa barn'. Efter filmen fick eleverna individuellt svara på en argumentationsfråga om 'design av barn':

- *Tycker du att det skall vara tillåtet att bestämma ett barns anlag?*

Under gruppdiskussionerna

Gruppdiskussionerna, som var interventionens huvudfokus, innefattade en fyra veckors undervisningssekvens där eleverna individuellt förberedde och tillsammans diskuterade de fyra tidigare nämnda diskussionsfrågorna.

Diskussionsfråga 1: '*Skall vi ha ett DNA-register?*'. Detta var en elevnära fråga som kunde kopplas till en ouppklarad våldtäkt som skett alldeles i skolans närhet 15 år tidigare och fallet togs upp som ett 'Cold Case' i den lokala tidningen samma vecka som interventionen startade. Ett DNA-register skulle kunna göra det enklare att hitta gärningsmannen.

Planen var att eleverna skulle få testa principerna för hur man kan separera DNA genom att vid ett laborationstillfälle själva tillverka en gel och separera olika färgämnen. Eleverna hade dessutom möjlighet att köra en virtuell gel i det digitala interaktiva programmet www.viten.no som utformats av Jorde, Strømme, Sørborg, Erlien och Mørk (2003), ett program som de använt tidigare när de läste genetik.

Diskussionsfråga 2: '*Skall vi äta genetiskt modifierade organismer?*'. Denna fråga kunde till skillnad från den första ge ett mer globalt perspektiv på bioteknikens användning. Jag hade burkar med tomatpuré från England där en burk innehöll puré från genmodifierade tomater och en burk puré från vanliga tomater. En tidigare klass hade fått smaka på purén. Nu hade innehållet i burkarna passerat bäst före datum och den genmodifierade purén får inte längre säljas, så eleverna fick bara titta på burkarna. De kunde dock se den lysande gula märkningen på en av burkarna där det tydligt framgick att tomaterna var genmodifierade. Eleverna fick också se filmen 'Vågar du äta genmanipulerad mat?' och därefter kunde vi kritiskt granska om det funnits något bakomliggande budskap i filmen och hur ordet genmanipulerad redan bar på en värdering.

Diskussionsfråga 3: '*Hur skall vi använda biotekniken?*' Bioteknik är mer än genteknik och denna fråga var tänkt att ge ett mer övergripande perspektiv på bioteknikens olika tillämpningar genom att eleverna fick information om bioteknikens användning vid t.ex. brödbakning och medicintillverkning.

Planen var att eleverna skulle planera en egen laboration om jästcellen, en laboration som utformats av John Schollar (2001) och som finns beskriven på www.bioscience-explained.org.

Diskussionsfråga 4: '*Skall vi odla stamceller?*' Denna fråga låg i forskningsfronten och kunde kopplas till en familj i Trollhättan som kämpat för att få tillstånd att designa ett barn för att hjälpa ett syskon att överleva. Stamceller i navelsträngen från det designade barnet skulle frysas in och

användas om brodern Felix insjuknade. Felix storebror Mathias var redan utan räddning. Ärendet hade diskuterats i den lokala pressen några år tidigare och eleverna fick ta del av denna rapportering som en möjlig positiv konsekvens av att kunna 'designa barn'. I gruppdiskussionerna hanterade eleverna både frågan om att 'designa barn' och frågan om kloning då texterna i förberedelserna för detta diskussionstillfälle också behandlade frågan om kloning.

Samtliga diskussionsfrågor kunde relateras till den grundläggande texten i elevernas lärobok, 'Biologi: för grundskolans senare del' (Andréasson, 2001) i kapitlet 'Gener i människans tjänst' (sid 334-342). Eleverna hade också tillgång till en mer avancerad bok skriven för gymnasiet, 'Genetik, kloning och stamceller' (Brändén, 2002) där följande kapitel relaterade till det eleverna skulle diskutera, 'Tomater som inte mjuknar sid 26-31', 'Kemikalietålig majs sid 32-38', 'DNA som medicin sid 78-79' och 'Klona embryon sid 102-130'.

Varje diskussionsfråga var tänkt att förberedas och genomföras enligt samma struktur:

- Jag introducerar frågan för eleverna genom att förklara de naturvetenskapliga begrepp som frågan bygger på och genom att visa filmer eller texter som presenterar frågan ur olika perspektiv. Eleverna får inte säga sin åsikt i helklass, även om någon skulle vilja. Interventionen är tänkt att bryta klassens tidigare diskussionsmönster och eleverna uppmanas därför att vänta med att uttala sig tills de träffar sina kamrater för gruppdiskussionerna.
- Eleverna förbereder sig för att diskutera frågan med sina kamrater några dagar senare i samma vecka. Utöver den grundläggande texten i läroboken läser de den mer avancerade texten i boken av Brändén (2002). De uppmanas att söka mer information på Internet och att använda det interaktiva undervisningsmaterialet www.viten.no (Jorde m. fl., 2003). I förberedelserna förväntas eleverna också skriva ner sina individuella argument för eller emot frågan de ska diskutera. Elever kräver olika mycket tid för att skriva och när eleverna skriver i skolan är det alltid någon som är snabbt klar, medan någon annan känner sig jättestressad för att andra väntar. När eleverna får i uppgift att skriva ner sina reflektioner hemma kan de själva reglera tidsåtgången. Skrivandet

medför också att eleverna verkligen läser sin läxa och att de dessutom bearbetar det de läst.

- Gruppdiskussion där eleverna med hjälp av film eller text triggas att komma igång med diskussionen.
- I direkt anslutning till gruppdiskussionen får eleverna en kort stund att skriva ner om de fått några nya argument från diskussionen med kamraterna eller om diskussionen lett till att de ändrat uppfattning i frågan.

Efter att eleverna diskuterat första frågan som gällde ett universellt DNA-register fick de explicit information om hur man bygger upp strukturen av ett argument utifrån Toulmins (1958) modell. Enligt denna modell skall ett påstående bygga på fakta och backas upp med exempel. Dessutom bör man presentera under vilka förutsättningar påståendet gäller och om det finns speciella förbehåll då det inte gäller.

För att inte störa elevernas entusiasm och diskussionsvilja fick de dock inga mallar att följa under diskussionerna, men uppmanades att alltid motivera sina argument och att använda sin naturvetenskapliga kunskap som grund för sina argument. Toulmins modell stämmer väl överens med de kriterier som då gällde för att få godkänt betyg i naturvetenskap. Modellen behövde dock vidgas för att rymma kriterierna för de högre betygen, där eleverna också förväntades kunna använda sina naturvetenskapliga kunskaper för att granska och värdera ställningstaganden, samt för att kunna granska de intressen och värderingar som ligger bakom olika ställningstaganden (Skolverket, 2000). Dessa vidgade kriterier stämmer överens med kriterierna som beskrivit för att bli SL enligt *vision II* (Roberts, 2011). Dessutom förväntades eleverna kunna använda begrepp och teorier från biologin i nya situationer och för att skapa nya frågeställningar om företeelser i världen, kriterier som överensstämmer med Roberts *vision I*.

Eleverna uppmanades också att lyssna på varandra och bygga på varandras argument, något de blivit informerade om tidigare enligt gällande kursplaner (Skolverket, 2000), men som nu underströks ytterligare.

Flexibilitet i lärarens-forskarens planering

I denna studie var det jag som lärare-forskare som ägde forskningsfrågorna, men jag ägde också de frågor som eleverna skulle diskutera. I undervisningen hade jag möjlighet att välja elevnära frågor, men jag hade också beredskap för att förändra frågorna och föra in dagsaktuella händelser i undervisningen. Min ursprungliga plan var att starta undervisningen i bioteknik via elevernas kunskaper om nervsystemet, där Parkinsons sjukdom skulle kunna botas med hjälp av genteknik och stamceller. Tanken var att eleverna senare också skulle diskutera DNA-register utifrån våldtäkten som hänt i närheten av skolan femton år tidigare. Genom att våldtäkten rapporterades som ett 'Cold Case' i den lokala tidningen, samtidigt som studien började, kunde jag istället skapa en mer dagsaktuell ingång.

Nobelprisen i medicin och kemi presenterades samma vecka som interventionen startade. Priset i medicin gick det året till forskning kring hur kromosomerna vid celledelning kan kopieras på ett fullständigt sätt tack vare att de skyddas av telomererna och det enzym, telomeras, som bildar dem. Priset i kemi gick till forskning kring hur ribosomerna omvandlar informationen i DNA-molekylen till liv. Båda priserna kunde kopplas till genetikundervisningen och kunde därför användas som inspirationskälla, även om de inte var med i den ursprungliga planen. Eleverna blev uppmärksammade på att det var tack vare att de lärt sig genetik som de hade chans att förstå vad priserna handlade om. Dessutom blev de varse hur viktig denna typ av forskning är, då endast forskning som anses ha stor nytta för mänskligheten belönas med Nobelpris.

Genom formativ utvärdering av hur eleverna agerade under interventionen gjordes vissa justeringar. Den ursprungliga planen var att eleverna, som hemuppgift, skulle skriva ner sina argument för eller emot frågan. När eleverna, på grund av hög arbetsbelastning, inte prioriterat detta frigjordes tid för viss förberedelse under lektionstid.

När det framkom att eleverna, i diskussionen, hade stöd av det de skrivit innan diskussionen, fick de behålla sina anteckningar istället för att lämna in dem som var planerat. Anledningen till att samla in det eleverna skrivit var att försäkra att eleverna inte skulle ha möjlighet att ändra i sina texter under diskussionen. I filmerna framkom att eleverna var fullt upptagna med att diskutera och jag omvärderade min tanke om att de skulle ha något motiv för att ändra i sina texter.

När det framkom att flera grupper inte använde den utdelade triggern, trots att deras diskussion skulle kunnat få nya perspektiv om de hade använt den, uppmanades eleverna att läsa triggern som inledning på gruppdiskussionen eller så lästes den i helklass.

Missförstånd som visade sig på filmerna reddes ut på nästkommande lektion. Ett exempel var när eleverna inte hade uppfattat relationen mellan bilden av en tjur och den skrivna texten om djurförädling. Ferlin (2014) visar också i sin avhandling hur placeringen av text och bild i läroböcker kan skapa hinder för elevernas lärande. Skräp-DNA och Huntingtons sjukdom är exempel på begrepp som eleverna träffade på i sina texter och som de behövde få förklarade.

Även om varje discussionsfråga kunde betraktades som en liten aktionsforskningspiral var inte min avsikt att göra några stora förändringar, då detta skulle försvåra jämförelser mellan olika diskussionstillfällen. Efter att ha studerat elevernas interaktioner på filmerna och efter att elever uttryckt direkt önskan om att byta grupp, såg jag mig dock tvungen att göra justeringar i gruppstillhörighet så att så många elever som möjligt fick en diskussionsvänlig miljö. Jag bevakade också att interventionen inte blev för långvarig, då detta skulle kunna leda till att eleverna tappade motivationen och glädjen att diskutera.

Tredje veckan försvann tid från lektionerna och det resulterade i att eleverna inte skrev sina individuella argument om bioteknikens användning före gruppdiskussionen, utan enbart i samband med reflektionen efter diskussionen. Stor sjukfrånvaro, samt några elevers önskan om ny gruppstillhörighet, ledde till att eleverna formade tre delvis förändrade grupper istället för de tidigare fyra.

Fjärde veckan levererades inte filmen 'Jorden är platt', som ger olika perspektiv på stamcells forskning, till skolan på avtalad tid och eleverna fick därför sätta sig in i det dilemma de skulle diskutera på egen hand med hjälp av texter och Internet. Uppgift: *Läs anvisad text och sök själv mer information för att kunna diskutera för eller emot odling av stamceller!* Eftersom många elever tillfrisknat formades nu åter fyra grupper med små justeringar från veckan innan.

Efter gruppdiskussionerna

Efter gruppdiskussionerna, men före det skriftliga provet, fick eleverna se filmen de tidigare missat. Filmen tar upp olika perspektiv på

stamcells forskning och fick nu utgöra inspiration inför provet istället för inspiration inför gruppdiskussionen.

Två veckor efter gruppdiskussionerna fick eleverna ett skriftligt prov. I provet testades eleverna individuellt på sina naturvetenskapliga kunskaper, men också på sin förmåga att ge skriftliga argument på exakt samma två frågor som före gruppdiskussionerna. Frågan om kloning beskrevs precis som första gången, men återges här i en förkortad version:

- *Skulle personer som vill bära och föda sitt eget barn ha möjlighet att välja kloning som ett alternativ att få barn?*
- *Tycker du att det skall vara tillåtet att bestämma ett barns anlag?*

Dessutom fick eleverna en annons från en dagstidning med rubriken 'Naturlig stamcellsteknik för din huds framtid'. I annonsen fanns en bild på en ung flicka och i texten förklarades att krämen utnyttjade modern cellteknik och att äpple och vit torv skulle förbättra hudens egen återuppbyggnad genom att skydda stamcellerna. Uppgiften till eleverna:

- *Kommentera innehållet i denna annons!*

Eleverna fick också chans att välja ett område att argumentera om:

- *Välj att argumentera för eller emot DNA-register, GMO eller stamcellsodling!*

Slutligen fick eleverna beskriva sina förberedelser:

- *Berätta hur du förberedde dig för provet!*

Tre veckor efter gruppdiskussionerna (en vecka efter provet) fick eleverna tillgång till allt de skrivit under interventionen och fick utvärdera sitt eget lärande och utvärdera interventionen enligt följande frågor:

- *Kan du se i dina texter om du får större ämneskunskaper i bioteknik under denna undervisningsperiod?*
- *Vad är det du kan nu som du inte kunde tidigare?*
- *Kan du se i dina texter om du blivit bättre på att argumentera?*

- *Är det något annat du reflekterat över när du läst dina texter?*
- *Vad tyckte du om detta sätt att arbeta?*
- *Har du några förslag på förbättringar?*

Efter interventionen

Ett halvår efter interventionen, som en form av fördröjt eftertest, fick eleverna en mer övergripande fråga där de skulle argumentera för eller emot bioteknik:

- *Skriv ner din starkaste argumentation för eller emot bioteknik!*
- *Vad skulle någon kunna argumentera mot dina argument?*

Empirisk design

Här beskriver jag mina tankar kring varför jag samlade in olika former av data och hur insamling av olika data skapade möjlighet att dra olika slutsatser.

Elevernas förkunskaper var endast till för att kunna planera interventionen.

Elevernas individuella argument på exakt samma två frågor (frågan om kloning och frågan om att bestämma barns anlag) både före och efter interventionen skapade underlag för att kunna analysera om det skett någon progression i elevernas argument under interventionen. Argumentationsuppgiften om kloning var exakt samma fråga som Sadler och Zeidler (2005) ställde i sin undersökning, vilket också skapade möjligheten att jämföra elevsvaren i denna studie med de elevsvar Sadler och Zeidler redovisade. Elevernas inspelningar av gruppdiskussionerna om stamceller (där både frågan om kloning och frågan om att bestämma barns anlag diskuterades) skapade underlag för att analysera om karaktären i dessa diskussioner kunde kopplas till en eventuell progression. Resultatet redovisas i Artikel ett.

Elevernas egna inspelningar av samtliga gruppdiskussioner skapade underlag för att analysera om det skedde någon progression i elevernas sätt att interagera under de återkommande diskussionerna. Dessa inspelningar skapade också underlag för att undersöka vad eleverna fokuserade på i relation till de olika diskussionsfrågorna. Genom att också samla in elevs argument

ett halvår efter interventionen (individuell fråga om bioteknikens användning) samt elevers utvärdering av sitt eget lärande efter gruppdiskussionerna, skapades underlag för att se vilken effekt gruppdiskussionerna haft på längre sikt och utifrån elevernas eget perspektiv. Resultatet från den grupp som byggde på varandras argument presenteras i Artikel två.

Elevernas egna inspelningar av gruppdiskussionerna skapade underlag för att analysera hur eleverna kan stötta varandra när läraren inte är närvarande. Resultatet från en grupps diskussion om DNA-register presenteras i Artikel tre.

Data från elevernas förberedelser inför gruppdiskussionerna, interaktioner i gruppdiskussionerna, reflektioner direkt efter och argument vid något senare tillfälle skapade underlag för att analysera hur eleverna utvecklade sin förståelse för naturvetenskapliga begrepp genom interventionen. Dessutom skapade det underlag för att analysera vilken betydelse förståelsen av de vetenskapliga begreppen fick för elevernas ställningstagande i frågorna. Resultatet presenteras i Artikel fyra.

Elevernas svar på tidningsannonsen om hudkrämen var tänkt att användas för att analysera om eleverna kunde använda sina naturvetenskapliga kunskaper för att kritiskt granska en annons i en tidning. I analysen framkom att eleverna kunde framföra kritiska synpunkter av skiftande karaktär. De ifrågasatte varför bilden föreställde en ung vacker kvinna med felfri hy, de ifrågasatte om det verkligen finns några stamceller i en vuxen människas hudceller och de ifrågasatte hur torv och äpple kunde påverka telomererna, då det är dessa som styr åldrandet. När jag påbörjade analysarbetet framkom dock att insamlad data inte räckte till för att kunna dra några slutsatser.

Informationen om hur eleverna förberett sig skapade ett utökat underlag för mig att kunna uttala mig om betydelsen av elevernas förberedelser. Elevernas utvärdering av sitt eget lärande skapade underlag för mig som lärare-forskare att få veta vad eleverna själva gav uttryck för att de lärt sig. Detta kunde sedan jämföras med den utveckling jag kunnat se. Elevernas utvärderingar av interventionen i form av 'smilies' och skriven text gav mig kännedom om hur eleverna uppfattat interventionen och vilka förändringar som krävdes.

