



LUND UNIVERSITY

"Det handlar om vår framtid"

Hur elevers scientific literacy kan utvecklas genom SNI-argumentation i kemiundervisning

Rietz, Louise

2021

Document Version:

Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Rietz, L. (2021). "Det handlar om vår framtid": Hur elevers scientific literacy kan utvecklas genom SNI-argumentation i kemiundervisning. [Licentiatavhandling, Utbildningsvetenskap]. MediaTryck Lund.

Total number of authors:

1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00



"Det handlar om vår framtid"

HUR ELEVERS SCIENTIFIC
LITERACY KAN UTVECKLAS
GENOM SNI-ARGUMENTATION
I KEMIUNDERVISNING

Louise Rietz

”DET HANDLAR OM VÅR FRAMTID”

”Det handlar om vår framtid”

Hur elevers scientific literacy kan utvecklas genom
SNI-argumentation i kemiundervisning

Louise Rietz



LUNDS
UNIVERSITET

LUND STUDIES IN EDUCATIONAL SCIENCES NR 17

Lund Studies in Educational Sciences kan beställas via Lunds universitet:

www.ht.lu.se/serie/lse

e-post: skriftserier@ht.lu.se

Copyright Louise Rietz

Institutionen för utbildningsvetenskap

Humanistiska och teologiska fakulteterna

Artikel I © av författarna (publiceras september 2021 i NorDiNa)

Artikel II © av författarna (manuskript)

Lund Studies in Educational Sciences

ISBN 978-91-89213-85-2 (tryckt publikation)

ISBN 978-91-89213-86-9 (elektronisk publikation)

ISSN 2002-6323

Akvarellmålning omslag: Minna Dahlberg

Omslag: Johan Laserna

Sättning: Media-Tryck

Tryckt i Sverige av Media-Tryck, Lunds universitet, Lund 2021



Media-Tryck är ett svanen-
märkt tryckeri. Läs mer
om vårt miljöarbete på
www.mediatryck.lu.se

MADE IN SWEDEN ■■

Till Esper
Din är nutiden och framtiden

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	9
ARTIKLAR	13
INTRODUKTION	15
Syfte och forskningsfrågor	17
BAKGRUND	19
Scientific literacy	19
Samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll	22
Argumentation	25
Undervisning i kemi och andra naturvetenskapliga ämnen	30
Scientific literacy i gymnasieskolans styrdokument	31
Forskning om scientific literacy och SNI-argumentation	32
Möjligheter och svårigheter vid SNI-argumentation	33
Kunskaper och värden	40
Interventionsstudier	43
Sammanfattning av bakgrund	45
METOD	49
SNI-fallet i denna studie	49
Undervisningssekvensen och ämnesplanen	52
Undervisningssekvensens upplägg	53
Forskningsdesign	58
Deltagare och urval	59
Datainsamling	60
Argumenterande texter – delstudie I	60
Enkäter – delstudie II	60
Fokusgruppsintervjuer – delstudie II	62
Dataanalys	63
Analys av data i delstudie I	64
Analys av data i delstudie II	65
Forskningsetik	66
Metoddiskussion	67

RESULTAT – SAMMANFATTNING AV ARTIKEL I OCH II	71
Artikel I.....	71
Artikel II	72
DISKUSSION	75
Elevers utveckling av scientific literacy	75
Scientific literacy och de tre visionerna.....	77
Handlingskompetens	81
Argumentation	82
Kunskaper och värden	84
Lärarens betydelse för elevers argumentation.....	86
Naturvetenskapliga ämnen i förändring?.....	87
Avslutningsvis.....	89
Framtida forskning	90
ENGLISH SUMMARY	91
Introduction.....	91
Scientific literacy and socioscientific argumentation.....	92
Methodology of the study.....	94
Results – summary of the two papers.....	95
Discussion and implications	96
REFERENSER.....	99

FÖRORD

“Real change, enduring change, happens one step at a time.”

– Ruth Bader Ginsburg

Så sitter jag här, nästan sex år efter att jag först satte min fot på campus i Helsingborg där jag skulle möta upp forskarskolans koordinator Eva och ytterligare en ny licentiand, Charlotte. Det var i september 2015, men egentligen startade min resa mycket tidigare än så. I november 2014 fick jag ett mejl med information om en forskarskola, CSiS (Communicate Science in School), och frågan om det fanns intresse av att söka. Jag, som var på väg att avsluta dagens arbete, skummade bara igenom det där mejlet och tänkte inte så mycket mer på det. På kvällen kom jag att tänka på vad som egentligen stod i mejlet, och låg sedan sömnlös resten av natten. På förmiddagen dagen därpå skickade jag ett mejl till min chef. Jag hade bestämt mig. I mitten av mars 2015 skickade jag in min ansökan, och på den vägen är det.

Tiden sedan dess har varit otroligt lärorik, slitsam, utvecklande och full av upplevelser. Jag är många erfarenheter rikare. Internationella, nationella och regionala konferenser med många värdefulla utbyten forskare emellan. Skrivarveckor i Simrishamn och Höör, under ledning av Susanne, med licentiand- och doktorandkollegor. Där hade vi många givande samtal och övningar, god mat, fin natur, och framför allt: tid att tänka och skriva. Resan till Bristol, under ledning av Roger och Anders J, med besök på science center och universitet. Studiebesök på Vattenhallen i Lund och med Ann-Marie på Tivoli i Köpenhamn. Att åka karusell med ett glas vatten är det nog inte alla som har gjort. Alla seminarier, där allt vänds och vrids på, som är så värdefulla i forskningsprocessen. Institutionsflytten till Lund. Alla tågresor. Luncher på Govindas och sallader från Grönt o' Gott. Arbetsstimmar. Idéer. Promenader. Möten. Kurser. Nya bekanskap från hela världen. De återkommande kommundagarna med samtal mellan förvaltningschefer, rektorer, utvecklare och forskande lärare. Min tredje dag på utbildningen var just en sådan kommundag, det var

en mycket intressant upplevelse att presentera mitt projekt, som jag vid den tidpunkten inte hade riktigt klart för mig. Jag vill minnas att jag pratade om att analysera elevers diskussioner av komplexa kemiuppgifter. Så blev det inte riktigt. Även om det förstås ingår både diskussioner och komplexa frågor i den undervisning som studien bygger på.

Ett stort tack till forskarskolan CSiS och dess ledning: Roger, Eva D och Anders J. Och alla andra som varit kopplade till forskarskolan på olika vis. Tack till mina licentiandkollegor för en så fin tid tillsammans! Charlotte, Eva P och Johan (de bästa kontorskamrater som kan tänkas). Eva S (tack för spiken!), Karin, Cristian, Mimmi, Fredrik och Maria. Våra luncher, resor och samtal ligger mig varmt om hjärtat. Tack också till doktorandgänget för trevliga samtal och seminarier.

Det allra största tacket vill jag rikta till mina handledare. Anders och Mats. Ni har alltid funnits där, ställt de rätta (och jobbiga) frågorna, peppat, (konstruktivt) kritiserat, gett förslag och aldrig stressat på min process. Ni har hela tiden svarat snabbt på mejl på mina tusen olika frågor och funderingar. Jag minns när jag fick tillbaka ett dokument med över 200 kommentarer, vilken lycka (på riktigt)! Anders, du har en oskattbar förmåga att konkretisera sådant som mest känns som virrvarr i mitt huvud, men efter att ha dryftat det med dig känns det helt plötsligt kristallklart. Mats, tack för att du (vid SPSS-utbildningen) nämnde att du just då saknade en licentiand att handleda och att mitt projekt lät spännande, du har bidragit med många värdefulla tips och frågor. Ett bättre handledarpar har jag svårt att föreställa mig.

Det är få lärare förunnat att kunna ägna så mycket tid åt att begrunda ett och samma område. Därför är jag mycket tacksam över att ha fått chansen att forskarutbilda mig. Tack till utbildningsförvaltningen och gymnasienämnden i min kommun. Men framför allt tack till Torsten, min dåvarande chef, som trodde på mig och hjälpte till att göra det hela möjligt. De första månaderna på utbildningen minns jag att jag tänkte: "Äntligen har jag tid att läsa forskningsstudier och utveckla min kunskap, allt det där jag tidigare bara önskat att jag hann!". En ny värld öppnade sig och jag har fått fler perspektiv på naturvetenskaplig undervisning än de jag hade förut.

Stort tack till min ämneskollega som tillsammans med mig bedrev den undervisning som studien bygger på. Ett stort tack också till de elever som deltog i studien. Utan er hade det inget blivit.

Till mina kollegor på gymnasieskolan där jag arbetar. Ämneskollegor och programlag: Mattias, Helena, Sven, Niclas, Christina, Eva, Sara, Maria, Henrik, Marcus, Jeanette, Sebastian och Patrik. Och alla andra. Tack för att ni gör arbetet roligt. Tack Petra och Philip för trevliga stunder, och för att ni lät mig hänga i skolbiblioteket (i tid och otid) där jag skrev stora delar av artiklarna och kappan. Till mina rektorer genom dessa år, Torsten, Åsa, Ola och Christina, tack för ert stöd.

Torsten, Mattias, Emmie, Helena, Charlotte, Jeanette, Maria, Sven, Eva S, Johan och mamma Elisabeth: Tack för läsning, språkråd och feedback. Tack också till Agnita, som med vant öga språkgranskat kappan.

Tack till Clas Olander och Lena Hansson som läste och opponerade vid 25%-seminarium respektive 75%-seminarium. Era frågor och kommentarer har bidragit till nya tankegångar vilket gav arbetet en god skjuts framåt.

Tack till alla på UVET (Institutionen för utbildningsvetenskap) för hjälp med olika saker.

Till Minna, som förverkligade och utvecklade min idé om omslagsbilden. Den hade inte kunnat bli finare! Stort tack!

Tack även till alla andra som inte nämnts, men som visat intresse för mitt arbete.

Till mina vänner, som jag sett alltför lite utav under delar av denna tid. Tack för att ni alltid finns där.

Slutligen. Till min familj. Amii och Ray, tack för att ni gjorde plats för mig. Ni blev inte lite förvånade när jag ringde och frågade om jag fick bo hos er en natt i veckan i fyra år. Men se så snabbt tiden gick! Till mina svärföräldrar Annika & Kjell och till min mamma Elisabeth, tack för barnvaktshjälp när vi försökt att få vardagen att gå ihop. Emelie och Viola, tack för fina fikastunder hos er efter jobbet i Lund. Och så, till de som finns vid min sida varje dag: Kristofer, tack för att du har tagit hand om markservicen när jag inte hunnit eller förmått. Tack för att du stöttar och peppar mig i allt jag tar mig för, och aldrig håller mig tillbaka. Ditt stöd är ovärderligt. Esper, min fina. Tack för att du får mig att leva i stunden.