Loggboken skapade underlag för att utvärdera och förändra interventionen. Den skapade dessutom underlag för att bevara alla reflektioner jag som lärare-forskare gjorde under interventionen samt skapade på så sätt underlag för att analysera de dilemman som en lärare-forskare kan uppleva i en aktionsforskningsstudie. Några av dessa dilemman presenteras i diskussionskapitlet.

Inspelningar av gruppdiskussioner och insamling av elevernas skriftliga argument ger underlag för att kunna jämföra om det finns någon kvalitetsskillnad på det elever visar muntligt och det de visar skriftligt. Detta kan komma att presenteras i en kommande artikel.

Elevers individuellt skrivna argument, filminspelningar av gruppdiskussioner och min egen loggbok skapar ett stabilt underlag för att låta andra kritiskt granska mina slutsatser, något som är ytterst viktigt för att validera en studie där jag är lärare-forskare.

Urval

I föreliggande studie önskade jag som lärare-forskare undersöka mina egna elevers lärande när de fick undervisning enligt den intervention som jag tidigare beskrivit. Studien genomfördes i den skola i utkanten av Göteborg där jag själv arbetar. Skolan hade då två parallella klasser från förskolan till årskurs nio och elevernas socioekonomiska bakgrund i vår skola är medel till hög. I klassen gick 20 elever, 9 pojkar och 11 flickor som var mellan 14 och 15 år gamla och samtliga elever och deras vårdnadshavare gav medgivande till att eleverna skulle delta i studien. Eleverna hade deltagit i en pilotstudie och visste hur studien skulle gå till, men de hade också fått information om att det inte skulle påverka deras betyg om de valde att inte delta. Studien byggde på obligatoriska moment i kursplanen och eleverna kunde välja bort att delta i studien, men de kunde inte välja bort att förbereda sig eller att diskutera frågorna i något annat sammanhang t.ex. tillsammans med sin lärare. Eleverna gavs möjlighet att delta i gruppdiskussionen utan att synas på filmen, om de önskade.

Inför diskussionerna delades eleverna i grupper med fem elever i varje grupp. Grupperna utformades så att de skulle fungera även på grupptimmarna

med flickor och pojkar i samtliga grupper. För att gynna diskussionerna fördelades elever, som i pilotstudien visat sig kunna driva en diskussion, mellan de olika grupperna. Även om alla lärare i skolan arbetade för att stärka elevernas samarbetsförmåga, fanns det naturligtvis elever som var bättre på detta än andra. Därför övervägdes noga vilka elever som skulle placeras i de grupper där det fanns risk för att samarbetet inte skulle fungera. För att tillgodose elevers önskemål om en diskussionsvänlig miljö blev det ändå nödvändigt att förändra grupperna något under interventionen. Elevernas gruppdiskussioner pågick under fyra veckor, men data samlades in både före och efter gruppdiskussionerna.

Datainsamling

Följande data samlades in:

I början och i slutet av interventionen:

Elevers individuellt skrivna argument för eller emot kloning och för eller emot att bestämma barns anlag.

Före perioden med gruppdiskussioner:

Elevernas förkunskap om bioteknik.

Under tiden som interventionen fokuserade på gruppdiskussioner:

Elevers individuellt skrivna argument för eller emot DNA-register, GMO och stamcellsodling (inklusive frågorna om kloning och 'design av barn') innan eleverna diskuterat frågorna i gruppen och som kort reflektion direkt efter att frågorna diskuterats i gruppen. (Vid bioteknikens användning endast elevernas argument och reflektion efter gruppdiskussionerna.)

Elevers videoupptagningar av gruppernas muntliga diskussioner.

Min loggbok över planering, genomförande, utvärdering och förändringar av interventionen, samt över elevers kommentarer utanför gruppdiskussioner.

Två veckor efter gruppdiskussionerna:

Elevers individuellt skrivna svar i ett prov med avsikt att mäta elevernas naturvetenskapliga kunskaper + förmåga att ge argument för eller emot de

frågor som diskuterats under interventionen och förmåga att använda kritiska tänkande i relation till en tidningsannons.

Tre veckor efter gruppdiskussionerna:

Elevers individuellt skrivna uppfattning om sin egen progression under interventionen och utvärdering av interventionen.

Ett halvår efter interventionen:

Elevers individuellt skrivna argument för och emot bioteknik där eleverna kunde välja någon av frågorna som behandlats under interventionen eller se generellt på bioteknik.

Längden av elevers svar på individuella argumentationsfrågor och argument som hemuppgift varierar naturligtvis, men många elever skriver minst en A4-sida handskriven text när de har hemuppgift. Dock fick eleverna endast en kort stund för att reflektera efter diskussionerna, varför dessa texter är betydligt kortare och oftast bara några meningar långa. När eleverna skriver i provsituationer finns det också en tidsbegränsning som gör att de vanligtvis skriver kortare texter än i sina förberedelser.

När eleverna ett halvår efter interventionen skriver om bioteknik väljer många att kommentera alla frågor som diskuterats under interventionen och varje enskild fråga får därför en kortare text, även om eleverna vid detta tillfälle inte fick någon tidsbegränsning.

I följande sammanställning presenteras tillfälle och innehåll för datainsamlingen. Data som använts i studierna har grå-markerats och inom parentes finns numret för de aktuella artiklarna.

NATURVETENSKAP MÖTER ETIK

Tabell 1. En sammanställning av tillfälle och innehåll för datainsamlingen. Data som använts i de olika artiklarna är gråmarkerad och artikelnumret är inom parentes.

Tillfälle	Innehåll	Datainsamling
Före gruppdiskussionerna		
6 månader före	Genetikprov Argumentationsfråga om kloning	Elevers skriftliga argument (Artikel 1)
1 månad före	Förförståelsefrågor Science-fiction-filmen Gattaca Argumentationsfråga om 'designade barn'	Elevers skriftliga svar Elevers skriftliga argument (Artikel 1)
1:a veckan av gruppdiskussioner	DNA-register	
Lektion 1	Läroledd inspiration	
Inför lektion 2	Hemuppgift	Elevers skriftliga argument (Artikel 4)
Lektion 2	Gruppdiskussion Individuell skriftlig reflektion Enkel utvärdering av diskussionen	Fyra videofilmer 18+10+18+13 min. (Artikel 2+3+4) Elevers skriftliga reflektion (Artikel 4) 'Smily'
2:a veckan av gruppdiskussioner	GMO	
Lektion 1	Läroledd inspiration	
Inför lektion 2	Hemuppgift	Elevers skriftliga argument (Artikel 4)
Lektion 2	Introduktion av Toulmins argumentationsmodell	
Lektion 3	Gruppdiskussion Individuell reflektion	Fyra videofilmer 14+10+18+18 min. (Artikel 2+4) Elevers skriftliga reflektion (Artikel 4)
3:e veckan av gruppdiskussioner	Bioteknik	
Lektion 1	Läroledd inspiration	
Lektion 2	Genomgång av Toulmins argumentationsmodell utvidgad med betygsriterierna. Gruppdiskussion. Individuell argumentation för eller emot bioteknik Kommentar på diskussionen Kort utvärdering av interventionen	Tre videofilmer 13+9+11 min. Elevers skriftliga argument Elevers skriftliga reflektion Elevers skriftliga utvärdering
4:e veckan av gruppdiskussioner	Stamceller	
Lektion 1	Elever söker inspiration	
Inför lektion 2	Hemuppgift	Elevers skriftliga argument

STUDIENS DESIGN

Lektion 2	Lärlädd inspiration om stamceller Gruppdiskussion Reflektion efter diskussion	Fyra videofilmer 13+4+31+23 min. (Artikel 1+2) Elevers skriftliga reflektion
Efter gruppdiskussionerna		
2 veckor efter	Prov i bioteknik. Argumentationsfrågor om kloning och om 'design av barn' Argumentationsfråga om hudkräm Argumentationsfråga om DNA-reg. GMO eller stamceller. Uppgift om elevernas förberedelser inför provet	Elevers skriftliga argument (Artikel 1) Elevers skriftliga argument Elevers skriftliga argument (Artikel 4) Elevers skriftliga information
3 veckor efter	Utvärdering av egen utveckling Utvärdering av interventionen	Elevers skriftliga utvärdering (Artikel 2) Elevers skriftliga utvärdering
6 månader efter	Argumentationsfråga för och emot bioteknik	Elevers skriftliga argument/motargument (Artikel 2+4)
Före, under och efter hela interventionen	Loggbok	Lärare-forskarens skriftliga reflektioner om 33 A4 sidor enkelt radavstånd 12 pt.

De fyra grupperna var placerade i elevernas klassrum, i angränsande gruppum och i de två laborationssalarna. Eftersom avsikten var att eleverna skulle få diskutera, utan lärarens närvaro, rörde jag mig oftast bara mellan grupperna för att fråga om allt var okej, för att dela ut en trigger eller för att påminna eleverna om att de skulle avsluta diskussionen i tid för att hinna skriva sina reflektioner. De flesta klassrum i skolan har en glasruta ut mot korridoren, vilket medförde att jag hade möjlighet att kontrollera vad eleverna gjorde under tiden som jag rörde mig i korridoren eller när jag satt i korridoren och skrev loggbok. Eftersom jag kände eleverna väl kunde jag också förutse var jag med stor sannolikhet skulle behöva stötta upp, men de flesta grupper klarade av att diskutera på egen hand.

Varje elevgrupp ansvarade för att spela in sina diskussioner. Min erfarenhet är att elever kan fånga tillfällen som en lärare aldrig blir inbjuden till och att eleverna känner sig friare i sin diskussion, när de själva ansvarar för inspelningen. Eleverna fick kameran och filmen separat, för att de skulle känna att det var de som ägde inspelningen. Vid varje nytt tillfälle fick de en ny film att sätta in i kameran och fick på detta sätt också en liten stund att småprata med sina kamrater, innan de började diskutera den fråga som var

aktuell för dagen. Genom att eleverna fick en ny film försäkrade jag mig också om att de inte skulle råka spela över en tidigare inspelning. Eleverna informerades om att de kunde välja hur de spelade in så länge det var möjligt att fånga processen av deras autentiska diskussioner. I förstudien hade grupperna börjat redigera sina filmer och för att detta inte skulle ske begränsades inspelningen till ca 20 minuter. Eleverna blev upplysta om att jag var intresserad av både det som blev tokigt och det som blev bra, att jag var intresserad av den process som fanns i deras verkliga diskussioner och att det inte var meningen att de skulle göra någon färdig film. För att känna sig avslappnade vid filmningen och för att eleverna inte skulle behöva fundera på hur de såg ut på film, hade de fått använda kamerorna vid flera olika tillfällen i den naturvetenskapliga undervisningen året innan interventionen genomfördes.

Intentionen var inte att ge eleverna individuell respons på de inspelade diskussionerna, även om några elever efterfrågade detta. Avsikten var istället att analysera hur eleverna kunde ge varandra respons för att utvecklas. Dock, som tidigare nämnts, användes inspelningarna för formativ utvärdering på gruppnivå.

Analysprocess

Analys av data från aktionsforskning kan liknas vid en mini-aktionsforskningspiral (Altrichter, Feldman, Posch & Somekh, 2008) där första steget är att försöka återskapa erfarenheterna från när data samlades in. Därefter separerar man ut de viktigaste faktorerna och förenklar och grupperar dessa på ett lättförståeligt sätt. När data sedan ska tolkas och slutsatser dras konstruerar man en teori som passar den situation som analyseras. Sedan börjar man om från början och gör samma sak om och om igen. Författarna poängterar att denna process bör vara systematisk, kritisk och kommunikativ. Altrichter m. fl. beskriver också välkända metoder för att analysera data, den deduktiva som utgår ifrån forskarens teoretiska kunskap och den induktiva som kommer ur förståelsen av empiriska data och de föreslår att aktionsforskaren, liksom forskare inom andra fält, blandar de båda metoderna. De föreslår dessutom att aktionsforskaren ska ta vara på sin tidigare kunskap samtidigt som han/hon är öppen för de överraskningar som data kan erbjuda.

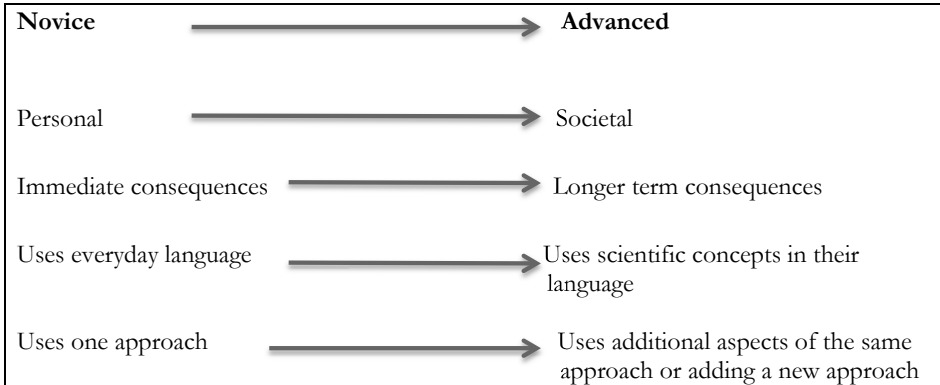
I föreliggande studie påbörjades analysarbetet parallellt med att jag samlade in data. Varje vecka läste jag det eleverna skrivit och studerade filmerna de spelat in samt skrev under tiden ner mina reflektioner i loggboken. Där noterades också det eleverna spontant berättade för mig, utanför den ordinarie datainsamlingen. Reflektionerna i loggboken utgjorde en bas för formativ utvärdering av själva interventionen (Roth, 2007b). I min lärarroll analyserade jag om innehållet i interventionen verkligen gav alla elever förutsättningar att nå alla betygssteg och som forskare analyserade jag om gruppdiskussionerna verkligen gav alla elever förutsättningar att träna på att argumentera. Loggboken blev också ett verktyg för att kunna reflektera kring min egen roll som lärare-forskare och hur min forskning skulle tas på allvar. Hur skulle processen framstå som systematisk, kritisk och kommunikativ?

När all data var insamlad överfördes elevernas handskrivna dokumentation till ett dokument i datorn och på så sätt skapades en översiktsbild över det eleverna skrivit. Jag gjorde sammanfattningar utifrån vad varje elev fokuserat i sina olika texter och letade efter varje elevs progression under interventionen. Jag jämförde alla elevers argument i samma fråga, jämförde om det fanns skillnader i de argument eleverna angett i samma fråga före och efter

interventionen. Vid denna genomläsning slogs jag av elevernas många etiska argument och sökte efter ett instrument för att kunna analysera om det skett någon progression i elevernas argument under gruppdiskussionerna.

Första cykeln: Elevers progression i etiskt resonemang

I min första cykel prövade jag om det gick att analysera elevernas progression med hjälp av samtliga de indikatorer för progression i etiskt resonemang som beskrivits i Jones m.fl. (2007). Dessa indikatorer var inte avsedda att vara analysverktyg, de var inte menade att användas samtidigt och därför var de också svåra att använda som analysverktyg. Dock kunde jag skapa ett analysverktyg genom att modifiera några av de ursprungliga indikatorerna (Figur 1). Detta analysverktyg användes sedan för att *jämföra elevernas argument i frågorna om kloning och 'designade barn' före och efter gruppdiskussionerna*. De indikatorer som skapats av Jones m.fl. var tänkta att användas för att hjälpa lärare att utveckla elevernas naturvetenskapliga och tekniska resonemang och två av indikatorerna kan kopplas till naturvetenskaplig kunskap. När jag arbetade om indikatorerna för att bli analysverktyg valde jag därför att innesluta naturvetenskaplig kunskap också i min beskrivning av avancerat etiskt resonemang. Jag ser det som ett mer avancerat resonemang när eleverna tänker på konsekvenserna för samhället istället för att tänka på sig själva och när de ser frågorna ur ett längre tidsperspektiv istället för att bara tänka på det som sker just nu. Dessutom ser jag det som ett mer avancerat etiskt resonemang när eleverna reflekterar kring vad som är rätt och fel och när de värderar vem som skall ha rätt till ny teknik. Precis som Jones m.fl ser jag det också som mer avancerat när eleverna flätar ihop naturvetenskaplig kunskap med de ovan nämnda kriterierna och därför ser jag det som mer avancerat när eleverna använder naturvetenskapliga begrepp istället för vardagsbegrepp i sina argument. En detaljerad beskrivning av denna analys finns i Artikel ett. Eftersom de tre första artiklarna är skrivna på engelska har jag valt att behålla den engelska texten i figurer och figurtexter som berör innehållet i dessa artiklar.



Figur 1. Indicators for progression in ethical reasoning adopted from Jones et al. (2007) and modified.

Andra cykeln: Karaktären av elevers gruppdiskussioner

När jag upptäckte att några grupper avancerat i fler av indikatorerna än andra grupper analyserades *karaktären av de olika diskussionerna* utifrån videoinspelningarna eleverna gjort. Jag ville veta om någon form av diskussion var mer gynnsam än en annan. I denna analys hjälpte Mercers (1995) kategorier mig att beskriva diskussionerna utifrån om eleverna byggde på varandras argument, (cumulative talk), försökte utforska varandras argument (exploratory talk), eller tvistade med varandra (disputational talk). Dessutom identifierades ytterligare en kategori där en elev ställde ledande frågor som de andra eleverna besvarade (asking/answering questions) (Tabell 2). Analysen ingick i Artikel ett och tabellen är på engelska.