Louise Rietz, Karlshamn i juli 2021

ARTIKLAR

Artikel I

Students' use of Justifications in Socioscientific Argumentation

Louise Rietz, Anders Jönsson och Mats Lundström

Insänd 2020-09-10 till NorDiNa – Nordic Studies in Science Education

Accepterad 2021-03-12

Publiceras i september 2021

Artikel II

Elevers upplevelser av ett SNI-fall och dess betydelse för elevers roll som demokratiska samhällsmedborgare

Louise Rietz, Anders Jönsson och Mats Lundström

Insänd 2021-04-21 till NorDiNa – Nordic Studies in Science Education

Reviderad efter granskares kommentarer – juni/juli 2021

Återinsänd 2021-07-26 till NorDiNa – Nordic Studies in Science Education

INTRODUKTION

Det började med en känsla av en sorts otillräcklighet. De kunskaper som jag hade slitit med att tillägna mig i alla år på lärarutbildningen, med inriktning biologi och kemi, räckte inte till i förhållande till vad som står i ämnesplanerna för de naturvetenskapliga ämnena i gymnasieskolan. Naturvetenskapliga begrepp, modeller och arbetssätt hade jag god kunskap i. Men när det handlade om kunskaper i argumentation kände jag mig mer osäker. Kanske hade det att göra med att jag tog min lärarexamen precis i skiftet mellan läroplanerna Lpf 94 och Gy 11. Kanske var det så att lärarutbildningen i naturvetenskapliga ämnen inte förberedde mig tillräckligt inför utmaningen att lära elever att argumentera kring kontroversiella frågor. Visst hade jag fått lära mig om samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll (SNI) som begrepp och vad sådana frågor skulle kunna handla om, men det där med argumentation gnagde i mig. Inte kunde jag förvänta mig att eleverna skulle kunna något som jag själv inte var helt klar över? Det var utifrån dessa tankar som idén kring denna licentiatuppsats började ta form. Jag fann att det inte bara var jag som kände en osäkerhet inför argumentation i SNI. Det har gjorts studier (se t.ex. Bryce & Gray, 2004; Ekborg, Ottander, Silfver & Simon, 2013) kring lärares erfarenheter av SNI som visar att lärare känner sig osäkra inför att ta in samhällsfrågor och argumentation i det naturvetenskapliga klassrummet. En bit fram i texten återkommer jag till lärarperspektivet, men låt oss först vända blicken mot det som kallas *scientific literacy*¹ och argumentation utifrån ett elevperspektiv.

Klimatet i samhällsdebatten har förändrats de senaste åren. I dagens samhälle, där vetenskapen kämpar mot så kallade alternativa fakta, är det av yttersta vikt att elever i skolan får med sig kunskaper som stöttar dem i livet som informerade demokratiska

¹ Begreppet *scientific literacy* översätts ibland med naturvetenskaplig allmänbildning. I denna licentiatuppsats används det engelska begreppet eftersom betydelsen av det kan uppfattas som bredare. Dessutom är det engelska begreppet vedertaget även inom svensk forskning (se t.ex. "Scientific literacy – Teori och praktik" av Lundqvist, Säljö & Östman, 2013).

samhällsmedborgare. Sådana kunskaper kan till exempel vara argumentation, skillnaden mellan kunskaper och värderingar som grund för argument, perspektivtagande, informationssökning och kritisk granskning av källor. Medborgare i ett demokratiskt samhälle förväntas ta ställning i olika frågor med naturvetenskapligt innehåll. I forskningsvärlden används ofta begreppet *scientific literacy*, som handlar om bland annat informerat beslutsfattande, att kunna hantera omvärlden, att utöva inflytande och att ta aktiv del i samhällsdebatten (Roberts, 2007). Delaktighet i samhällsdebatten kan underlättas av kunskaper i argumentation, vilket innebär att det blir en viktig del i *scientific literacy*. Det är i detta som denna licentiatuppsats tar avstamp.

I gymnasiets ämnesplan för kemi (Skolverket, 2011b) finns skrivningar som betonar vikten av vardagsanknytning i kemiundervisningen. Det står bland annat att elever ska få argumentera och ta ställning beträffande kemins betydelse för individ och samhälle. Dessa syften med kemiundervisning handlar om att utveckla elevers *scientific literacy*. Ett arbetssätt som anses kunna bidra till ökad *scientific literacy* hos elever är just arbete med SNI². Exempelvis tyder forskning på att elever kan utveckla sin förmåga att argumentera genom att arbeta med SNI (se t.ex. Atabey & Topçu, 2018). SNI-frågor beskrivs av Ratcliffe och Grace (2003) som komplexa frågor med öppen karaktär som ofta har sin grund i forskningens framkant. De innefattar ställningstaganden, ofta med etiska aspekter, på social och individuell nivå. Exempel på ämnen som SNI-frågor kan beröra är vaccination, genteknik, miljögifter och klimatförändringar. I denna studie handlar SNI-fallet om miljögifter i vardagsprodukter, mer specifikt poly- och perfluorerade alkylsubstanser (PFAS)³ i jackor och matförpackningar.

Tidigare studier tyder på att elever har ett flertal svårigheter med SNI-argumentation. Bland annat har elever svårt att understödja sina argument med kunskap (Christenson, Chang Rundgren & Zeidler, 2014) och att presentera motargument (Chang & Chiu, 2008). I många fall använder elever framför allt värderingar som grund för sin argumentation (se t.ex. Albe, 2008; Christenson, Chang Rundgren & Höglund, 2011; Christenson et al., 2014; Lee, 2007), vilket skulle kunna få konsekvensen att lärare drar sig för att inkludera SNI-argumentation i sin undervisning. Ytterligare svårigheter är att söka och hantera information och att kritiskt utvärdera olika argument (se t.ex. Sadler, 2004). Dessa svårigheter belyser vikten av att elever stötts i argumentationsprocessen, vilket i sin tur ställer krav på läraren. Som jag nämnde

² Sociovetenskapliga dilemman är en annan benämning som används av till exempel Eriksson & Rundgren (2012). I internationell forskning används begreppet *socioscientific issues* (SSI). Jag har valt att använda den svenska förkortningen SNI.

³ Begreppen högfluorerade ämnen, fluorerade ämnen, polyfluorerade ämnen och perfluorerade ämnen är alla olika namn för PFAS. Ämnesgruppen räknas som organiska miljögifter.

tidigare förekommer en osäkerhet hos lärare inför SNI-argumentation. Det finns också en farhåga hos kemilärare att ämneskunskaper kommer i skymundan vid arbete med SNI-frågor (se t.ex. Ekborg et al., 2013; Hodson, 2013). Tidigare forskning (se t.ex. Tidemand & Nielsen, 2017) tyder på att lärare tenderar att fokusera främst på naturvetenskapliga fakta vid arbete med SNI. Det leder till en reducerad komplexitet, vilket minskar möjligheten att ta in de olika perspektiv som SNI kan innehålla. Konsekvensen av det skulle kunna bli minskade möjligheter att utveckla förmågor som berör ett informerat beslutsfattande. Faktacentreringen tros bero på de motsättningar som uppstår på grund av tidsbrist och stoffträngsel i de naturvetenskapliga ämnesplanerna (Bartholomew, Osborne & Ratcliffe, 2004), vilket kan utgöra hinder i SNI-undervisning. Dessutom upplever lärare att det finns brist på stöttning i form av väldesignade SNI-undervisningsexempel (Presley et al., 2013).

Mot bakgrund av ovan nämnda svårigheter finns en intention att med denna licentiatuppsats stötta lärare i arbetet med att utveckla elevers argumentation i SNI. Det finns även tidigare forskning som syftat till att stödja lärare i arbetet med elevers SNI-argumentation. Christenson och Chang Rundgren (2015) har till exempel utformat ett argumentationsramverk (Figur 1, s. 29) som är tänkt att kunna användas vid bedömning av kvaliteten i elevers argumentation, då det illustrerar hur argumentation av hög kvalitet kan vara uppbyggd. I denna studie undersöks elevers argumentation utifrån bland annat värderingar och ämneskunskaper efter att eleverna har fått arbeta med en undervisningssekvens som, med stöd av argumentationsramverket, fokuserar på innehållsmässiga och strukturella aspekter av SNI-argumentation. Studien undersöker också elevers upplevelser av hur SNI-undervisningen påverkat dem i deras roll som samhällsmedborgare.

Syfte och forskningsfrågor

Studiens huvudsyfte är att undersöka hur elevers scientific literacy kan utvecklas genom argumentation i SNI. Detta undersöks genom två olika delstudier. Delstudie I fokuserar på att försöka utveckla elevers scientific literacy genom att vidga deras kunskaper i argumentation och informerat beslutsfattande. Delstudien undersöker hur elevers argumentation kan utvecklas genom undervisning om både argumentation och kontexten kring SNI-fallet. Delstudie II undersöker elevernas upplevelser av SNI-undervisningen och hur denna utvecklat deras scientific literacy.

De två delstudierna utgår från följande forskningsfrågor:

Delstudie I

1. Hur understödjer gymnasieelever sina argument i en SNI-fråga efter deltagande i en intervention med fokus på struktur- och innehållsmässiga aspekter av SNI-argumentation?
2. Vilka ämnesområden finns representerade bland gymnasieelevers understöd i SNI-argumentation om PFAS i vardagsprodukter?

Delstudie II

3. Hur upplever gymnasieelever att arbetet med SNI gett dem redskap för rollen som samhällsmedborgare?

BAKGRUND

I detta avsnitt beskrivs relevanta begrepp och hur de definieras inom ramen för denna studie. Avsnittet ger också en bakgrund kring forskning inom området SNI-frågor och argumentation.

Scientific literacy

Scientific literacy är ett mångfacetterat begrepp som inkluderar många olika aspekter (Norris & Phillips, 2003; Sjøberg, 2010). En mängd litteratur beskriver innebörden av scientific literacy (t.ex. DeBoer, 2000; Roberts, 2007; Laugksch, 2000; Shamos, 1995; Kolstø, 2001), och det finns olika uppfattningar av vad som exakt ingår i begreppet (Roberts, 2007; DeBoer 2000; Laugksch, 2000). I detta avsnitt beskrivs några olika aspekter av scientific literacy som förekommer i forskningslitteraturen.

När scientific literacy beskrivs i forskningslitteratur kan tre gemensamma nämnare urskiljas. Naturvetenskap som produkt är en aspekt som innefattar kunskap om naturen, vetenskapliga begrepp, modeller, lagar och teorier. En annan aspekt är naturvetenskap som process, vilken handlar om kännedom om vetenskapliga metoder och tekniker. Processaspekten innefattar förmåga att tänka naturvetenskapligt och att använda naturvetenskaplig kunskap för att lösa problem samt att diskutera frågor med naturvetenskapligt innehåll (Norris & Phillips, 2003; Sjøberg, 2010). Utöver dessa två aspekter beskrivs en tredje av Sjøberg (2010): naturvetenskap som social institution, som handlar om kunskap om naturvetenskapens roll och funktion i samhället. Denna aspekt innefattar kunskaper om naturvetenskapliga ämnen⁴, som påverkar bland annat teknologi, ekonomi, politik, etik, kultur och miljö.

⁴ Snarare än kunskaper i naturvetenskapliga ämnen.