Tabell 2. Overview of the types of talk and the features of each type, based on Mercer (1995) adopted from Mork (2006).

Types of talk	Features of talk
Disputational	Claim Counterclaim Challenging questions
Cumulative	Repeat Confirm Elaborate
Exploratory	Explain Reason Offer alternative solution Challenge backed up by evidence/ reasoning
Asking/answering questions	Asking Answering

Tredje cykeln: Progression i elevers argumentationsprocess

Även om indikatorer utifrån Jones m.fl. (2007) visade att det skett en progression i elevernas argumentation i frågorna om kloning och ‘designade barn’, efter interventionen, kunde jag inte vara helt säker på att det var innehållet i interventionen som haft denna påverkan. Analysen gällde elevernas diskussion i interventionens sista diskussion och därför visste jag inte heller om det funnits någon skillnad på elevernas argumentation genom de återkommande diskussionerna. Mercers (1995) kategorier hjälpte mig att beskriva elevernas diskussion om kloning och ‘designade barn’, men analysen baserades på en hel sekvens av tal och därför kunde jag inte heller uttala mig om elevernas interaktioner på detaljnivå. Även om jag upptäckte att de elever som använt ‘exploratory talk’ avancerade i fler aspekter av etiskt resonemang än de som använt ‘cumulative talk’ var underlaget för analysen bara fyra gruppdiskussioner.

Jag beslutade mig därför för att göra en mer detaljerad analys av interaktionerna i grupperna och skapade först en översikt över vilka aspekter av frågorna som eleverna fokuserade för de olika frågorna och vilket specifikt innehåll de diskuterade. För att analysera om det skedde någon progression i gruppernas argumentation genom de återkommande diskussionerna använde jag analysverktyget för progression i argumentation som utvecklats av Berland och McNeill (2010) (Figur 2). Detta analysverktyg hjälpte mig att värdera en diskussion som sker spontant utifrån elevernas engagemang som mer komplex

ANALYSPROCESS

än en diskussion där läraren är med och stöttar. Analysverktyget stämde väl in på hur elevdiskussionerna organiserats i föreliggande studie och jag fick ett verktyg att beskriva svårighetsgraden på den situation som eleverna befann sig i. Dessutom hjälpte analysverktyget mig att *analysera elevernas argumentationsprocess* där processen bedömdes som mer komplex om eleverna ifrågasatte, utvärderade och reviderade sina argument (Figur 2). Den ursprungliga modellen beskrev en ‘argumentative process’, men jag modifierade modellen till att beskriva en ‘argumentation process’. Eftersom jag tidigare beskrivit fördelarna med att vara i en grupp där eleverna utmanar varandra, önskade jag nu undersöka vad som hände i en grupp där eleverna istället byggde på varandras argument. Jag hade för avsikt att undersöka om ‘elaborate’ i Mercers (1995) kriterier för ‘cumulative talk’ skulle kunna förklaras med att eleverna ifrågasatte, utvärderade och reviderade argument, även om detta inte skedde utmanande.

Dimension of the argumentation process in the characteristics:	Simple	→	Complex
Responses to claims	Claims are articulated, defended questioned OR evaluated	Claims are articulated, defended, questioned, AND evaluated	Claims are articulated defended, questioned, evaluated and revised
Students' participation	Student participating in argumentative discourse is prompted by their teacher	Teacher and students share responsibility for prompting the argument	Students spontaneously engage in argumentative discourse.

Figur 2. The dimension of the argumentation process for learning progression adopted from Berland and McNeill (2010). The darker the cells are shaded, the more complex the students' work on that characteristic.

I analysen framkom att elevernas argumentation blev mer och mer komplex genom interventionen. Dock fångade analysen utifrån Berland and McNeills (2010) modell inte om gruppens argumentation på något sätt reflekterades i elevernas individuella argument.

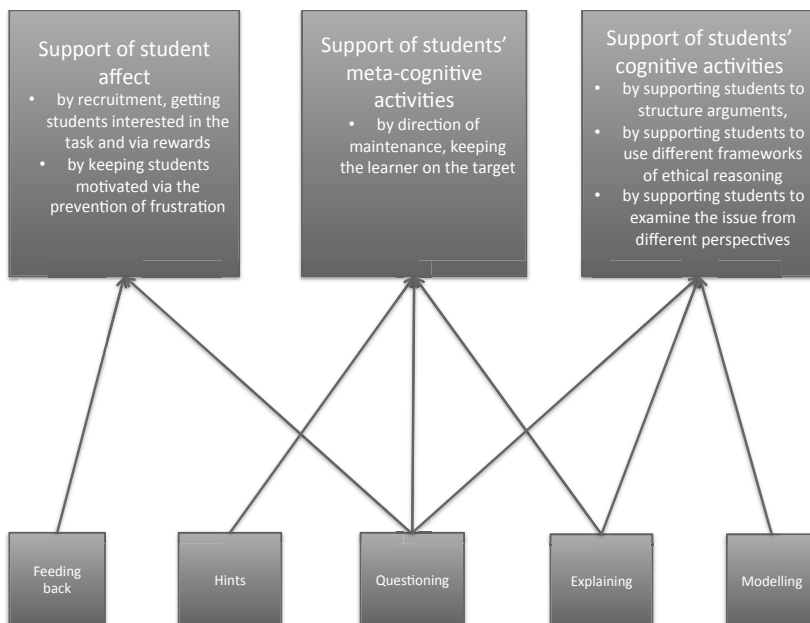
Fjärde cykeln: Gruppdiskussioners betydelse för individuella argument

Jag satte därför elevernas argument före och ett halvår efter gruppdiskussionerna bredvid varandra och undersökte om eventuella skillnader kunde relateras till innehållet i gruppdiskussionerna. En detaljerad beskrivning av dessa analyser finns i Artikel två. Resultatet blev att eleverna påbörjade sina argument under tiden de förberedde sig för gruppdiskussionerna och att de sedan kunde lägga till naturvetenskaplig kunskap eller etiska aspekter som de konstruerat under gruppdiskussionen, men det fanns också exempel på en elev som helt bytte ståndpunkt. Både förberedelserna inför gruppdiskussionerna och själva gruppdiskussionerna ser därför ut att ha haft stor betydelse för elevernas argument. Dock avslöjade denna analys inte vad i gruppdiskussionen som gjorde att eleverna internaliserade de naturvetenskapliga begreppen och de etiska övervägandena.

Femte cykeln: Elevers stöttning av varandra

Jag hade tidigare gått en kurs i interaktionsanalys och noggrant transkriberat delar av elevernas diskussioner. Vid transkriptionen blev jag överraskad över alla de små uppmuntrande kommentarerna som eleverna gav varandra i diskussionerna och med vilken finkänslighet de stöttade varandra. Dock var det först när Phil Scott, under en teorikurs i naturvetenskaplig undervisning i Trondheim, på nytt introducerade mig för begreppet ‘scaffolding’ som jag fann ett verktyg för att beskriva dessa interaktioner. Jag prövade analysverktyget som Van de Pol, Volman och Beishuizen (2010) utarbetat för att beskriva ‘scaffolding’ mellan vuxna och barn och fann att delar av verktyget var användbart också för att beskriva jämlik ‘scaffolding’ mellan elever. Analysverktyget hjälpte mig att se *hur elever kan stötta varandra* känslomässigt, metakognitivt och kognitivt, där kognitionen i min studie var att eleverna strukturerade sina argument, använde olika ramverk för etiska resonemang samt undersökte frågorna ur olika perspektiv. När eleverna stöttade varandra skedde detta genom olika verktyg som att de gav ‘feed back’, tips, förklaringar, förevisningar samt genom att de ifrågasatte varandras påståenden. Dock visade en första översiktlig analys att eleverna använde speciella verktyg för att stötta de olika aktiviteterna. Det framkom också att eleverna inte använde instruktioner för att stötta varandra, en form av

stöttning som finns beskriven i modellen från Van de Pol m.fl., men som ser ut att vara en aktivitet förbehållen vuxna som stöttar barn. Jag modifierade därför modellen (Figur 3) och använde den sedan för att analysera en grupps diskussioner. De verktygen eleverna använde för att stötta kognition överensstämmer med Mercers (1995) beskrivning av utforskande samtal, men det modellen från Van de Pol m.fl. (2010) tillför är hur eleverna också kan stötta metakognition och känslor. En detaljerad beskrivning av analysen finns i Artikel tre.



Figur 3. Framework for Analysis of Scaffolding Strategies adopted from van de Pol et al. (2010).

Genom att använda de olika analysverktygen från Mercer (1995), Berland och McNeill (2010) och van de Pol m.fl. (2010) skapades möjlighet för mig att se elevernas interaktioner ur olika perspektiv. Samtidigt upptäckte jag att verktygen hade en gemensam nämnare, betydelsen av att eleverna ställer frågor eller ifrågasätter varandras påståenden.

Sjätte cykeln: Frågans betydelse för elevers förståelse av naturvetenskapliga begrepp

Jag studerade därför *frågans betydelse* mer ingående genom att använda begreppet reaktualisering, som introducerats av Rudsberg, Öhman och Östman (2013). Detta begrepp hjälpte mig att fånga hur eleverna i gruppdiskussionerna ökade sin förståelse för de naturvetenskapliga begreppen genom att ställa frågor. Rudsberg m.fl. förklarar att när en lärare eller kamrat initierar ett problem, genom att ställa en fråga, skapas ett gap som eleverna försöker att fylla. Genom att relatera till tidigare naturvetenskapliga kunskaper eller etiska aspekter kan eleverna fylla gapet. Som en följd av kontinuiteten till tidigare erfarenhet och utveckling av förståelsen i diskussionen skapas ny mening. Att fylla gapet kan betraktas som ett sätt att öka förståelsen. När man argumenterar sker således ett lärande både genom den kunskap eleverna internaliserat tidigare och genom den sociala interaktionen som elever befinner sig i tillsammans med andra. I denna process förfinas, förändras eller utvecklas tidigare erfarenheter till att bli ett mer nyanserat och komplext sätt att argumentera i relation till ett speciellt problem. För min analys följde jag några elevers individuella argument före gruppdiskussionen, i gruppdiskussion, direkt efter gruppdiskussionen och vid något tillfälle efter gruppdiskussionerna. Resultatet visade att eleverna ökade sin förståelse för de naturvetenskapliga begrepp som frågorna bygger på och att denna ökade förståelse i sin tur påverkade om eleverna var för eller emot den fråga de diskuterat. En detaljerad beskrivning av denna analys finns i Artikel fyra.

Sammanfattningsvis har jag kunnat analysera elevernas argumentation från olika håll och på olika djup genom data från elevernas individuellt skrivna argument från olika tillfällen i samma frågor eller i andra frågor inom samma område. Dessutom har jag kunnat fånga elevernas interaktioner genom de videoinspelningar eleverna själva gjort.

Sammanfattning av analysinstrument

Som beskrivits ovan testas i denna avhandling flera olika analysverktyg som kan relateras till min socialkonstruktivistiska kunskapssyn. Verktynge n överlappar till viss del, men avsikten har varit att belysa resultaten från olika perspektiv och med hjälp av verktyg som varit speciellt anpassade till det som skulle undersökas, som framgår av Tabell 3.

Tabell 3. Beskrivning av avhandlingens olika analysinstrument.

Analysverktyg	Vad som analyseras	Artikel
Indikatorer för progression i etiskt resonemang omarbetade utifrån Jones m.fl. (2007)	<i>Skillnaden på elevernas etiska resonemang före och efter gruppdiskussionerna.</i>	1
Mercers (1995) kategorier för tal	<i>Karaktären av de olika gruppdiskussionerna där analysenheten är en hel sekvens av tal.</i>	1
Progression i argumentation av Berland and McNeill (2010)	<i>Elevernas argumentationsprocess under återkommande diskussioner där analysenheten är ett uttalande.</i>	2
Scaffolding-strategier av Van de Pol, Volman och Beishuizen (2010)	<i>Hur elever kan stötta varandra kognitivt, metakognitivt och känslomässigt</i>	3
Rudsberg, Öhman och Östmans (2013) beskrivning av reaktualisering	<i>Frågans betydelse för elevernas progression i etiskt resonemang.</i>	4

Jag har dessutom noggrant gått igenom loggboken och antecknat alla dilemman jag funnit under studien. Dessa dilemman har sedan kategoriserats för att upptäcka vad som varit de mest frekventa och mest kritiska situationerna med att vara lärare-forskare i sin egen klass. Resultatet av denna analys finns i diskussionskapitlet. Loggboksanteckningarna bidrar dessutom till att stärka studiens trovärdighet.

Studiens trovärdighet

Trots att aktionsforskning sker genom samma systematiska dokumentation, datainsamling och analys som annan kvalitativ forskning, kan man inte bortse ifrån att en lärares analyser samtidigt är influerade av lärarens egna intentioner och tolkningar (Cochran-Smith & Lytle, 2009). En aktionsforskningsstudie bör därför bedömas och kritiskt diskuteras utifrån trovärdighet av *resultat* och *process* och utifrån *demokratisk*, *katalytisk* och *dialogisk* trovärdighet (Anderson m.fl., 2007).

Resultat-trovärdighet nås om forskningsprojektet lyckats. Här är den naturliga frågan, för vem det är lyckat. I föreliggande studie har jag varit både lärare och forskare, vilket gett mig möjlighet att kontrollera och slutföra både interventionen och forskningen på interventionen. Som tidigare nämnts, med

referens till Ottander och Ekborg, (2012) kan just genomförandet av en studie vara svårkontrollerat, om man lämnar över detta till en annan lärare. Om genomförandet inte skett som det var tänkt påverkar detta naturligtvis analysprocessen. Jag har gjort en så transparent beskrivning som det varit möjligt av både interventionen och analysprocessen och hoppas därför att läsaren kan följa mina processer.

Process-trovärdighet relateras till om studien är genomförd genom reflektiva cykler och om det finns chans till fortsatt lärande, men också utifrån om många röster hörts och om triangulering av data skett. I föreliggande studie har jag, som tidigare nämnts, genomfört många små cykler, då varje SSI kan betraktas som en liten cykel. Sedan kan hela interventionen betraktas som en stor cykel som efter revidering bör prövas på nya elever, vilket jag också gjort. Dock har de reviderade cyklerna inte dokumenterats på samma noggranna sätt som den cykel som finns beskriven i denna avhandling.

Data har valts ut för att representera så många elever som möjligt och data har samlats in från elevers individuellt skrivna argument, från elevers muntliga argumentation i gruppdiskussioner och från elevernas utvärdering av sitt eget lärande.

Demokratisk trovärdighet kan återopas om forskningen är gjord ur olika perspektiv och med många röster. I föreliggande avhandling har elevernas egna röster fått stort utrymme genom alla de utdrag ur elevernas gruppdiskussioner och skrivna texter som finns presenterade. Uttagen är valda för att i första hand illustrera resultaten, men också med avsikt att visa fram uttalanden från så många elever som möjligt.

Som beskrivits i tidigare avsnitt har data analyserats med hjälp av olika analysinstrument som kunnat analysera både processer och produkter av elevernas argumentation. Eleverna har dessutom varit delaktiga i att utvärdera sin egen progression under interventionen och de har själva ägt inspelningen av gruppdiskussionerna.

Katalytisk trovärdighet är förknippad med den transformativa potentialen i aktionsforskning, där loggboksskrivande är viktigt för att kunna upptäcka om förändring skett. I föreliggande studie visar min beskrivning av undervisningens upplägg hur jag som lärare-forskare förändrar min undervisning, men studien har inte fokuserat på min förändring. Jag har inte

ställt någon specifik forskningsfråga om min egen förändring och jag har därför inom ramen för denna avhandling inte heller gjort någon mer ingående analys av den förändring som finns beskriven i min loggbok.

Dialogisk trovärdighet betyder att arbetets kvalitet granskas av kritiska vänner och kollegor. Jag har haft förmånen att ha kritiska vänner inom både aktionsforskning och ämnesdidaktik. Delar av studien har diskuterats på lokala konferenser inom CUL:s forskarskola, (Stenungsund 2009; Vann 2010) och på en konferens inom nordisk naturvetenskaplig undervisning (Reykjavik 2013). Dessutom har delar av studien granskats och accepterats för presentation på stora internationella konferenser inom ämnesdidaktik:

- Posterpresentation ERIDOB 13-17 juli 2010 Braga Portugal: Students' argumentation in Biotechnology Issues: An Action Research Study in Lower Secondary School
- Muntlig presentation AARE 28 november - 2 december 2010 Melbourne Australien: Making a difference: Teaching biotechnology through argumentation. An action research study in lower secondary school
- Posterpresentation NARST 25-28 mars 2012 Indianapolis USA: Students' Learning from Deliberative Communication in Socio-scientific Issues
- Posterpresentation ERIDOB 30 juni- 4 juli 2014 Haifa Israel: Progression in Ethical Reasoning when Addressing Socio-scientific Issues in Biotechnology

Föreliggande studie kan därmed visa trovärdighet i flertalet av ovanstående kriterier, men syftet med denna studie, liksom många andra aktionsforskningsstudier, är inte att göra generaliseringar. Det finns dock likheter mellan olika kontexter med avseende på ett specifikt innehåll och den forskning som engagerar lärare-forskare i en praktik kan därför delas med andra lärare och i förlängningen resultera i en mer reflekterande praktik (Elliot, 2009; McNiff & Whitehead, 2009). Elliot (2009) förtydligar att även om aktionsforskning i första hand fokuserar det specifika med avsikt att

förbättra praktiken, finns det dock inga situationer som är unika i varje aspekt varför Noffkes (2009) beskrivning av den personliga, den professionella och den politiska dimensionen är relevant. Den personliga dimensionen innefattar hur läraren utvecklas och får bättre förståelse för sina antaganden om undervisning, lärande och sin praktik. När aktionsforskaren redovisar orsaken till en förbättrad praktik bidrar detta till kunskapstillväxt och kan relateras till den professionella dimensionen. Om arbetet offentliggörs och öppnar upp för kritik i ett större sammanhang skulle det kunna leda till en politisk dimension.

I föreliggande studie kan den personliga dimensionen exemplifieras av att jag nu ger mina elever många fler tillfällen att öva på att forma argument utifrån naturvetenskaplig data och etiska överväganden. Dessutom litar jag på elevernas kapacitet att stötta varandra, inte bara inom argumentation i bioteknik, utan också generellt. Den professionella dimensionen kan exemplifieras av att jag, tack vare resultaten i min forskning, kunnat inspirera nära kollegor att förändra sin undervisning och som NT-utvecklare (Skolverkets naturvetenskap och tekniksatsning) i stadsdelen kommer att inspirera fler. Även om delar av mitt arbete offentliggjorts genom konferensbidrag och en publicerad artikel är det först då hela avhandlingen publicerats som den kan få en politisk dimension.

Sammanfattning av resultaten från de fyra artiklarna

Det övergripande syftet med min forskning är att undersöka hur en undervisning som baseras på gruppdiskussioner om olika SSIs i bioteknik kan bidra till elevernas lärande. I avhandlingen ingår fyra artiklar som vardera besvarar olika forskningsfrågor. Artiklarna syftar till att undersöka:

1. Vad som är progression i elevernas etiska resonemang
2. Vilken betydelse gruppdiskussionerna har för elevernas individuella argument
3. Vilka strategier eleverna använder för att stötta varandra
4. Frågans betydelse för att eleverna kan integrera naturvetenskaplig kunskap i sina argument.

Artikel 1: Progression i etiskt resonemang när elever diskuterar samhällsfrågor med ett biotekniskt innehåll

I Artikel ett analyserades först samtliga elevers skriftliga argument om kloning och 'design av barn' före och efter gruppdiskussionerna. Därefter analyserades samtliga gruppernas videoinspelningar av diskussionerna om stamceller, den diskussion som också innefattade frågorna om kloning och 'design av barn'. I analysen framkom att många elever hade avancerat i sitt etiska resonemang, efter interventionen, genom att de började se kloning och 'design av barn' ur ett längre tidsperspektiv och för samhällets bästa, istället för att se frågorna i nuet och utifrån egna perspektiv. Inom definitionen för etiskt resonemang rymdes också att eleverna gick från att använda vardagsspråk till att använda naturvetenskapliga begrepp i sina argument. Dessutom började de flesta elever att närma sig frågorna ur fler perspektiv genom att inte bara se till konsekvenserna utan genom att också värdera vad som är rätt och fel och genom att värdera vem som skall ha rätt till användning av ny teknik.

I analysen framkom dessutom att huvuddelen av de elever som avancerade i tre till fyra indikatorer kom från grupper där eleverna kritiskt och

konstruktivt utmanade varandras perspektiv och tänkande. I gruppen där eleverna byggde på varandras argument och i gruppen där en elev ställde ledande frågor, som de andra eleverna besvarade, var det inte lika många elever som avancerade i flera indikatorer (Tabell 4).

Tabell 4. Beskrivning av Artikel 1.

Titel	Progression i etiskt resonemang när elever diskuterar samhällsfrågor med ett biotekniskt innehåll
Forskningsfrågor	<p>Vad utgör empiriskt bevis för progression i elevers etiska resonemang när de diskuterar kloning och 'designade barn'?</p> <p>Vilket förhållande finns mellan elevers gruppdiskussioner och elevers progression i etiska resonemang?</p>
Urval	17 av klassens 20 elever
Beskrivning av urval	De elever i klassen som var närvarande när data samlades in och som svarade på de frågor som analyseras.
Data	<p>Elevernas individuellt skrivna argument om kloning och 'design av barn' före och efter perioden av gruppdiskussioner.</p> <p>Elevernas gruppdiskussion kring dessa frågor.</p>
Analysverktyg	<p>Elevernas individuellt skrivna argument analyserades med hjälp av indikatorer för progression i etiskt resonemang som omarbetats utifrån de indikatorer som Jones m.fl. (2007) beskrivit.</p> <p>Elevernas naturliga gruppdiskussioner analyserades med hjälp av Mercers (1995) kategorier.</p>
Analysenhet	<p>En mening eller ibland två meningar för tre av indikatorerna för progression i etiskt resonemang och en sekvens av uttalande för den fjärde indikatorn</p> <p>En hel sekvens av tal för Mercers kategorier</p>
Resultat	<p>Eleverna tycks gå från att använda vardagsspråk till att använda naturvetenskapliga begrepp i sina argument. De utvecklar sina resonemang från att tänka på effekten av kloning och 'designade barn' enbart i nutid till att också tänka på effekterna i framtiden. Dessutom börjar eleverna närma sig frågorna genom att inte bara se till konsekvenserna, utan också genom att se frågorna ur perspektivet om vem som har rätt till kloning och vad som egentligen är rätt och fel.</p> <p>Elevernas progression i etiskt resonemang kan relateras till karaktären av gruppdiskussionerna. I grupper som kritiskt och konstruktivt argumenterade och utmanade varandras påståenden var det fler elever som gjorde framsteg i sitt etiska resonemang än i gruppen där eleverna mestadels byggde på varandras uttalanden.</p>

Artikel 2: Gruppdiskussionernas betydelse för elevernas argument när de diskuterar samhällsfrågor med ett biotekniskt innehåll

I Artikel två analyserades gruppdiskussionerna mer detaljerat.

Inledningsvis analyserades samtliga gruppers diskussioner och då visade det sig att eleverna i tre av de fyra grupperna fokuserade på olika aspekter av etiskt resonemang för de olika frågorna. När de diskuterade ett generellt DNA-register fokuserade eleverna på frågan om vem som skall ha rätt till ny teknik, när de diskuterade GMO fokuserade de på framtida konsekvenser och när eleverna diskuterade stamcellsforskning fokuserade de på det naturvetenskapliga innehållet.

Därefter analyserades enbart diskussionerna i den grupp där eleverna byggde på varandras uttalande. I denna analys framkom att gruppen utvecklades i sitt sätt att argumentera genom de återkommande diskussionerna. Eleverna gick från att mestadels ifrågasätta argument till att också utvärdera och omvärdera sina egna och andras argument. Genom att analysera tre av de fem elevernas skriftliga argument före och ett halvår efter gruppdiskussionerna kunde jag konstatera att gruppdiskussionerna gav eleverna förutsättningar att fläta ihop naturvetenskaplig kunskap med etiska resonemang i sina individuella argument. Resultatet kan styrkas av många fler exempel från elever i de andra grupperna (Tabell 5).

Tabell 5. Beskrivning av Artikel 2.

Titel	Gruppdiskussionernas betydelse för elevernas argument när de diskuterar samhällsfrågor med ett biotekniskt innehåll
Forskningsfrågor	Vilken typ av progression i argumentation sker under återkommande diskussioner? Hur reflekteras den gemensamma argumentationen i elevernas individuella argument ett halvår efter gruppdiskussionerna?
Urval	Först hela klassen bestående av 20 elever. Därefter grupp nr 3 bestående av fem elever. Sist tre av de fem eleverna.
Beskrivning av urval	Elever som byggde på varandras argument. (Cumulativa gruppen) De elever som varit i gruppen genom hela interventionen
Data	Elevernas egna videoinspelningar från diskussionen om DNA-register, GMO och stamceller. Tre elevers individuellt skrivna argument före samt självutvärdering och argument efter gruppdiskussionerna.
Analysverktyg	Berland and McNeills (2010) modell för progression i lärande.
Analysenhet	En hel sekvens av tal för processen (argumentationen), och en sekvens av argument för produkten (argumenten).
Resultat	Resultaten tyder på att eleverna i de återkommande gruppdiskussionerna avancerar i sin argumentation genom att de försvarar, ifrågasätter, utvärderar eller omprövar varandras påståenden. Eleverna tycks fokusera på olika aspekter i relation till de olika frågorna. När eleverna diskuterar ett generellt DNA-register fokuserar de på vem som ska vara med i ett register och vem som ska ha tillgång till det redan befintliga PKU-registret. När de diskuterar GMO fokuserar de på konsekvenser över tid och när de diskuterar frågor i samband med stamceller fokuserar de på kunskapsinnehållet. Eleverna formulerar sina inledande argument redan under sina förberedelser för gruppdiskussionerna. Genom gruppdiskussionerna utvecklar de sina argument och hjälper varandra att lägga till etiska överväganden eller kunskapsinnehåll till argumenten eller hjälper varandra att omvärdera givna argument.

Artikel 3: Finkänslighet i elevers stöttning av varandra när de diskuterar samhällsfrågor med ett biotekniskt innehåll.

I Artikel tre analyseras *hur* eleverna stöttade varandra att utveckla sina argument.

Underlaget för denna analys var en grupps videoinspelning av diskussionen kring ett generellt DNA-register, men samma typ av stöttning återfinns också i

andra grupper. Resultatet visade att eleverna stöttade varandra känslomässigt, metakognitivt och kognitivt genom att ge 'feed back' och tips, genom att förklara och förevisa och framför allt genom att ställa frågor. Dock verkade eleverna aldrig instruerade varandra, en typ av stöttning som ser ut att vara förbehållen vuxna som stöttar barn.

Eleverna kunde ställa direkta frågor med koppling till ungdomars liv på ett sätt som skulle vara svårt för en vuxen att göra. Resultatet av denna finkänsliga stöttning blev att eleverna började använda naturvetenskaplig kunskap som data i sina argument, de värderade vad som är rätt och fel och vem som skall ha rätt till ny teknik. Dessutom började eleverna se frågorna ur fler perspektiv och började beskriva under vilka förutsättningar deras argument gällde (Tabell 6).

Tabell 6. Beskrivning av Artikel 3.

Titel	Finkänslighet i elevers stöttning av varandra när de diskuterar samhällsfrågor med ett biotekniskt innehåll.
Forskningsfrågor	<p>Vilken typ av stöd kan kamrater ge varandra när de diskuterar en SSI - här ett universellt DNA-register - i grupp?</p> <p>Hur påverkar detta kamratstöd elevernas argument?</p>
Urval	Grupp 1 bestående av 5 elever
Beskrivning av urval	Den grupp som överraskade mig mest genom att alla elever var engagerade i en mycket intensiv diskussion.
Data	Elevernas egen videoinspelning av diskussionen om ett generellt DNA-register
Analysverktyg	Ramverket för analys av olika 'scaffolding'-strategier som beskrivits av Van de Pol m.fl. (2010).
Analysenhet	Ett yttrande
Resultat	<p>Resultatet indikerar att begreppet 'scaffolding' är relevant för att analysera elevers dialogiska argumentation och för att förstå interaktionerna i en grupp där ingen av eleverna ser ut att vara mer kunnig än de andra. Denna studie visar att eleverna tillsammans och med finkänslighet kan stötta varandra till mer reflekterade argument. Eleverna stöttar varandra såväl känslomässigt som metakognitivt och kognitivt genom olika handlingar som att ge feedback, tips, förklaring, demonstration eller genom att ställa frågor.</p> <p>Resultatet blir att eleverna börjar strukturera sina egna argument genom att relatera till naturvetenskaplig kunskap och genom att ange de förutsättningar som gäller för deras argument. Dessutom börjar eleverna se alternativa perspektiv och inse att det finns utmaningar till deras egna ställningstaganden. Eleverna reflekterar över både sociala och naturvetenskapliga aspekter av frågorna, de beskriver vilka konsekvenserna kan bli, men också vad som var rätt och fel och vem som ska ha rätt till ett register.</p>

Artikel 4: Elevers reaktualisering av naturvetenskapliga begrepp när de diskuterar samhällsfrågor med ett biotekniskt innehåll.

I Artikel fyra analyserades *vad* som händer när eleverna ställer utforskande frågor till varandra. För att sluta cirkeln från Artikel ett analyserades situationer då eleverna diskuterade innebörden av naturvetenskapliga begrepp.

Underlaget för denna analys var inspelningar från två olika gruppers diskussioner samt elevernas individuellt skrivna argument inför och efter diskussionerna.

SAMMANFATTNING AV RESULTATEN

Resultaten visade att eleverna, med hjälp av de utforskande frågorna, reaktualiserade naturvetenskaplig kunskap som de lärt i sina förberedelser inför gruppdiskussionerna eller från situationer utanför skolan. Denna kunskap hjälpte eleverna att utveckla sin förståelse för vad som analyseras i ett DNA-register, vad som kan åstadkommas genom vanlig djurförädling och vilka fördelar och nackdelar som kan finnas med det gyllene riset. Elevernas ökade förståelse skapade på så sätt en bättre förutsättning för eleverna att kunna ta ställning för eller emot DNA-register, djurförädling och GMO. (Tabell 7).

Tabell 7. Beskrivning av Artikel 4.

Titel	Elevers reaktualisering av naturvetenskapliga begrepp när de diskuterar samhällsfrågor med biotekniskt innehåll.
Forskningsfrågor	Hur använder elever naturvetenskapliga begrepp före och direkt efter sina gruppdiskussioner om SSIs relaterade till bioteknik? Hur reaktualiserar eleverna naturvetenskaplig kunskap i dessa gruppdiskussioner och vilken betydelse får denna kunskap för elevernas argument för eller emot frågan?
Urval	Grupp 1 och 3
Beskrivning av urval	Grupper som diskuterar betydelsen av naturvetenskapliga begrepp i frågorna om DNA-register och GMO.
Data	Elevernas individuellt skrivna argument inför samt reflektioner och skrivna argument efter gruppdiskussionerna. Elevernas egna inspelningar av gruppdiskussionerna
Analysverktyg	Begreppet reaktualisering som beskrivits av Rudsberg, Öhman och Östman (2013).
Analysenhet	En hel sekvens av tal
Resultat	Resultaten indikerar att eleverna i gruppdiskussionerna reaktualiserar naturvetenskaplig kunskap, som de träffat på tidigare, och konstruerar ny förståelsen för de naturvetenskapliga begrepp som frågorna bygger på. Elevernas förberedelser ser ut att ha haft stor betydelse för deras möjlighet att reaktualisera kunskap. Denna kunskap får sedan betydelse för <i>hur</i> eleverna använder begreppen i sina individuella argument och om eleverna tar ställning för eller emot frågorna.

Sammantaget visar resultaten att eleverna, genom att diskutera olika SSIs med sina kamrater, kan förbättra sitt etiska resonemang. Förutsättningarna ser dock ut att vara att eleverna får möjlighet att forma sina individuella argument före diskussionerna med kamraterna. I utvärderingen av sin egen utveckling skriver Fanny:

NATURVETENSKAP MÖTER ETIK

Jag tycker jag har utvecklats inom no i allmänhet, i bioteknikens kapitel och framför allt i min argumentation! Jag förstår saker bättre och kan argumentera för min sak.

Slutsatser, diskussion och implikationer

De resultat som presenteras i föreliggande studie ser ut att skilja sig från resultaten i många tidigare studier om elevers argument i SSI, där eleverna inte haft tid att förbereda sina argument. Istället för att enbart svara med intuitiva eller emotionella argument (bl.a. Dawson & Venville, 2010; Sadler & Zeidler 2004) visar eleverna i min studie hur de stöttar varandra att använda både etiska och naturvetenskapliga argument (Artikel 1 & 3).

Resultaten i Artikel fyra påminner om de resultat som framkom i studien av Dori m.fl. (2003) där de kunde konstatera att elever, som fick diskutera kontroversiella biotekniska fallstudier, fick en ökad förmåga att använda tidigare kunskap och naturvetenskapliga principer i nya situationer. Dessutom ökade eleverna i studien av Dori m.fl. sin förmåga att ställa frågor och att ge naturvetenskapligt grundade argument, vilket också eleverna i föreliggande studie gjorde (Artikel 1-4). Dori m.fl., precis som jag själv, kunde dessutom konstatera att skillnaden mellan de elever som presterade på hög och låg nivå minskade när eleverna fick hantera kontroversiella biotekniska frågor och fler elever refererade till korrekt specifik biologisk kunskap (Artikel 3). Dock har Dori m.fl. inte analyserat *hur* eleverna fick denna ökade förmåga.

Det är inte många studier som har analyserat *hur* elevernas gruppdiskussioner påverkat elevernas argument. Ett exempel är studien av Evagorou och Osborne (2012), en studie som bygger på två speciellt utvalda par som diskuterar en speciell fråga, utan att eleverna förberett sina individuella argument.

Det min studie bidrar med är att visa hur elever i en naturligt sammansatt klass, genom att de fått tid och hjälp att förbereda sig, kommer till gruppdiskussionerna med sina initiala argument. Genom de återkommande diskussionerna sker en progression i strukturen av elevernas argumentation genom att de inte bara försvarar, utvärderar och ifrågasätter varandras argument, utan att de också reviderar sina egna argument. Resultatet blir att eleverna har möjlighet att integrera argument från gruppdiskussionen i sina individuella argument också ett halvår efter gruppdiskussionen (Artikel 2).