Roberts (2007) har studerat hur scientific literacy har tolkats i styrdokument och utbildningsvetenskaplig forskning. Han beskriver två olika inriktningar, *Vision I* och *Vision II*. Vision I kan beskrivas som kunskap i naturvetenskap, det vill säga begrepp, fenomen, teorier och modeller. Detta kan liknas vid det Norris och Phillips (2003) benämner som naturvetenskap som produkt. Eriksson (2014) tolkar Vision I som att den inriktar sig på utbildning av nya naturvetare och att den innefattar naturvetenskapens både produkt och process (naturvetenskapens arbetssätt). Vision II inriktar sig på sådana kunskaper som en samhällsmedborgare behöver för att klara att ta beslut i det dagliga livet. Förespråkare för Vision II menar att alla elever behöver utveckla scientific literacy, oavsett om de tänker sig en framtid inom naturvetenskap eller ej (Roberts, 2007). Anledningen till att scientific literacy anses vara så viktigt är att elever ska kunna verka som demokratiska samhällsmedborgare. Settlage och Southerland (2012) beskriver scientific literacy som ett intellektuellt verktyg för att kunna delta i ett informerat medborgarskap. De viktigaste delarna i begreppet scientific literacy är enligt författarna bekantskap med grundläggande naturvetenskapliga fenomen, att tänka naturvetenskapligt och kritiskt, att förstå att naturvetenskap är en mänsklig aktivitet och att använda naturvetenskap och dessa sätt att tänka för att göra informerade val.

Att ha kunskap om och förstå det naturvetenskapliga arbetssättet är inte enbart viktigt för framtidens naturvetare, det är också en viktig del i en medborgares förmåga att tänka utifrån ett naturvetenskapligt perspektiv. Därför kan naturvetenskap som process ingå även i Vision II. Dessutom kan det behövas naturvetenskapliga kunskaper för att fatta informerade beslut, varför Vision I och Vision II är beroende av varandra. Att stötta elever så att de kan agera som aktiva samhällsmedborgare som fattar informerade beslut är enligt Lee et al. (2013) ett av de grundläggande målen med naturvetenskaplig undervisning. För att ha möjlighet att göra informerade val krävs kunskaper i medielitteracitet, som innebär att kunna söka, finna, förstå, analysera, utvärdera, jämföra och kontrastera information från olika källor och att dessutom använda informationen på ett klokt och lämpligt sätt för att bilda sig en uppfattning i en fråga (Hodson, 2013). Jarman och McClune (2010) beskriver *media awareness*, som innebär att bland annat vara medveten om hur nyhetsjournalistik går till och vad som styr den, att naturvetenskap i nyheter är *science in the making* och att det finns olika intressen hos journalister och även hos deras källor. Allt detta kräver ett kritiskt förhållningssätt vid kontakt med olika typer av källor. Medielitteracitet innebär också:

[...] being able to ascertain the writer's purpose and intent, determine any subtext and implicit meaning, and detect bias and vested interest. It means being able to distinguish between good, reliable information and poor, unreliable information. It involves the ability to recognize [...] misinformation, malinformation, messed-up information, and useless information. (Hodson, 2013, s. 318)

En utveckling av scientific literacy föreslås av Sjöström (2015) och Sjöström och Eilks (2018), som bygger vidare på Roberts (2007) två visioner och beskriver ytterligare en vision. Denna *Vision III* är mer handlingsinriktad, och målet är förändringar på individ- och samhällsnivå. Vision III inriktar sig mot en mer politiserad naturvetenskaplig utbildning, vars mål är emancipation och individens aktiva deltagande i samhället. Ett syfte är att individen ska bli medveten om samt inta ett kritiskt förhållningssätt till olika samhällsfrågor (Sjöström, Frerichs, Zuin & Eilks, 2017).

Ett annat begrepp som är viktigt i sammanhanget är demokratisk handlingskompetens. I en undervisningssituation handlar detta begrepp om att unga ska lära sig att hantera olika SNI-frågor i sin vardag utan att bli handlingsförlamade (Ekborg et al., 2012). Begreppet kommer ursprungligen från forskning om hälso- och miljöundervisning i Danmark (se t.ex. Breiting, Hedegaard, Mogensen, Nielsen & Schnack, 2009; Mogensen, 1995). Att vara handlingskompetent handlar om att kunna tänka kritiskt och självständigt, att handla reflekterat och att ha vilja och förmåga att involvera sig i olika frågor för att skapa en bättre värld (Almers, 2009; Breiting et al., 2009). Handlingskompetens kan beskrivas utifrån olika dimensioner (Ekborg et al., 2012; Mogensen, 1995). En sådan dimension är den kognitiva dimensionen, som handlar om att ha kunskap om en fråga och att veta vilka handlingsalternativ som finns. En annan är den värderingsbaserade dimensionen, som handlar om att granska normativa argument, att kunna se frågan från olika perspektiv och att känna till alternativa lösningar. Personlighetsdimensionen handlar om att vara förberedd på, ha lust till, våga och känna ansvar för att agera. Den sista dimensionen är den sociala dimensionen, som innebär att förstå hur samhället fungerar och vilka möjligheter en medborgare har inom det, till exempel i relation till politik eller olika myndigheter. I beskrivningar av handlingskompetens framkommer kritiskt tänkande som mycket betydelsefullt. Kritiskt tänkande kan innefatta flera olika saker, men inom ramen för begreppet handlingskompetens beskrivs kritiskt tänkande av Ekborg et al. (2012) som: (a) ett självkritiskt och konstruktivt sätt att tänka kring en företeelse utifrån flera olika perspektiv för att kunna ta beslut med utgångspunkt i egna kunskaper (som alternativ till att förlita sig på auktoriteter), (b) en insikt om att det finns ett förhållande mellan kunskap och makt och att det finns olika intressen hos olika grupper kring vilken information som når ut och nyttjas, (c) en intention till förändring och därmed aspekter av både förståelse och handling, vilket innebär att både förstå/identifiera och att påverka.

För att sammanfatta ovanstående kan scientific literacy innebära att människor har:

- Kunskaper om naturvetenskapens begrepp, modeller och teorier.
- Förståelse för naturvetenskapens karaktär och metoder.