Föreliggande studie bidrar också med att visa hur eleverna på ett mycket finkänsligt sätt kan stötta varandra att göra mer reflekterade argument (Artikel 3). Eleverna stöttar varandra känslomässigt, metakognitivt och kognitivt genom att ge 'feedback', ge förslag, genom att förklara och förevisa och genom att ställa frågor till varandra. Resultatet blir att eleverna börjar strukturera sina argument genom att referera till naturvetenskaplig fakta och genom att förklara under vilka förutsättningar deras påstående gäller. Detta resultat skiljer sig väsentligt från det resultat som Gustafsson (2010) visar fram i sin studie om gymnasieelevers gruppdiskussioner om hållbar utveckling. Gustafssons kunskapsbidrag är att enskilda elever har positiva erfarenheter av att samtala i grupp om det hon benämner sociovetenskapliga frågor, men också att elever har svårigheter att utmana varandras uppfattningar och uttalanden. Gustafsson ser detta som en bekräftelse på att läraren har stor betydelse för kvaliteten på samtalen och därför bör vara med i elevernas diskussioner. Gustafsson baserar sin studie på elevintervjuer, men skriver själv att det är svårt att fånga en tankeutvecklande process i en intervju. Hon har därför förstärkt sin analys med elevernas skrivna tankar innan gruppdiskussionerna.

Det min studie bidrar med är att eleverna själva spelat in sina diskussioner och därmed har jag kunnat fånga elevernas tankeutvecklande process precis när den sker och därför kan jag, i motsats till Gustafsson, rekommendera gruppdiskussioner utan att läraren är med. Min studie visar att eleverna inte bara stöttar varandra att strukturera sina argument, de hjälper varandra också att reaktualisera innebörden av naturvetenskapliga begrepp (Artikel 4). Resultatet blir att eleverna kan få en utökad förståelse för innebörden av de naturvetenskapliga begreppen och därmed också möjlighet att omvärdera om de är för eller emot den aktuella frågan. Lovisa uttrycker det så här:

På frågan om kloning så har jag kvar lite av mina uppfattningar men ändå inte. Då var jag positiv mot det men jag tyckte att det inte var så bra i alla fall! Nu är jag negativ för jag har tänkt mer på det mer och läst om det.

Det Lovisa inte nämner, men som kan innefattas i att hon 'tänkt mer' är att hon i diskussioner med sina klasskamrater haft möjlighet att uttrycka sina egna synpunkter och blivit konfronterad med andras argument. Simonneaux (2001), precis som jag själv, har sett att sådana diskussioner gör att eleverna får en klarare bild av den fråga de diskuterar och att de därmed också är beredda att ändra sin uppfattning i frågan.

Dessutom har elevernas kunskap om kontexten och den naturvetenskap som frågan byggde på betydelse för vilket dilemma eleverna identifierar (Lewis & Leach, 2006). Som illustreras i Artikel fyra är det först när eleverna får förståelse för skillnaden mellan djurförädling och genmodifiering som de har möjlighet att ta ställning för den ena eller andra metoden.

Resultaten i förhållande till analysverktyg

Om ett argument anses ha hög kvalitet eller inte bestäms till viss del av det ramverk för analys som en forskare väljer (Sampson och Clark, 2008). Sampson och Clark beskriver vidare att Toulmins (1958) modell, som ofta används för att analysera elevers argument i SSIs, enbart fokuserar på den logiska strukturen av argumenten. Därför betonar de att detta ramverk inte säger något om exaktheten, relevansen eller om helheten i påståendet är rimlig från ett naturvetenskapligt perspektiv och därför måste detta ramverk kompletteras med andra analyser.

Sampson och Clark (2008) föreslår därför att framtida forskning istället ska innefatta en mer holistisk syn på kvaliteten i de argument eleverna ger. De hoppas att forskare ska göra en mer samstämmig bedömning av *strukturen och de ingående begreppen* i elevernas argument tillsammans med *kunskapsteori och sociala aspekter*, istället för att titta på dessa aspekter oberoende av varandra. I föreliggande studie använde jag mig av Toulmins (1958) modell för att informera eleverna om hur man kan bygga upp ett starkt argument och eleverna blev informerade om att data om möjligt skulle utgöras av naturvetenskaplig kunskap. För att kunna ge en helhetssyn på processen (elevernas argumentation) och produkten (elevernas argument) användes modellen dock inte ensam utan tillsammans med andra analysinstrument, precis som förordas av Sampson och Clark (2008) och som beskrivs i följande avsnitt.

Analys av *begreppen* i elevers argument

I denna studie skapade jag först ett analysverktyg för att undersöka elevers progression i etiskt resonemang med utgångspunkt från indikatorer som utformats av Jones m. fl. (2007). Med hjälp av analysverktyget undersöktes om eleverna, som följd av interventionen i studien, börjar använda naturvetenskapliga begrepp i sina argument och om eleverna angrep frågorna ur specifikt etiska perspektiv (Artikel 1). Denna analys gav svar på om

elevernas argument var relevanta och rimliga ur ett naturvetenskapligt perspektiv, så som Sampson och Clark (2008) efterfrågar. Dessutom fördjupades analysen i Artikel fyra genom att jag undersökte hur eleverna tillägnade sig en ökad förståelse för innebörden i de naturvetenskapliga begreppen. I denna analys användes begreppet reaktualisering som introducerats av Rudsberg m. fl. (2013).

Analys av *strukturen* av elevernas argumentation och *strukturen* av elevernas argument

För att analysera strukturen av elevernas argumentation kategoriserades elevernas diskussioner utifrån Mercers (1995) kategorier (Artikel 1). De kategoriserades utifrån om eleverna byggde på varandras argument, (cumulative talk), försökte utforska varandras argument (exploratory talk), eller tvistade med varandra (disputational talk). Dessutom formulerades en kategori som beskriver att en elev ställde ledande frågor som de andra eleverna besvarade.

I Artikel två användes istället analysverktyget för progression i lärande av Berland och McNeill (2010) för att undersöka hur strukturen av elevernas argumentation förändrades under de återkommande diskussionerna. Analysverktyget undersökte om eleverna försvarade, utvärderade eller omvärderade sina argument, strukturer som i studien visade sig få betydelse för elevernas argument.

I Artikel tre användes Toulmins (1958) modell för att beskriva hur eleverna började strukturera sina argument. För att göra en fullvärdig utvärdering av elevernas argument kompletterades dock modellen med analysverktyg som också beskrev innehållet i elevernas argument.

Tilläggs kan att eleverna fick stor nytta av att kunna strukturera ett argument, när de under kommande termin genomförde de nationella proven. Rättningsmallen till proven hade en tydlig koppling till strukturerna i Toulmins modell, vilket eleverna också uppmärksammade. När Ebba satt och tittade på de mycket tydligt framskrivna kriterierna utbrast hon: 'Men Birgitta, är det därför du gör din forskning när vi argumenterar?' Trots att eleverna informerats om syftet med undervisningen och med min forskning var det först efter att eleverna deltagit i interventionen som betygskriterierna och syftet med undervisningen blev tydligt även för dem. Som lärare-forskare förhåller jag mig dock kritisk till att Toulmins (1958) modell, helt fristående,

fått så stort genomslag som utvärderingsverktyg i de nationella proven. Lärare förväntas ge högre omdöme för kvalitetsmässigt sämre argument som utvecklats i flera led än för kvalitetsmässigt högre argument som inte utvecklats. Hur kan kvantitet i ett argument värderas högre än kvalitet?

Analys av den *sociala interaktionen* i elevers argumentation

För att undersöka den sociala interaktionen i gruppdiskussionerna användes ramverket för 'scaffolding'-strategier av Van de Pol m. fl. (2010). Detta ramverk fångar hur eleverna stöttade varandra kognitivt, metakognitivt och känslomässigt (Artikel 3) genom olika handlingar till exempel genom att ställa frågor. 'Scaffolding' är ett begrepp som kan relateras till min socialkonstruktivistiska teori om lärande och i analysen framkom också att elevernas stöttning var finkänslig. En av nyckelkomponenterna för att kunna benämna stöttningen som 'scaffolding' är just finkänslighet. Dessutom analyserades i Artikel fyra frågans betydelse utifrån begreppet reaktualisering (Rudsberg m.fl., 2013).

Genom att på detta sätt analysera *begreppen* i elevernas argument, *strukturen* av deras argument och argumentation och den *sociala interaktionen* kan mina analyser ge den helhetssyn på elevernas argument som Sampson och Clark (2008) efterlyser.

Resultaten i förhållande till att vara lärare-forskare

Som lärare-forskare hade jag möjlighet att själv välja mina forskningsfrågor och själv utforma den intervention som studien baseras på och jag har tidigare hävdat fördelarna med detta upplägg. Dock överensstämmer detta individuella arbete inte med min socialkonstruktivistiska kunskapssyn. Min intention var heller inte att designa interventionen helt på egen hand utan tillsammans med min kollega Annika, så som vi alltid brukade planera vår undervisning tillsammans. Skillnaden skulle vara att jag nu kunde tillföra nya perspektiv på vår undervisning utifrån forskningslitteratur. Tyvärr var jag inte färdig att starta studien vid den tidpunkt vi planerat och därmed försvann också möjligheten till samplanering. När jag kände mig beredd att starta studien hade min kollega fått i uppdrag att fokusera på ett matematikprojekt och

ironiskt nog stod jag för första gången helt ensam i min planering av undervisningen, just inför denna studie. Om min kollega och jag kunnat samplanera hade den intervention som studien bygger på troligtvis bjudit eleverna ytterligare möjligheter till lärande och resultatet från interventionen kunnat framstå ännu tydligare.

Som lärare-forskare var jag medveten om att mina studier skulle pågå i minst åtta år. Jag var därför noga med att välja forskningsfrågor som jag själv var genuint intresserad av. Jag försäkrade mig också om att mina frågor var relevanta och kunde ge ett bidrag till pågående forskning inom ämnesdidaktik. Följden blev att jag tackade nej till att delta i redan pågående projekt och valde, trots min socialkonstruktivistiska kunskapssyn, att genomföra en egen studie. Som CUL-doktorand är man dock aldrig ensam utan man har stöd av sina handledare, har möjlighet att söka stöd hos andra forskare och ingår också i temagrupper med andra doktorander. Trots detta stöd kvarstår det faktum att det var jag själv som valde ut vad jag ville analysera och vilka analysinstrument jag ville använda. Min roll som lärare i studien hade naturligtvis betydelse för att mina analyser fokuserade på de möjligheter interventionen skapat. Om fler forskare varit delaktiga i studien hade det troligtvis inneburit att vi valt att vinkla frågorna annorlunda och valt andra analysverktyg och därmed också kunnat visa fram andra resultat.

Dock har jag strävat efter att basera mina analyser på insamlad data och väntat med att presentera andra kunskaper om eleverna till diskussionsavsnitten. Jag har också varit noga med att låta mina doktorandkamrater, numera färdiga doktorer, syna mina analyser.

Fördelar med att vara lärare-forskare

I denna studie var undervisningen en integrerad del av forskningsdesignen. Denna design medförde bland annat att jag kunde välja elevnära frågor för gruppdiskussionerna, frågor som jag kände mig säker på skulle engagera eleverna. Osborne och Dillon (2008), precis som jag själv, ser det som väsentligt att de naturvetenskapliga ämnena knyter an till elevens vardag. Dessutom kunde jag göra väl avvägda förändringar i interventionen, när så behövdes. Designen medförde också att jag hade kontroll över hur undervisningen gick till och hur data samlades in. Svenska lärare är vana att kunna bestämma över sin egen undervisning (Ottander & Ekborg, 2012) och

därför hade det troligtvis inte varit möjligt att lämna över interventionen till någon annan.

Dessutom innebar denna design att jag hade möjlighet att samla in data från elever som förmodligen gjorde sitt allra bästa. Eleverna i vår skola förväntades flera gånger per läsår vara med på olika typer av undersökningar och min erfarenhet är att elever inte orkar engagera sig när de ska skriva för en okänd läsare. Däremot kan de lägga ner extra energi när de skriver för en känd eller som de uppfattar viktig mottagare. Att eleverna nu deltog i en forskningsstudie medförde troligtvis också att de ansträngde sig extra mycket, så som någon elev uttryckte: 'Man vill ju inte göra bort sig på filmen.'

En lärare-forskare har dessutom kunskap om elevernas agerande utanför de situationer då data samlas in. Det hade till exempel varit svårt för någon som inte kände eleverna att förstå vilken otrolig skillnad det var på Emmas agerande före och under den gruppdiskussion som presenteras i Artikel tre. Emma sa ingenting i helklass, men i gruppsamtalet om DNA-register klappade hon i händerna och uppmanade de andra eleverna i gruppen att lyssna på henne. Anledningen till att hon vågade ta ordet kan naturligtvis ha berott på att eleverna var i en liten grupp. Eftersom jag känner till elevernas bakgrund och eftersom jag i studien samlade in information om hur eleverna förberett sig, vet jag att hon var stärkt av sina förberedelser inför diskussionen.

En forskare utifrån hade troligtvis inte ätit lunch tillsammans med sina informanter. Dock var det just under en sådan informell stund som Josefine spontant berättade för mig att hon tyckte att det var så spännande med bioteknik att hon skulle vilja arbeta med det i framtiden. Roberts (2011) uppfattning om att *vision I*, som vänder sig inåt den naturvetenskapliga disciplinen, skulle ge oss en pool med naturvetare kanske inte stämmer. Kanske är det istället *vision II*, den vision som fokuserar på den typ av frågor som eleverna i denna studie fick diskutera, som inspirerar dagens ungdomar att söka sig till studier inom naturvetenskap! Dock var syftet med interventionen inte att fler elever skulle söka sig till naturvetenskaplig utbildning. Syftet var att elever, oavsett framtidsval, skulle bli intresserade av och konstruera kunskap om samhällsfrågor med ett naturvetenskapligt innehåll.

Parallellt med föreliggande studie deltog eleverna i en tävling på Universeum, Göteborgs science center, där temat var 'Framtidens stad'. När eleverna skulle planera och diskutera sin insats i tävlingen var det inte längre

några få utvalda elever som fick ordet, utan eleverna slogs om ordet! När de senare skulle presentera sitt projekt bestämde de sig för att presentera argumenten *för* sin idé muntligt. Dock tog de också fram alla argument som skulle kunna ställas *emot* deras projekt och tänkte ut hur de skulle kunna bemöta dessa argument. Argumenten mot projektet och bemötandet av dessa skrev de sedan på en plansch som de satte upp på en väl synlig skärm under sin presentation.

Även om själva tävlingsmomentet ofta inverkar på elevers engagemang var detta inte elevernas första tävling, varför jag vågar påstå att deras engagemang och vilja att argumentera med stor sannolikhet kan relateras till interventionen. Efter interventionen gick vi vidare med andra naturvetenskapliga studier, utan att lägga lika stort fokus på argumentation, men med ett helt annat klassrumsklimat. Efter interventionen krävde eleverna att kamrater och jag som lärare motiverade våra ställningstaganden, oavsett vilket område påståendet gällde. I följande utdrag från den sista gruppdiskussionen illustrerar Philip hur det kunde låta:

Philip: Om de kan sköta om ett barn till tycker jag det är helt okej

/.../

Viktor: Tycker jag med faktiskt

Philip: Varför? Utveckla ditt svar!

Dilemman med att vara lärare-forskare

Som lärare-forskare önskade jag samla in data i en så naturlig miljö som möjligt, därför informerades inte någon annan på skolan om exakta tillfällen för datainsamling. Detta medförde då också att andra lärare inte tog speciell hänsyn till mina lektioner, utan eleverna kom för sent upprepade gånger på grund utav att läraren, som haft lektionen före, inte avslutade sin lektion enligt schemat. Dawson (2011) förespråkar att forskare ska visa fram hur stökig den verkliga klassrumsforskningen kan vara och detta var den faktiska situationen på vår skola det år då studien genomfördes. Dessutom lades studiebesök, andra undersökningar där eleverna skulle ge individuellt skrivna svar och olika typer av gymnasieinformation där jag skulle haft mina lektioner. Eftersom det var elevernas grupp-timmar som försvann innebar det att eleverna inte fick utföra de laborationer som var inplanerade i samband med biotekniken. De fick aldrig chans att köra en gel i verkligheten och de fick aldrig chans att

genomföra en laboration om jästcellen. De noggranna loggboksanteckningarna skapade dock underlag för mig att ifrågasätta hur vi egentligen hanterade den garanterade undervisningstiden på vår skola, en helt oplanerad förtjänst av att föra loggbok.

Under tiden som data samlades in uppkom också ett etiskt dilemma. Vi lärare upptäckte att elever i åk 9 körde alldeles för fort på trimmade mopeder och att de körde på vägar där mopeder inte får framföras. Som forskare, mitt i ett projekt, hade jag önskat slippa agera. Som elevernas klassföreståndare var jag dock tvungen att skicka ett mail för att upplysa elevernas föräldrar. Som lärare-forskare är lärarrollen viktigast (Zeni, 2009), men de elever som kört trimmade mopeder tyckte naturligtvis att jag svikit deras förtroende, vilket troligtvis påverkade deras fortsatta engagemang i studien.

Vid analysen av insamlad data upplevde jag det många varnat mig för. Jag blev så överväldigad över vad jag såg att jag inte kunde distansera mig (Walford, 2001), utan jag ville beskriva allt. Åren har gått och med den har distansen kommit. Dock, med distansen försvinner också nyanser och kanske finns det också en tid då distansen blivit för stor.

Mest problematiskt har det varit att veta vad som måste förmedlas till en läsare. Var går gränsen mellan att drabbas av berättarlust och att utelämnas viktig information? Skulle jag till exempel berätta att jag i min loggbok funderade mycket över varför flera grupper tog upp fallet Anna Lind när de skulle diskutera ett DNA-register? Skulle jag berätta att det inte var jag som lett in eleverna på dessa tankar och att jag antog att eleverna hittat informationen om Anna Lind när de sökte på DNA-register på Internet, eftersom en av eleverna i filmen nämner att han läst om Anna Lind.

Didaktiska implikationer

Osborne och Dillon (2008) hävdar att de flesta elever utvecklar sitt intresse för och attityder mot skolans naturvetenskap innan de fyllt 14 år. De poängterar därför att vi måste investera mer kraft för att försäkra oss om att kvaliteten av den naturvetenskapliga undervisningen för elever, före denna ålder, har hög standard, men att den också är varierad och stimulerande. Detta medför att vi måste undervisa om de delar av naturvetenskapen som har potential att väcka ungdomars intresse.

Som ett led i att höja standarden på min egen undervisning och för att göra den intressantare genomförde jag den intervention som finns beskriven i

denna studie. Lektionsupplägget i studien skiljde sig väsentligt från hur jag tidigare lagt upp min undervisning och eleverna uttryckte direkt i diskussionerna, men också i utvärderingen efter interventionen, att detta var ett roligt sätt att lära. Ebba får representera det många elever uttryckte i sina utvärderingar:

Jag tycker att det är roligt, om det är kul blir det lättare att ta till sig kunskapen. Det är bra att höra hur andra tänker kring saker och ting, även om man inte ändrar sin egen åsikt. Det är inte bara NO-kunskaper vi får, vi får även lära oss att lyssna mycket på varandra, lära oss av varandra och mycket mer. Ett jättebra sätt att lära sig mycket på.

Resultaten i studien visar hur eleverna, under interventionen, lär sig naturvetenskaplig kunskap, fördjupar sin förståelse för naturvetenskapliga begrepp, utvecklar sitt etiska resonemang och lär sig att strukturera sina argument. Resultaten visar också att eleverna har förmåga att stötta varandra i detta lärande. Dock bör några av interventionens olika lager beaktas.

De frågor som eleverna fick diskutera hade potential att väcka elevernas intresse, då frågorna också diskuteras i samhället utanför skolan. Frågorna kunde aktualiseras genom en science fiction film, genom att det naturvetenskapliga innehållet varit föremål för utdelning av Nobelpris och genom att de dilemman som frågorna skapar rapporterades i media. Dessutom kunde en av frågorna kopplas direkt till elevernas hemmiljö.

Även om eleverna uttryckte att det var inspirerande att diskutera de SSIs som presenteras i föreliggande studie, visade studien också att eleverna sökte uppmuntran och support under själva diskussionen. Denna support kunde eleverna i denna studie ge varandra, men påpekas bör att eleverna haft möjlighet att förbereda sig inför gruppdiskussionerna.

Före gruppdiskussionerna fick eleverna kunskap om den naturvetenskap som frågorna bygger på och de fick information om hur man kan se frågorna ur olika perspektiv. Eleverna fick också tid att själva söka information och att skriva ner sina argument för eller emot den fråga de skulle diskutera. För att kunna skriva ner sina argument krävdes att de förberett sig och samtidigt som de skrev ner sina argument hade de möjlighet att reflektera över innehållet i argumenten.

I interventionen ingick olika SSIs, vilket medförde att eleverna kom i kontakt med olika etiska aspekter, samtidigt som de återkommande diskussionerna också skapade möjlighet för eleverna att utveckla ett mer konstruktivt sätt att argumentera. Under interventionen fick eleverna

dessutom explicit instruktion om hur de kunde strukturera sina argument och de blev uppmanade att om möjligt basera sina argument på naturvetenskaplig kunskap.

Under interventionen fick eleverna upprepa möjligheter att bearbeta sina initiala argument. Eleverna fick möjlighet att pröva argumenten muntligt i diskussioner med kamrater och de fick tid att skriva ner sina reflektioner direkt efter diskussionerna. Eleverna fick dessutom nya möjligheter att formulera skriftliga argument både i slutet av interventionen och ett halvår efter interventionen.

Många elever blev medvetna om att de under interventionen fick svara på samma frågor upprepa gånger och vissa elever blev också medvetna om att de genom interventionen faktiskt förändrade sina argument, så som Lovisa beskriver:

Nej! (Jag vet att du ställt denna fråga flera gånger och mitt svar har varit olika varje gång, men detta är vad jag tycker nu)

I studien användes videokameror för att samla in data, men kamerorna kan också haft betydelse för att eleverna verkligen diskuterade det som var avsikten med lektionen och inget annat. På så sätt kan kameror betraktas som didaktiska verktyg för att styra elevers diskussioner, samtidigt som de gör det möjligt för en lärare att fånga flera gruppsamtal på samma gång. Dock vill jag poängtera att det i denna studie var eleverna som hade kontroll över kamerorna, ville de inte filma längre fanns möjligheten att stänga av kameran.

Sammantaget visar resultaten i min studie att elever, när de i grupp får diskutera olika SSI, inte bara utvecklar sina naturvetenskapliga kunskaper utan också sina etiska tankegångar. När eleverna söker naturvetenskaplig fakta som de skall omsätta till argument för eller emot SSIs sker ett naturligt möte mellan naturvetenskap och etik.

Implikationer för lärares lärande

Jag har redan tidigare beskrivit, och genom interventionen visat, hur jag som lärare lärt nytt och förändrat min undervisning, tack vare att jag fått möjlighet att bedriva forskning på min egen undervisning. Efter den intervention som presenteras i denna avhandling genomför jag regelbundet reviderade interventioner där eleverna får diskutera SSIs med koppling till bioteknik. Jag har också kunnat inspirera mina kollegor att göra liknande interventioner och

genom att publicera artiklar inspirerar jag förhoppningsvis fler. Nu vet jag hur finkänsligt eleverna kan stötta varandra i sitt lärande och som jag tidigare nämnt har jag tagit med mig denna kunskap till samtliga områden jag undervisar i.

Det jag personligen ser som det största värdet av doktorandstudierna är dock inte enbart förknippat med det som händer i klassrummet, utan att jag fått möjlighet att se på undervisningen i ett större perspektiv. Om jag inte fått möjligheten att gå forskarutbildning hade jag troligtvis inte heller varit kvar som lärare.

Inom många yrkesområden ser man det som självklart att det är de som är verksamma inom området som ska bedriva forskning och driva verksamheten framåt. Om den svenska skolan tror på sin egen verksamhet, om den svenska skolan tror att studier bidrar till att utveckla personer och verksamheter, då kommer naturligtvis många fler lärare att få samma möjlighet som jag har fått. Jag rekommenderar dock de lärare som siktar på en doktorsutbildning att försöka att hitta beröringspunkter med andra doktorander för att, förutom att vara varandras kritiska vänner, också ha möjlighet att skriva artiklar tillsammans.

För att ha möjlighet att bygga undervisningen på vetenskaplig grund och beprövad erfarenhet (Skolverket, 2010) ser jag det dock som en absolut nödvändighet att alla lärare får kontinuerlig fortbildning och tid avsatt för reflektion. Förutom en ökad lön skulle detta kunna göra läraryrket till den attraktiva arbetsplats som det har potential att vara.

Nya forskningsfrågor

I min insamlade data finns underlag för många fler intressanta studier. Man skulle till exempel kunna undersöka om det finns någon skillnad på de förmågor eleverna visar skriftligt och muntligt och man skulle kunna göra en djupare analys av mina loggboksanteckningar för att studera min egen förändring.

Min största förhoppning är dock att min studie skapat en grund för andra forskare, gärna lärare-forskare, att utveckla och testa den intervention som föreliggande studie bygger på. Vilka resultat framkommer om interventionen testas på andra elever från andra skolor? Vilka resultat framkommer om man väljer andra analysinstrument? De lärare i naturvetenskapliga ämnen som Bursjö (2014) intervjuade i sin studie efterfrågade en förstärkt kompetens om

hur man kan arbeta med olika etiska perspektiv i NT-undervisningen och de såg ett ämnesövergripande arbetssätt som en möjlighet. Hur skulle en ämnesövergripande intervention kunna se ut och vilket lärande skulle kunna ske genom en sådan undervisning?

Avslutande reflektion

Min studie visar att många elever använder naturvetenskapliga begrepp i sina argument efter interventionen. Dessutom ökar elevernas förmåga att se SSI-frågorna ur olika perspektiv. Efter interventionen ser eleverna inte bara vilka konsekvenser frågorna kan få, utan de ifrågasätter också vad som är rätt och fel och vem som ska ha rätten att utnyttja ny bioteknik. Elevernas förmåga att ge mer reflekterade argument ser ut att kunna kopplas till den stöttning eleverna ger varandra i gruppdiskussionerna.

Studien visar också att de naturvetenskapliga kunskaper eller etiska aspekter som eleverna diskuterar i gruppdiskussionerna ofta internaliseras i elevernas individuella argument ett halvår efter interventionen. Många elever rapporterar, i sina individuellt skrivna argument före gruppdiskussionerna eller i sina utvärderingar efter interventionen, att de kan relatera frågorna från interventionen till frågor som diskuteras i samhället, utanför skolan. På så sätt visar studien hur eleverna, genom interventionen, fått möjlighet att bli reflekterande och 'scientific literate' medborgare. Studien visar därmed på vikten av att introducera gruppdiskussioner och debatter om olika SSIs i skolans undervisning i naturvetenskap.

Summary

Introduction

According to the Swedish Curriculum (National agency for education, 2000; 2011) students should become informed reflective citizens able to use scientific content knowledge, as well as ethical aspects, as argument when taking a stand. This is also in accordance with the call from the international literature to incorporate ethical issues within school science education. The rapid rate of development in modern science and technology, particularly biotechnology, along with an increasing need to consider the ethical implications on these applications is the main reason behind this call (Jones et al., 2007). These implications raise issues that are controversial, include conceptual and/or procedural connections to science and have social significance. Such issues are named socio-scientific issues (SSIs) by Sadler (2009) and ‘socially acute questions’ (SAQs) by Simonneaux (2013). SAQs are further described as issues from ‘frontier’ science being located in society and reported in media situating not only controversy, but also uncertainty and risk. SSIs or SAQs are issues with which all students, both now and in future years, will need to engage. Hence Dawson (2010) argues that science teachers must help their students gain skills to weigh up risks and benefits in order to be able to make well-informed decisions based on evidence. In other words, the students should become scientifically literate (SL). To be SL, students need to understand scientific concepts, but they also need the ability to use a scientific approach and a scientific mind-set. Duncan, Rogat and Yarden (2009) make this explicit:

Citizens are expected to be able to make decisions about genetic screening, stem cell research, genetically manipulated foods, etc. and without sound understanding of core ideas in genetics – such decisions are, at best, uninformed (p. 655).

Duncan et al. (2009) define ‘genetic literacy’ as being able to comprehend, use and respond to information about genetic phenomena and technologies that an individual may encounter in everyday life situations. These are technologies

that impinge directly upon many aspects of people's lives, thus individuals have to make personal and ethical decisions based on information available through the press and other media (Osborne, Erduran & Simon, 2004).

In order to promote SL for citizenship the international literature suggests that students benefit from having the opportunity to discuss these controversial socio-scientific issues (SSIs) or socially acute questions (SAQs) (e.g. Dawson, 2010; Jones et al., 2007; Sadler, 2011; Simonneaux, 2013). These issues do not only integrate science education but also citizenship education as described by Berkowitz and Simmons (2003):

...citizens and future citizens must be able to understand the issues and the implications of the decisions made by individuals and agencies, and very importantly participate and influence these decisions. Obviously the need for an informed and responsible citizenry derives from the challenges of science and technology in our society. This need has significant implications for education in general and science education in particular (p.118).

The need to deal with ethical issues, was also highlighted by Zeidler and Keefer (2003) in which they argued for international professional associations in science to recognise the importance for students to understand the connections inherent in socio-scientific issues, in order for students to be able make informed decisions.

Thus, if students are expected to make rational and informed decisions about a science and technology permeated society, they must have the opportunity to experience decision-making (Zeidler, Walker, Ackett & Simmons, 2002). When students discuss the issues with peers they gain access to different aspects of the issues and evidence that could be used for diverse views (Duschl & Osborne, 2002). Furthermore, they can discern the importance of being informed and make decisions based on scientific evidence from various sources (Driver, Newton & Osborne, 2000). By challenging each other's thinking in the discussion they can develop their own understanding (Scott, Asoko & Leach, 2007). From a social constructivist viewpoint Smith et al. (2009) argue that students gain valuable opportunities to develop communicative and metacognitive skills while explaining and justifying their own claims, and while examining the explanations of their peers.

Although many researchers in science education highlight these authentic dilemmas as interesting and motivating for students to discuss, for students to learn science and gain higher argumentation skills (e.g Dawson, 2007;

SUMMARY

Jimenez-Aleixandre & Erduran, 2008; Kolstø, 2006; Sadler, 2011; Simonneaux, 2008) little opportunity appears for the students to do so (Osborne & Dillon, 2008). In their review of the state of science education in Europe, Osborne and Dillon reported that contemporary school science education in Europe offered few opportunities for a pedagogical approach centred on deep understanding that requires space for students to discuss, to think critically and to consider others' points of view.

Furthermore, studies focusing on the changes that individuals and groups undergo when they have the possibility to use argumentation for the construction of knowledge are also rare (Evagorou & Osborne, 2012; Schwarz, Neuman, Gil & Ilya, 2003). One example of such studies is the work by Zohar and Nemet (2002) in which they reported that students who were engaged in a genetics unit focused on argumentation appeared to develop greater conceptual understanding. To guide their work they used the Toulmin (1958) model, where argumentation refers to a set of claims, data, warrants and backings that contribute to the structure of an argument. This model is similar to the structure of scientific argumentation described by Jimenez-Alexandre and Erduran, (2008), where claims should be connected to data through justifications, or evaluations of knowledge claims in light of evidence.

In contrast, socio-scientific argumentation differs from scientific argumentation in that socio-scientific argumentation has no clear-cut solutions, but has the additional aspects of ethical values (Sadler, 2011). One example, from socio-scientific argumentation, is the study by Dori, Tal and Tsaushu (2002) in which the students did not just improve their knowledge and understanding, but also their question posing, argumentation and systems thinking. However, the results were drawn from written pre- and post-tests and did not capture the *process* of these changes.

Hence, there is still a need to examine the processes that lead to such results. This gap in the research is made explicit by Evagorou and Osborne, (2012) in which they suggest there is still a need to use 'an SSI context to explore the characteristics of collaborative argumentation, and explore the impact of the process on the product' (p. 214).

Evagorou and Osborne's study focused on two pairs of specifically chosen students discussing one specific SSI where the students did not prepare their individual arguments prior to the discussions. Thus, gaps remain to be explored concerning the nature of progression in ethical reasoning to be found among students from a whole class perspective and the type of impacts,

if any, students' preparations have on peer discussions and on student's individual arguments.

In response to such gaps in the evidence, I designed a study that is in accordance with the recommendations from Sadler (2011), in which empirical evidence from classroom-based studies of SSI implementation are seen as particularly relevant to such questions. More specifically, the research questions that guided my study were as described in the following section.

The aim of the research and the research questions

The aim of this thesis is to contribute to increased understanding of students' (ages 14-15 years) learning from discussing socio-scientific issues in connection to biotechnology.

The research questions address the following issues:

1. What constitutes empirical evidence of progression in students' ethical reasoning when students discuss SSIs and what appears to be the relation between the character of the peer discussions and progression in ethical reasoning?
2. What kind of progression in the argumentation process can be found during students' recurrent discussions about different SSIs and how are students' interactions reflected in students' individual arguments after the peer discussions?
3. What kind of support could peers give each other when discussing SSIs in peer groups and how does this support affect students' arguments?
4. How do students use scientific concepts before, and after, their peer discussions about SSIs and how do students re actualize scientific content knowledge in these discussions?

Theoretical framework

This study is based on a social constructivist perspective of teaching and learning. In this perspective the individual needs to construct her/his ideas in interaction with other people. In this social interaction talk becomes the tool for thinking (Vygotsky, 1935/1978). Vygotsky suggests that when students are engaged in talk about shared problems they construct knowledge and understanding. Knowledge passes from the social context to the individual understanding as students restructure their thoughts.

To make a connection between the acts of social interactions and the processes of learning Vygotsky used the word 'Zone of Proximal Development' (ZPD). He highlighted that for the student to understand the ideas that are on the social plane and expand the limits of their proximal zone, they need support.

Wood, Bruner and Ross (1976) named this support scaffolding. From their perspective, the person scaffolding, e.g. a tutor, was seen as an adult or a more competent peer. Rogoff (1990), however, sees peers as superior adults because peers are more available and hence can take on roles seldom taken on by adults.

Methods and Data

In accordance with my social constructivist perspective on teaching and learning I designed an intervention based on students discussing different SSIs in connection to biotechnology in peer groups. Being a teacher-researcher I could design the teaching as an integrated part of the research design. My ambition as a teacher was to give the best possible opportunities for students to develop their scientific content knowledge and their ethical reasoning in science. Thus, the teaching in the area can be understood as an intervention based on previous research in argumentation, SSI and science education (e.g. Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2008; Jorde, 2007; Sadler & Zeidler, 2005). The aim was to help students use scientific content knowledge in addition to ethical considerations, as a basis for justifying their views on SSIs. The aim was also that students should develop a critical and constructive attitude to their own arguments and those of others' by showing sensitivity and respect for the reasoning of others. This would then help students gain an ability to see the issues from different perspectives, as described in the Swedish

Curriculum (National Agency of Education, 2000). The teaching design for the 20 students in my class is described in detail in the next section.