- Kompetens att söka och ta del av naturvetenskaplig information samt förmåga att kommunicera naturvetenskap i olika situationer.
- Förmåga att inta ett kritiskt förhållningssätt.
- Kompetens att använda naturvetenskap för att lösa problem och fatta informerade beslut på individ- och samhällsnivå.
- Handlingskompetens och en vilja att agera som aktiva samhällsmedborgare som på ett ansvarsfullt sätt arbetar för ett hållbart samhälle.
- Förståelse för naturvetenskapens plats i samhället och kopplingar till andra områden, såsom teknik, miljö, historia, och ekonomi.

Samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll

För att stötta elevers utveckling av scientific literacy används ofta samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll, SNI, i undervisning. Vardagen är fylld av frågor med naturvetenskaplig anknytning. Områden som konsumtion, resvanor, hälsa och kost innehåller alla naturvetenskapliga aspekter, som till exempel miljö, mikrobiologi och näringslära. Två stora fördelar med SNI-undervisning är att SNI ger en kontext till det naturvetenskapliga stoffet, vilket gör det lättare för elever att skapa förståelse i ämnet och dessutom ges elever möjlighet att utveckla förmågor som de har nytta av i samhällslivet (Owens, Sadler & Zeidler, 2017; Sadler, Barab och Scott, 2007; Talens, 2016). Dessutom ger SNI möjlighet till debatt och diskussion utifrån flera perspektiv:

Socioscientific issues (SSI) involve the deliberate use of scientific topics that require students to engage in dialogue, discussion, and debate. They are usually controversial in nature but have the added element of requiring a degree of moral reasoning or the evaluation of ethical concerns in the process of arriving at decisions regarding possible resolution of those issues. (Zeidler & Nichols, 2009, s. 49)

En SNI-fråga har sin grund i naturvetenskap, samtidigt som den har stor inverkan på samhället (Owens et al., 2017; Ratcliffe & Grace, 2003). Låt mig ta ett exempel: Vid tiden för författandet av denna licentiatuppsats härjar en pandemi orsakad av ett nytt coronavirus, SARS-CoV-2, som ger sjukdomen covid-19 (Folkhälsomyndigheten, 2021). En viktig del vid arbete med SNI-frågor är ställningstaganden på personlig eller samhällslevelig nivå (Ratcliffe & Grace, 2003). I frågan om coronaviruset behöver varje samhällsmedborgare informera sig och ta beslut i sin vardag om hur smittspridning kan undvikas och huruvida de ska vaccinera sig eller inte. Informerade beslut behöver tas även på samhällsnivå, då politiker och myndigheter beslutar om bland annat restriktioner, resurser och vem som ska prioriteras i vaccinationskön.

Kriterier som kännetecknar SNI är bland annat att SNI-frågor är aktuella i medierna och ofta har sin grund i forskningens framkant. Dessutom innehåller frågorna bristfällig eller motstridig information på grund av intressekonflikter, och de vetenskapliga bevisen på området är ofta ofullständiga (Ratcliffe & Grace, 2003; Sadler, Foulk & Friedrichsen, 2017; Zeidler, 2014). Rapporteringen om coronaviruset sker i skrivande stund i alla medier under dygnets alla timmar. Men det är inte bara seriösa medier som står för informationsspridningen. Det florerar en hel del felaktig information kopplad till pandemin och kanske framför allt kopplad till de vaccin som tagits fram för att minska smittspridningen⁵. Vissa människor går rentav så långt som att de i organiserade grupper strävar efter att sprida desinformation⁶, vilken de hävdar är sanningen. Den kunskap som forskningen kring covid-19 bidragit med har vuxit fram under pandemins framfart, vilket innebär att beslut som togs i början av pandemin kanske inte visade sig så kloka med facit i hand. Den växande kunskapen från olika forskningsstudier bidrar även till ett större underlag för olika beslut, till exempel kring vilka som kan vaccineras, hur de svårast sjuka bäst vårdas eller vilka restriktioner som krävs. Osäkerheten som det otillräckliga kunskapsläget och skiftande råd och restriktioner bidrar till kan utnyttjas av de som vill sprida desinformation. Att söka, utvärdera och hålla sig kritisk till olika typer av information blir mot bakgrund av detta en mycket viktig kompetens för en samhällsmedborgare, både på individnivå och på samhällsnivå (Lundström, Ekborg & Ideland, 2012). Sjøberg (2010) pekar på vikten av källkritik och en allmän kritisk hållning och vidhåller att det även är viktigt att ha grundläggande naturvetenskapliga faktakunskaper för att kunna "orientera sig i den kaotiska strömmen av 'informationer'" (s. 510). Medielitteracitet spelar en stor roll när det kommer till SNI-frågor (Hodson, 2013), både i vardagen och i klassrummet.

SNI-frågor innehåller många gånger aspekter av hållbar utveckling och kräver ofta avvägningar mellan nytta och kostnad eller risk (Ratcliffe & Grace, 2003). Frågan om coronaviruset har effekter på alla de tre delar⁷ som hållbar utveckling delas in i. Det krävs dessutom ständiga överväganden mellan nytta och risk, beträffande till exempel massvaccinering, vaccination på individuell nivå, förbud mot alkoholservering, besöksförbud, distansundervisning i skolor eller vilka andra människor som det är lämpligt att träffa med tanke på smittorisk. Dessa avvägningar inrymmer även värderingar och etiska frågor, vilket är en annan viktig aspekt inom SNI (se t.ex. Nielsen, 2012; Owens et al., 2017; Ratcliffe & Grace, 2003; Sjøberg, 2010). Kanske är

⁵ Se t.ex. artiklarna "Analys: 'Polariserad debatt och desinformation om coronaviruset'" av Knutsson (2020), "Brittiska forskaren: 'Trumps uttalande hämtat från antivaccinationsrörelsen'" av Johansson (2020) och "Amerikanska vaccinnmotståndare tar sikte på coronavaccin" av Fridh Kleberg (2020).