Teaching design / Data collection

Six months prior to the peer discussions the students were taught genetics. In the genetics test students were to present individually written arguments about cloning.

A month prior to the peer discussions the students watched the science fiction film *Gattaca* in which a genetically inferior man assumes the identity of a superior one in order to pursue his lifelong dream of space travel. My choice of *Gattaca* was to enable students to experience a possible negative side of ‘designer babies’. After having seen the film the students were to present individually written arguments about ‘designer babies’.

The teaching intervention drew upon contemporary discussions about four different topics of biotechnology: DNA-registers, genetically modified organisms, the possibilities of bio-technique and growing of stem cells (including the issues of cloning and ‘designer babies’). The issues were prepared and discussed one after the other in the same way.

Lesson 1: First I presented the students with different views on the issue to be discussed in teacher-led lessons, online programmes, movies, articles or books after which I instructed the students to prepare for a discussion with their peers two days later, where they should discuss one of the issues.

Homework: To prepare, the students were to read a short text in their biology textbook and a more advanced text in a book by Brändén (2002). Furthermore, students were asked to search for more information from the Internet and to use the Norwegian digital learning materials www.viten.no developed by Jorde, Strømme, Sørborg, Erlie, and Mork (2003), a programme they had used before when learning about genetics. The students were also to write their own arguments for, or against, the issue at hand, before discussing with their peers in the group.

Lesson 2: Two days after the preparation, the students met their peers for discussions in small groups. They were given a catalyst to start the discussion and were divided into groups of 5, in total 4 groups. To ensure that there would be talk in all the groups, talkative and quiet students were placed in each group and so were boys and girls. However, the peer groups in the fourth discussion, were rearranged to meet the requests for new group

SUMMARY

memberships from some students; hence there were just boys in one of the groups.

Directly after the group discussions, the students had to write an individual reflection on whether they had come up with new arguments or perhaps changed their views after the discussion.

During the intervention students received explicit instructions on how to construct a good argument according to the core elements of the Toulmin (1958) model. They were instructed to connect data to claims and to use warrants, backings, qualifiers and rebuttals. Furthermore, the students were informed about how Toulmin's model could be extended to capture all the aspects of the Swedish grading system. Thus, students were not only encouraged to connect scientific data to justify their claims, but were also encouraged to examine the person posing an argument and analyse the values, and purposes, that might underpin such arguments. Furthermore, students were informed to invite and listen to each other and to show respect for the arguments of others, as prescribed in the National Agency of Education (2000). The teaching intervention and the data collection are presented in detail in Table 1.

Two weeks after the peer discussions, the students had a test on content knowledge as well as on argumentation skills. In this test, the students were to individually present written arguments for exactly the same issues as from the beginning of the intervention concerning cloning and 'designer babies'. Furthermore they were to present written arguments for or against a general DNA-register, GMO or stem cells.

Half a year after the discussions, the students had to give individual written arguments for or against biotechnology. They could give arguments for every issue discussed during the intervention or they could choose one of the issues.

Table 1. A summary of the teaching design and the data collection. The data used in the different articles is marked in grey and the article number is in brackets.

Situation	Content	Data
Prior to the peer discussions		
6 month prior	Test in Genetics Issue about cloning	Students' written arguments (Article 1)
1 month prior	Pre-test concerning bio technology Science-fiction-film Gattaca Issue about 'designer babies'	Students' written answer Students' written arguments (Article 1)
First week of peer discussions	DNA-register	
Lesson 1	Teacher-led inspiration about a DNA-register	
Preparation for lesson 2	Homework	Students' written arguments (Article 4)
Lesson 2	Peer-discussions Individual reflections Simple evaluation of the discussion	Students' own video-recordings 18+10+18+13 min. (Articles 2 + 3 +4) Students' written reflections (Article 4) 'Smily'
Second week of peer discussions	GMO	
Lesson 1	Teacher-led inspiration about GMO	
Preparation for lesson 2	Homework	Students' written arguments (Article 4)
Lesson 2	Introduction of Toulmins' argumentation model	
Lesson 3	Peer-discussions Individual reflections	Students' own video-recordings 14+10+18+18 min. (Article 2 + 4) Students' written reflections (Article 4)
Third week of peer discussions	Biotechnology	
Lesson 1	Teacher-led inspiration about bio technology	
Lesson 2	Presentation of Toulmins' argumentation model extended with the Swedish grading system Peer-discussions Students' individual argumentation for or against bio technique Comments on the discussion Short evaluation of the intervention	Students' own video-recordings 13+9+11 min. Students' written arguments Students' written reflections Students' written evaluations
Fourth week of peer discussions	Stem cells	
Lesson 1	The students search for prompts for	

SUMMARY

	the discussion of stem cells themselves	
Preparation for lesson 2	Homework	Students' written arguments
Lesson 2	Teacher-led inspiration about stem cells Peer-discussions Reflection after the discussion	Students' own video-recordings 13+4+31+23 min. (Articles 1 + 2) Students' written reflections
After the peer discussions		
2 weeks after	Test in bio technique Issue about cloning + issue about 'design of babies' Issue about skin lotion Issue about DNA-register, GMO or stem cells Students report of their preparation for the test	Students' written arguments (Article 1) Students' written comments Students' written arguments (Article 4) Students' written information
3 weeks after	Evaluation of their own progression Evaluation of the intervention	Students written evaluation (Article 2) Students written evaluation
6 month after	Issue about bio technique	Students written arguments/counterarguments (Article 2 +4)
Prior, during and after the intervention	Log book	Teacher-researcher's written reflections of 33 pages simple lining 12 pt.

Result

The aim of my study was to examine the learning possibilities when students in peer groups discuss different SSIs in biotechnology. In the study, there are four articles answering different research questions.

In line with my social constructivist perspective I examined what progress in ethical reasoning the students' had made after recurrent peer discussions. In addition I considered whether students' progression could be related to the characteristics of the peer discussions (Article 1). To better understand how the collaborative interactions affected students' arguments I investigated students' interactions in the recurrent discussions and moreover I analysed how students' individual arguments, half a year later, reflected such discussions (Article 2). Furthermore. I explored the types of support the students could give each other in the collaborative argumentation (Article 3). Finally, I analysed how the students re actualized scientific content knowledge

in the peer discussions and how they used scientific concepts prior to, and after, these discussions (Article 4).

Article 1. Progression in Ethical Reasoning when Addressing Socio-scientific Issues in Biotechnology

In Article one students' individually written answers, from the same questions about cloning and 'designer babies', at the beginning and end of the teaching intervention were analysed, according to indicators for progression in ethical reasoning (Jones et al., 2007). When it was found that some groups advanced in more aspects of ethical reasoning than others, students' talk was analysed according to Mercer's (1995) categories. The result was that students preferably using exploratory talk advanced in more aspects of ethical reasoning than students preferably using cumulative talk. Hence, I decided to investigate the nature of the interactions between peers in the cumulative group.

Article 2. The Impact of Peer Discussions on Students' Arguments when Addressing Socio-scientific Issues in Biotechnology

In Article two the discussions from the cumulative group were analysed in more detail according to the model for learning progression put forward by Berland and McNeill (2010), in order to see what happened during the recurrent discussions in such a group. The result was that the group progressed in the argumentation process during the recurrent discussions. Students' interactions by questioning, evaluating and revising claims appeared to support the students to incorporate content knowledge and ethical considerations into their individually written arguments even half a year after the peer discussions. Thus, I decided to analyse the peer interactions in more detail.

Article 3. Contingency in Peer Scaffolding when Addressing Socio-scientific Issues in Biotechnology

In Article three, student support for making more reflective arguments was analysed according to the model for scaffolding strategies by Van de Pol et al.,

(2010). The result showed that the students' scaffolded each other in affect, metacognition and cognition by means of feeding back, giving hints, explaining, modelling and by asking each other questions. Since the mean of asking questions was the most frequently used, my next step was to analyse what happens when students ask each other questions.

Article 4. Students' re actualizing of Scientific Concepts when Addressing Socio-scientific Issues in Biotechnology

In Article four, the impact of students' questions was analysed according to the description of re actualization of prior knowledge, as described by Rudsberg, et.al (2013). The result showed that questions create gaps that students try to close by relating the questions to scientific content knowledge or ethical aspects previously learnt. This re actualised knowledge helps the student to understand the meaning of the scientific concepts and the ethical aspects inherent in the SSIs. Hence, it appears the students get a greater chance to take position for or against the issues discussed.

Table 2 show a summary of the four studies.

Table 2. Summary of the four studies

Title	Progression in Ethical Reasoning when Addressing Socio-scientific Issues in Biotechnology	The Impact of Peer Discussions on Students' Arguments when Addressing Socio-scientific Issues in Biotechnology	Contingency in Peer Scaffolding when Addressing Socio-scientific Issues in Biotechnology	Students' re actualizing of Scientific Concepts when Addressing Socio-scientific Issues in Biotechnology
Research questions	<p>1. What constitutes empirical evidence of progression in students' ethical reasoning when discussing cloning and 'designer babies'?</p> <p>2. What is the relationship between students' peer-discussions and progression in students' ethical reasoning?</p>	<p>1. What kind of progression in the argumentative process can be found during recurrent discussions?</p> <p>2. How do students' individual arguments half a year after the peer discussions reflect the collaborative argumentations?</p>	<p>1. What kind of support could peers give each other when discussing an SSI – here a universal DNA-register - in groups?</p> <p>2. How does this peer support affect students' arguments?</p>	<p>1. How do students use scientific concepts prior to and directly after their peer discussions about SSIs in connection to biotechnology?</p> <p>2. How do students re actualize scientific content knowledge in these discussions and how does this knowledge affect students' arguments for or against the issue?</p>
Sample	<p>17 out of the 20 student from the class</p>	<p>All 20 students from the class. Group 3 out of the four peer groups was chosen for further analysis. The group consisted of 5 students. Three students out of the 5 in group 3 were chosen for further analysis.</p>	<p>Group 1 out of the four peer groups in the class. The group consisted of 5 students.</p>	<p>Group 1 and 3 out of the four peer groups.</p>
Description of selected	<p>Students being present and</p>	<p>All groups were included in the</p>	<p>This study focused on one</p>	<p>The groups discussing the</p>

SUMMARY

sample	answering the questions being analysed.	first analysis. The group using cumulative talk was selected for further analysis Three students from the cumulative group were chosen for analysing students' self-evaluation and arguments after the intervention, as these students were the only students that had written individual comments and been in the group throughout the intervention.	group that from the inductive analysis had a very intense discussion.	meaning of scientific concepts during the discussions concerning DNA-register and GMO.
Data	Students' written arguments from the beginning of and after the teaching intervention. Students' own video-recordings about cloning and 'designer babies' from their discussions in the peer-groups.	Students' own video recordings from their discussions of DNA-register, GMO, stemcells, cloning and 'designer babies' Three of the students' written arguments from before the peer discussions, self-evaluation two weeks after the intervention and written arguments half a year after the intervention.	Students' own video recordings from their interactions during a peer discussion	Students' individually written arguments prior to and reflections directly after the peer discussions. Students' own video recordings of the discussions.
Analytical tools	Four indicators for progression in ethical reasoning adopted from Jones et al. (2007). Mercer's categories for talk	The model for learning progression presented by Berland and McNeill (2010)	Framework for analysing scaffolding strategies constructed by Van de Pol, Volman and Beishuizen	The description of students re-actualization of prior knowledge in peer discussions about SSIs by Rudsberg,

			(2010).	Öhman and Östman's (2013).
Unit of analysis	A sentence or sometimes two sentences for three of the indicators for progression in ethical reasoning and a sequence of arguments for one of the indicators. A whole sequence of talk for Mercer's (1995) categories	A whole sequence of talk for the argumentative process A sequence of arguments for the peer argumentative product	An utterance	A whole sequence of talk
Findings	Students appeared to be moving away from their use of everyday language to using scientific concepts. They also moved from considering cloning and 'designer babies' solely in terms of the present to considering them in the future. Furthermore the students started to approach the issues in additional ways using consequentialism but also the approaches of virtue ethics and rights and duties. Students' progression in ethical reasoning could be correlated to the characteristics of	The students seemed to form their initial arguments during their preparations for the discussions. Furthermore, throughout the peer discussions they elaborated on the initial arguments and supported each other to add ethical considerations or content knowledge to the arguments, or to revise their arguments. Thus, the students seemed to focus on diverse aspects of the different issues. When discussing a general DNA-register they focused on the virtue ethics aspects, when	Students' contingent scaffolding was shown to be most beneficial for helping peers make more reflective arguments. Students supported each other in affect, metacognition and cognition with the result that students started to choose amongst conflicting perspectives before deciding what argument to pose. Students reflected both on social and scientific aspects of the issue and they considered consequences, rights and duties and virtue ethics aspects. Furthermore they	The result suggests that students in discussions with peers can re actualize previously learnt scientific content knowledge if the students have prepared their individual arguments for or against the SSIs they are to discuss. Furthermore students re actualization of content knowledge seems to help the students in peer groups to construct new meaning of the concepts related to the issues. The new understanding affects how the students argue in that specific

SUMMARY

	<p>the interactions in peer-discussions. Students that in the peer-discussion critically and constructively argued with each other's ideas and challenged each other's claims made progress in more aspects of ethical reasoning than students using merely cumulative talk.</p>	<p>discussing GMO's they focused on longer term consequences and when discussing issues in connection to stem cells they focused on the content knowledge. Moreover, the recurrent peer discussions seemed to help the students to advance in their argumentative process in that they responded to claims by defending, questioning, evaluating and revising each other's claims.</p>	<p>became aware of counterarguments and started to use qualifiers for their arguments.</p>	<p>SSI.</p>
--	--	--	--	-------------

The combined results from the present study demonstrate that students, by the use of peer discussions about different SSIs may advance in their ethical reasoning. In this study, ethical reasoning includes the possibility that students can also use scientific concepts in their arguments. However, the precondition for such usage seems to be that the students get the opportunity to form their individual arguments *prior* to the peer discussions. In the peer discussions the students support each other to elaborate on the initial arguments, by for example asking each other questions. In her self-evaluation, after having looked through everything she had written during the intervention, Fanny concludes:

I think I have developed in science in general, in biotechnology and especially in my argumentation. I understand things better and can argue for my stance.

Conclusion, Discussion and Implications

The results from the present study seem to contradict the results from many other studies concerning students' arguments in SSIs, in which the students have not had the opportunity to prepare their arguments. Rather than providing answers with intuitive or emotional arguments (e. g. Dawson & Venville, 2010; Sadler & Zeidler, 2004) the students in the present study use ethical considerations or scientific content knowledge as data for their arguments (Article 3).

However, to gain a more holistic view of the quality of the students' arguments it is important not just to analyse the structure or the content of the students' arguments, but also to analyse these features together with a theory of knowledge and the social aspects (Sampson & Clark, 2008).

There are very few studies that have analysed *how* the social aspects of peer group interactions affect students' individual arguments. One such study is that of Evagorou and Osborne (2012) in which they analysed two specifically chosen dyads of students discussing one specific issue. In contrast, the contribution of the present study is to show how students within a normal class context interact in the peer discussions. Even if the present study (Article 1), as well as the study from Evagorou and Osborne, show the benefits for students to be in a group preferably using exploratory talk (Mercer, 1995), the present study can also show the benefits from being in a cumulative group (Article 2).

Gustafsson (2010), drawing on interview data, concluded that her students did not challenge each other in the discussion, thus, for a higher qualitative argumentation process she recommended that the teacher should be part of peer discussions. However, my conclusion, from analysing students' own video recordings in the present study, is that students benefit from having the opportunity to discuss on their own. From a constructivist perspective students can scaffold (Van de Pol et al., 2010) each other to structure arguments (Toulmin, 1958), to progress in ethical reasoning (Jones, et al., 2007) and to consider the issues from different perspectives (Sadler et al., 2007), as reported in Article three. Furthermore, students that do not challenge each other in the peer discussion can still question, evaluate and revise claims with the result that they make more reflective arguments (Article 2).

Whether students challenge one another or not, they often ask questions for clarification. These clarification questions appear to create gaps in students' understanding, consequently, when the students try to fill these gaps they can re actualize previously learnt scientific knowledge or ethical considerations (Rudsberg m. fl., 2013). Hence, the students have the opportunity to add scientific content knowledge or ethical considerations to their own arguments (Article 4).

Didactic implications

Osborne and Dillon (2008) argue that most students develop their interest in, and attitudes to, school science before the age of 14. Thus, they argue, we must secure a high quality of science education i.e. one that is varied and stimulating before students reach this age.

In line with Osborne and Dillon (2008) I put in place the intervention described in the present study. The teaching was different from how I previously planned my teaching and the students showed their appreciation directly in the peer discussions, but also in the evaluation after the intervention. Ebba represents what many students wrote in their evaluations:

I think it was fun. When it is fun it becomes easier to understand the content knowledge. It is a good to hear how others think about things, even if you do not change your mind. We do not just gain scientific knowledge, but we also learn to listen to each other, learn from each other and much more. This is a very good way to learn a lot.