⁶ Se t.ex. Europeiska rådet/Europeiska Unionens råd (2021) – "Kamp mot desinformation".

⁷ Ekonomisk, social och ekologisk hållbarhet.

det till exempel någons morfar/partner/barn som drabbas av svår sjukdom på grund av ett risktagande. SNI-frågor har ingen given lösning med ”rätta svar” (Ratcliffe & Grace, 2003), vilket bidrar till frågornas komplexitet (Sadler et al., 2007).

Elever som arbetar med SNI använder och utvecklar olika kompetenser som rör målet om demokratiskt medborgarskap där samhällsmedborgare kan fatta informerade beslut (Owens, Sadler & Friedrichsen, 2021). Sadler et al. (2007) beskriver fyra kompetenser som behövs för att framgångsrikt resonera kring och fatta beslut i SNI. De fyra kompetenserna utgör tillsammans vad författarna kallar *socioscientific reasoning* (SSR). Begreppet är inte enkelt att översätta, varför jag väljer att använda den engelska förkortningen i fortsättningen.

SSR (Sadler et al., 2007) handlar om att:

- Inse och förstå en frågas komplexitet.
- Se frågan utifrån olika perspektiv.
- Förstå att frågan är föremål för pågående utredning och därmed inte har något givet svar.
- Hantera information med ett kritiskt förhållningssätt.

Simonneaux och Simonneaux (2009) bygger vidare på SSR genom att föreslå fler kompetenser: (a) identifikation av risker och osäkerheter, (b) att kunna upptäcka och värdera kunskap som inte kommer från akademiska källor, (c) att väga in olika värderingar som påverkar ställningstaganden, samt (d) förmåga att upptäcka olika typer av styrning (t.ex. politisk och ekonomisk) och analysera maktbalans på lokal och global nivå. Romine, Sadler, Dauer och Kinslow (2020) menar dock att de förslag som ges av Simonneaux och Simonneaux (2009) inryms i de kompetenser som ursprungligen presenterades för SSR i Sadler et al. (2007).

Forskare (Presley et al. 2013) har granskat studier inom SNI-forskningsfältet och har utvecklat en SNI-undervisningsmodell som grundar sig i tidigare studiers resultat och rekommendationer. Modellen sammanfattar flera av de perspektiv som nämnts ovan. Den lyfter fram tre viktiga aspekter (design, lärandeupplevelser och lärarattribut), samtidigt som den pekar på viktiga faktorer i klassrumsmiljön samt yttre faktorer som kan vara betydelsefulla. Tabell 1 ger en översikt av de tre aspekter som Presley et al. (2013) menar bör tas i beaktande vid SNI-undervisning. Liknande rekommendationer ges av till exempel Sadler et al. (2017) och tas i beaktande vid utformning av SNI-undervisning i exempelvis Owens et al. (2021).

Tabell 1.

De tre huvudsakliga aspekterna i SNI-undervisningsmodellen som utvecklats av Presley et al. (2013).

	Design	Lärandeupplevelser	Läraryttribut
Nödvändiga aspekter	SNI-fallet ska vara en övertygande fråga ("compelling issue") med tydlig koppling till naturvetenskap	Komplexa uppgifter ("higher-order practices"), till exempel argumentation eller beslutsfattande	Kännedom om SNI-fallet (a) Ha kunskap om det naturvetenskapliga innehållet i fallet (b) Vara medveten om de sociala (t.ex. ekonomiska och politiska) aspekter som fallet innehåller
	SNI-fallet ska presenteras i början av undervisningen	Naturvetenskapliga idéer och teorier relaterade till SNI-fallet	Lärare som lärande (a) Ärlighet kring kunskapsbegränsningar (b) Vilja att inta position som kunskaps-bidragare i stället för kunskapsauktoritet
	Stöttning vid mer komplexa aktiviteter, till exempel argumentation och beslutsfattande	Samla och/eller analysera naturvetenskaplig information relaterad till SNI-fallet	Vilja att hantera osäkerhet i klassrummet
	Avslutande aktivitet som ger möjlighet att använda lärdomar (t.ex. debatt)	Ta hänsyn till sociala (t.ex. politiska, ekonomiska) aspekter av SNI-fallet	
Rekommenderade aspekter	Använda medierna för att koppla undervisningen till omvärlden	Hantera etiska aspekter kopplade till SNI-fallet	
	Använda teknik för att underlätta lärande-aktiviteter	Överväga naturvetenskapens karaktär i relation till SNI-fallet	

Argumentation

Argumentation är ofta centralt i SNI-undervisning. I denna studie används ett ramverk för argumentation (se Figur 1, s. 29) som utvecklats av Christenson och Chang Rundgren (2015). För att ge en bakgrund till argumentationsramverket och olika begrepp som är vanliga inom argumentationsområdet beskrivs i detta avsnitt ett urval av modeller som använts i forskning kring SNI-argumentation. Dessa modeller har ofta utvecklats ur varandra av olika forskare. Det ramverk (Christenson & Chang Rundgren, 2015) som ligger till grund för elevernas arbete i denna studie är en fusion av två andra argumentationsmodeller, SEE-SEP (Chang Rundgren & Rundgren, 2010) och Lakatosmodellen⁸ (Chang & Chiu, 2008).