The results from the present study show how students can learn scientific content knowledge and ethical reasoning by discussing different SSIs. However, it seems important that the students are informed about the scientific knowledge that the issues are based on and what can be viewed as a qualitative argument for or against the issues. Moreover it seems important that students know how to structure an argument and how the issues can be seen from different perspectives. Furthermore it seems important that the students get time to search information themselves and that they write down their own arguments before discussing with peers.

Implications for teachers' learning

Through my doctoral studies I have changed my approach to teaching. I have also had an opportunity to influence my colleagues to change their teaching. For more teachers to have the possibility to base their teaching on research and proven experience (National Agency in Sweden, 2011), I strongly recommend that great numbers of teachers receive the same opportunity. I see it as an absolute necessity that every teacher gets time for continuing professional development and time for reflection. Besides a higher salary this could make the teacher profession the attractive workplace it has the potential to be.

Final reflection

My study shows that many students, after the intervention, use scientific concepts in their arguments. Furthermore, they enhance their capacity to see the issues from different perspectives. The students do not just see to the consequences of the issues, but they also question aspects of right and wrong and consider who might have the opportunity to use new technology. Students' capacity to give more reflective arguments seems to be connected to the support the students give each other in the peer discussions.

In addition, the study suggests that the scientific concepts and ethical aspects that the students discuss during the group discussions are internalized into the students' individual arguments, even half a year after the peer discussions. Many students report that they can relate the issues discussed in school to issues discussed in society outside school. Thus, the study demonstrates how students, assisted through the intervention, gain the opportunity to become reflective and scientific literate citizens. Therefore, the study shows the importance of introducing peer discussions and debates about different SSIs into school science.

Referenser

- Abell, S. K., & Lederman, N. G. (2007). Preface. In S. K. Abell, & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*. London: Lawrence Erlbaum associates, publishers, ix-xiii.
- Albe, V. (2008). When Scientific Knowledge, Daily Life Experience, Epistemological and Social Considerations Intersect: Students' Argumentation in Group Discussions on a Socio-scientific Issue. *Research in Science Education*, 38, 67–90.
- Altrichter, H., Feldman, A., Posch, P., & Somekh, B. (2008). *Teachers investigate their work. An introduction to action research across the professions*. (Second edition) London and New York: Routledge.
- Anderson, G. L., Herr, K., & Nihlen, A. S. (2007). *Studying your own school. An Educator's Guide to Practitioner Action Research*. (Second edition) Thousand Oaks: Corwin Press.
- Anderson, C. W. (2007). Perspectives on Science learning. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*. London: Lawrence Erlbaum associates, publishers, 3-30.
- Andréasson, B. (Red.) (2001-). *Biologi: för grundskolans senare del*. (2. uppl.) Stockholm: Natur och kultur.
- Bell, R. L. (2003). Exploring the Role of NOS Understandings in Decision-Making. In D. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning and discourse on socioscientific issues in science education*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 63-79.
- Berkowitz, M. W., & Simmons, P. (2003). Integrating Science Education and Character Education. In D. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning and discourse on socioscientific issues in science education*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 117-138.
- Berland, L. K., & McNeill, K. L. (2010). A Learning Progression for Scientific Argumentation: Understanding Student Work and Designing Supportive Instructional Contexts. *Published online 4 May 2010 in Wiley Online Library (wileyinlinelibrary.com)*.

- Berne, B. (2014). Progression in Ethical Reasoning When Addressing Socio-scientific Issues in Biotechnology. *International Journal of Science Education*, 36(17-18), 2958-2977.
- Brändén, H. (2002). *Genteknik, kloning och stamceller*. Stockholm. Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien.
- Bursjö, I. (2014). *Utbildning för hållbar utveckling från en lärarhorisont: sammanhang, kompetenser och samarbete*. Diss. (sammanfattning) Göteborg: Göteborgs universitet, 2014. Göteborg.
- Carr, W. (1995). *For Education: Towards Critical Inquiry*. Buckingham: Open University Press.
- Carr, W. (2006). Philosophy, methodology and action research. *Journal of Philosophy of Education*, 40(4), 421-435.
- Clark, D. B., Stegman, K., Weinberger, A., Meneke, M., & Erkens, G. (2008). Technology-Enhanced Learning Environments to Support Students' Argumentation. In S. Erduran & M. P. Jimenez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*. Dordrecht: Springer, 217-243.
- Cochran-Smith, M., & Lytle, S. L. (2009). Teacher Research as Stance. In S. Noffke & B. Somekh (Eds.), *The SAGE Handbook of Educational Action Research*. London: Sage, 39-49.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2000) *Research methods in education*. 5th ed. London and New York: Routledge Falmer
- Dawson, V. (2007). An exploration of high school (12-17 years old) students' understanding of, and attitudes towards biotechnology processes. *Research in Science Education*, 37, 59-73.
- Dawson, V. (2010). Outcomes of Bioethics Education in Secondary School Science: Two Australian Case Studies. In A. Jones, A. McKim & M. Reiss (Eds.), *Ethics in the Science and Technology Classroom. A New Approach to Teaching and Learning*. Rotterdam/Boston/Taipei: Sense Publishers, 68-86.
- Dawson, V. (2011). Metalogue: Issues in the Conceptualization of Research Constructs and Design for SSI Related Work. In T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific Issues in the Classroom - Teaching, Learning and Research*. Dordrecht Heidelberg London New York: Springer, 79-87.

- Dawson, V. M., & Venville, G. (2010). Teaching Strategies for Developing Students' Argumentation Skills About Socioscientific Issues in High School Genetics. *Research in Science Education, 40*, 133–148.
- Dori, Y. J., Tal, R. T., & Tsaushu, M. (2003). Teaching biotechnology through case studies - can we improve higher order thinking skills of nonscience majors? *Science Education, 87*, 767-793.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of argumentation in classrooms. *Science Education, 84*, 287-312.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher, 23*(7), 5-12.
- Duncan, R. A., Rogat, A. & Yarden, A. (2009). A learning progression for deepening students' understandings of genetics across the 5th-10th grades. *Journal of Research in Science Teaching, 46*(6), 655-674.
- Duschl, R. (2008). Quality argumentation and epistemic criteria. In S. Erduran & M. P. Jimenez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*. Dordrecht: Springer, 159-175.
- Duschl, R., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse. *Studies in Science Education, 38*, 39–72.
- Ekborg, M. (2008). Opinion Building on a Socio-Scientific Issue: The Case of Genetically Modified Plants. *Journal of biological education, 42*(2), 60-65.
- Elliot, J. (2009). Building Educational Theory through Action Research. In S. Noffke & B. Somekh (Eds.), *The SAGE Handbook of Educational Action Research*. London: Sage, 28-38.
- Englund T. (2007). (Red.) *Utbildning som kommunikation. Deliberativa samtal som möjlighet*. Göteborg: Daidalos.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. (www.interscience.wiley.com).

- Erickson, G. (2000). Research programmes and the student science learning literature. In R. Millar, L. Leach, & J. Osborne (Eds.), *Improving Science education*. Buckingham Philadelphia: J. Open University Press, 271-292.
- Evagorou, M., & Osborne, J. (2013). Exploring young students' collaborative argumentation within a socioscientific issue. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(2), 209–237.
- Ferlin, M. (2014). *Biologisk mångfald i läroböcker i biologi*. Diss. (sammanfattning) Göteborg: Göteborgs universitet, 2014. Göteborg.
- Gustafsson, B. (2010). *Undersökningar av sociovetenskapliga samtal i naturvetenskaplig utbildning*. Diss. (sammanfattning) Växjö: Linnéuniversitetet, 2010. Växjö.
- Hagger, H., & McIntyre, D. (2007). *Learning teaching from teachers*. Maidenhead/New York: Open University Press.
- Hennessy, S. (1993). Situated Cognition and Cognitive Apprenticeship: Implications for Classroom Learning. *Studies in Science Education*, 22, 1-41.
- Herrenkohl, L., Palincsar, A., Dewater, L., & Kawasaki, K. (1999). Developing scientific communities in classrooms: A sociocognitive approach. *The Journal of Learning Sciences*, 8(3-4), 451-494.
- Jacobsson, A., Mäkitalo, Å., & Säljö, R. (2009) Conceptions of knowledge in research on students' understanding of the greenhouse effect: Methodological positions and their consequences for representations of knowing. *Science Education*, 93(6), 978-995.
- Jimenez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2008). Argumentation in Science Education: An Overview. In S. Erduran & M. P. Jimenez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*. Dordrecht: Springer, 3-25.
- Jones, A., McKim, A., Reiss, M., Ryan, B., Bunting, C., Saunders, K., et al. (2007). *Research and development of classroom-based resources for bioethics education in New Zealand*. Hamilton, NZ: Wilf Malcolm Institute of Educational Research, School of education, University of Waikato.

- Jorde, D. (2007). Promoting science inquiry – new possibilities using ICT. *Conference-paper presented at Linnaeus Tercentenary 2007, Promoting Scientific Literacy: Science Education Research in Transaction-LSL Symposium Uppsala, May 28-29, 2007*
- Jorde, D., Strømme, A., Sørborg, Ø., Erlien, W., & Mork, S. M. (2003). *Virtual Environments in Science. Viten.no*. Oslo: ITU.
- Kemmis, S., & Smith, T. J. (2008). Personal praxis. In S. Kemmis & T. J. Smith (Eds.), *Enabling Praxis: Challenges for education*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Kolstø, S. D. (2006). Patterns in students' argumentation confronted with a risk-focused socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1689-1716.
- Leach, J., & Scott, P. (2003). Individual and sociocultural views of learning in science education. *Science and Education*, 12(1), 91-113.
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2011). The Development of Scientific Literacy: A Function of the Interactions and Distinctions Among Subject Matter, Nature of Science, Scientific Inquiry and Knowledge about Scientific Inquiry. In C. Linder, L. Östman, D. A. Roberts, P-O. Wickman, G. Erickson & A. MacKinnon (Eds.), *Exploring the landscape of scientific literacy*. London: Routledge, 127-144.
- Levinsson, R. (2003). Teaching bioethics to young people. In R. Levinsson & M. Reiss (Eds.), *Key issues in bioethics* (3-13). London & New York: Routledge Falmer.
- Lewis, J., & Leach, J. (2006). Discussion of socio-scientific issues: the role of science knowledge. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1267–1287.
- McNiff, J., & Whitehead, J. (2009). *Doing and Writing Action Research*. London: SAGE Publications Ltd.
- Mercer, N. (1995). *The Guided Construction of Knowledge. Talk amongst Teachers and Learners*. Philadelphia: Multilingual Matters LTD.
- Mercer, N., & Dawes, L. (2008). The value of Explorative Talk. In N. Mercer & S. Hodgkinson (Eds.), *Exploring Talk in Schools*. Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington DC: SAGE 55-71.

- Millar, R., Leach, J., & Osborne, J. (2000). Introduction. In R. Millar, J. Leach & J. Osborne (Eds.), *Improving Science education*. Buckingham Philadelphia: Open University Press, 1-5.
- Mork, S. M. (2006). ICT in science education. *Exploring the Digital Learning Materials at viten.no*. PhD thesis, Faculty of education, University of Oslo.
- Noffke, S. E. (2009). Revisiting the professional, personal and political dimensions of action research. In S. Noffke & B. Somekh (Eds.), *The SAGE Handbook of Educational Action Research*. London: Sage, 370-380.
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education* 87(2), 224-240
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). Science Education in Europe: Critical Reflections. London: King's College. *A report to the Nuffield Foundation*.
- Ottander, C., & Ekborg, M. (2012). Students' experience of working with Socio Scientific Issues – a Quantitative Study in Secondary School. *Research in Science Education* 42, 1147-1163.
- Popper, K. R. (1979). *Objective knowledge. An Evolutionary Approach*, reversed edition, Oxford: University Press.
- Pring, R. (2006). *Philosophy of Educational Research*. (Second edition) London: Continuum.
- Roberts, D. A. (2011). Competing Visions of Scientific Literacy: The Influence of a Science Curriculum Policy Image. In C. Linder, L. Östman, D. A. Roberts, P-O. Wickman, G. Erickson & A. MacKinnon (Eds.), *Exploring the landscape of scientific literacy*. London: Routledge, 11-27.
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking*. New York, Oxford University Press.
- Roth, K. J. (2007a). Science teachers as researchers. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*. London: Lawrence Erlbaum associates, publishers, 1205-1260.

- Roth, W-M. (2007b). *Doing Teacher-Research A Handbook for Perplexed Practitioners*. Rotterdam: SensePublishers.
- Rudsberg, K., Öhman, J., & Östman, L. (2013). Analyzing Students' Learning in Classroom Discussions about Socioscientific Issues. *Science Education*, DOI 10.1002/sc.21065
- Rönnerman, K. (2008). Empowering Teachers: Action Research in Partnership between Teachers and Researchers. In K. Rönnerman, E. Moksnes Furu & P. Salo (Eds.), *Nurturing Praxis: Action research in partnerships between school and university in a Nordic light*. Rotterdam: Sense Publishers, 157-173.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: a critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536.
- Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1-42.
- Sadler, T. D. (2011). Situating Socio-scientific Issues in Classrooms as a Means of Achieving Goals of Science Education. In T. D. Sadler (Ed.) *Socio-scientific Issues in the Classroom - Teaching, Learning and Research*. Dordrecht Heidelberg London New York: Springer, 1-10.
- Sadler, T., Amirshokoohi, A., Kazempour, M., & Allspaw, K. (2006). Socioscience and ethics in science classrooms: Teacher perspectives and strategies. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 353-376.
- Sadler, T. D., & Fowler, S. R. (2006). A threshold model of content knowledge transfer for socioscientific argumentation. *Science Education*, 90(6) 986-1004.
- Sadler, T. D. (2011). Situating Socio-scientific Issues in Classrooms as a Means of Achieving Goals of Science Education. In T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific Issues in the Classroom - Teaching, Learning and Research*. Dordrecht Heidelberg London New York: Springer, 1-10.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2003). Scientific Errors, Atrocities, and Blunders. In D. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning and discourse on socioscientific issues in science education*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 261-285.

- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2004). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, 88(1), 4-27.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). The significance of Content Knowledge for Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: Applying Genetics Knowledge to Genetic Engineering Issues. *Science Education*, 89, 71-93.
- Sagar, H. (2013). *Teacher change in relation to professional development in entrepreneurial learning*. Diss. (sammanfattning) Göteborg: Göteborgs universitet, 2013. Gothenburg.
- Sampson, V., & Clark, D. B. (2008). Assessment of the Ways Students Generate Arguments in Science Education: Current Perspectives and Recommendations for Future Directions. *Science Education*, 92, 447-472.
- Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2008). What can argumentation tell us about epistemology? In S. Erduran & M. P. Jimenez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*. Dordrecht: Springer 71-88.
- Schollar, J. (2001). JäsKraft! En undersökning av jäskraft i deg. In E. Strömberg, M. Wallin & S. Nilsson (Eds.). *www.bioscience-explained.org*. 1(1).
- Schwarz, B., Neuman, Y., Gil, J., & Ilya, M. (2003). Construction of collective and individual knowledge in argumentative activity. *Journal of the Learning Sciences*, 12(2), 219-256.
- Scott, P., Asoko, H., & Leach, J. (2007). Student conceptions and conceptual learning in science. In S. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah, New Jersey, London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Simonneaux, L. (2001). Role-play or debate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis. *International Journal of Science education*, 23(9), 903-928.
- Simonneaux, L. (2008). Argumentation in Socio-Scientific Contexts. In S. Erduran & M. P. Jimenez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*. Dordrecht: Springer, 179-199.

- Simonneaux, L. (2013). Questions socialement vives and socioscientific issues: New trends of research to meet the training needs of post-modern society. In C. Bruguière, A. Tiberghien & P. Clément (Eds.), *9th ESERA Conference Selected Contributions. Topics and trends in current science education*. Dordrecht: Springer, 37-54.
- Skolverket (2000). *Grundskolan: Kursplaner och betygskriterier* (1. uppl. ed.). Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2010). *Skollagen*. Stockholm: Skolverket
- Skolverket (2011). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011*. Stockholm: Skolverket.
- Smith, M. K., Wood, W. B., Adams, W. K., Wieman, C., Knight, J. K., Guild, N., & Su, T. T. (2009). Why peer discussion improves student performance on in-class concept questions. *Science*, *323*, 122-124.
- Somekh, B. (2009). Agency through Action Research: Constructing Active Identities from Theoretical Models and Metaphors. In S. Noffke & B. Somekh (Eds.), *The SAGE Handbook of Educational Action Research*. London: Sage, 370-380.
- Stenhouse, L. (1975). *An Introduction to Curriculum Research and Development*. London: Heinemann.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Van de Pol, J., Volman, M., & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in Teacher-Student Interaction: A Decade of Research. *Educational Psychology Review*, *22*, 271-296.
- Vygotsky, L. S. (1935/1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Walford, G. (2001). *Doing qualitative educational research: A personal guide to the research process*. London: Continuum.
- Wood, D., Bruner, J., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *17*, 89-100.

- Zeidler, D. L., & Keefer, M. (2003). The Role of Moral Reasoning and the Status of Socioscientific Issues in Science Education. In D. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning and discourse on socioscientific issues in science education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 7-33.
- Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86(3), 343-367.
- Zeni, J. (2009). Ethics and the 'Personal' in Action Research. In S. Noffke & B. Somekh (Eds.), *The SAGE Handbook of Educational Action Research*. London: Sage, 254-266.
- Zohar, A. (2008). Science Teacher Education and Professional Development in Argumentation. In S. Erduran & M. P. Jimenez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*. Dordrecht: Springer, 245-268.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 35-62.