⁸ *Lakatos' scientific research programmes*

En argumentationsmodell som används som analytiskt ramverk i majoriteten av de forskningsstudier som inriktar sig på argumentation i naturvetenskapliga ämnen är Toulmins (2003) argumentationsmodell (Christenson, 2015). Modellen beskriver en önskad struktur för ett argument. De huvudsakliga delarna är *claim* (påstående) och *data* (information). Data utgörs av information som ligger till grund för påståendet. Ett exempel på detta är påståendet "Lisa behöver kontrollera sin syn", som är en slutsats sprungen ur informationen "Lisa får ont i huvudet när hon läser". För att utveckla argumentationen används *warrants* (grunder) som förklarar/stödjer data. Dessa backas upp av ytterligare information i form av *backings* (uppsäckningar). *Rebuttals* (invändningar eller motbevis) utgörs av företeelser som kan tala emot påståendet. *Qualifiers* (styrkemarkörer) är ord som används för att markera påståendets giltighet; exempel på sådana ord kan vara troligen, kanske och säkerligen. Argumentations-exemplet kan utvecklas till: "Lisa får ont i huvudet när hon läser (data) eftersom man kan få det om man anstränger ögonen en längre tid (warrant). Detta på grund av att musklerna i och kring ögonen blir uttröttade (backing). Om det inte beror på något annat, som otillräckligt vätskeintag eller stress (rebuttal), bör Lisa troligen (qualifier) kontrollera sin syn (claim)."

En av de modeller som Christensons och Chang Rundgrens (2015) argumentations-ramverk är grundat på är Lakatosmodellen (Chang & Chiu, 2008), som kan användas som ett ramverk för att analysera studenters texter. Till en början försökte Chang och Chiu (2008) analysera texter med Toulmins (2003) modell men stötte på flera svårigheter. Det var till exempel svårt att urskilja vad som skulle räknas som warrants, backings och qualifiers. En ytterligare begränsning i Toulmins modell är att den avgränsar sig till förhållandevis korta argument (Kelly, Druker & Chen, 1998). Efter en genomgång av forskningslitteratur inom området beskriver Chang och Chiu (2008) fem kännetecken för informell argumentation, vilka utgör Lakatosmodellen.

En argumentation av hög kvalitet bör enligt Lakatosmodellen (Chang & Chiu, 2008) bestå av följande fem punkter:

1. *Making claims* innebär att ett påstående eller en slutsats presenteras.
2. *Supporting reasons* är anledning/argrunder till eller information som stödjer påståendet.
3. *Counter arguments* är motargument till påståendet eller begränsningar av argumenten som förs.
4. *Showing qualifiers*⁹ innebär att kunna ge alternativa lösningar för att utvidga gränserna för påståendet.

⁹ *Qualifier* handlar här om att utvidga gränserna för ett påstående. Begreppet kan liknas vid beskrivningen av samma begrepp inom Toulmins argumentationsmodell. Där beskrivs begreppet

5. *Evaluating arguments* innebär att den som argumenterar utvärderar sina och andras argument.

Tidigare nämndes några problem med att använda Toulmins argumentationsmodell som analysverktyg för argumenterande texter. Chang och Chiu (2008) beskriver att studenter i längre argumentationer ofta tar upp ämnen som kanske inte alltid är direkt relaterade till de data som presenterats som grund för påståendet, vilket gör att det blir svårt att kategorisera dessa i enlighet med Toulmins modell. Författarna ger ett exempel på detta med ett citat ur en students text (s. 1757): "I would buy the genetically modified food, because I have not heard about any human dying because of eating it. Besides, genetically modified food perhaps is good research to prevent the crisis of food deficiency in the future." Utifrån Toulmins (2003) modell kan den första meningen delas upp i ett påstående (jag skulle köpa genetiskt modifierad mat) och bakomliggande data (eftersom jag inte har hört talas om någon människa som dött av att äta den). Den andra meningen handlar dock om någonting annat: att GMO-grödor kan vara bra att forska kring för att hindra matbrist i framtiden. Genom att använda Lakatosmodellen kan den andra meningen ses som en kvalifier eftersom den ger ytterligare stöd för de argument som presenteras. Från sina resultat drar Chang och Chiu (2008) slutsatsen att Lakatosmodellen är ett passande analysverktyg i SNI-argumentation.

Den andra modell som ligger till grund för argumentationsramverket (Christenson & Chang Rundgren, 2015) är SEE-SEP-modellen som utformats av Chang Rundgren och Rundgren (2010) i ett försök att samla de många dimensioner som arbete med SNI-frågor kan innehålla. Modellen kan användas som ett analytiskt ramverk för att undersöka vilka aspekter och ämnesområden elever använder vid argumentation i SNI-frågor. SEE-SEP-modellen är uppdelad i sex olika ämnesområden: *sociology/culture* (So), *economy* (Ec), *environment/ecology* (En), *science* (Sc), *ethics/morality* (Et) och *policy* (Po)¹⁰. De sex ämnesområdena är förbundna med tre olika aspekter, *knowledge* (K), *value* (V) och *personal experiences* (P)¹¹. Genom att kombinera ämnesområdena med de tre olika aspekterna erhålls 18 olika koder (se Tabell 2). Christenson et al. (2011) använde SEE-SEP modellen för att analysera elevers skriftliga argumentation och konstaterade att modellen är lämplig som analysverktyg då alla 18 koder återfanns i

som en styrkemarkör som markerar ett påståendes giltighet. Styrkemarkörer som troligen och säkerligen är också ett sätt att utvidga eller begränsa ett påstående.

¹⁰ Se svensk översättning i Tabell 2.

¹¹ I den ursprungliga modellen, som presenteras i Chang Rundgren & Rundgren (2010), används *personal experiences* och förkortningen (P); dock förekommer varianter (se t.ex. Eriksson, 2014) där förkortningen som används är (E) för *experiences*, vilket resulterar i andra bokstavskombinationer i de 18 koder som modellen genererar.

elevernas texter i högre eller lägre utsträckning. En enda elevtext innehöll inte alla 18 koder, däremot flera elevtexter tillsammans.

Tabell 2.

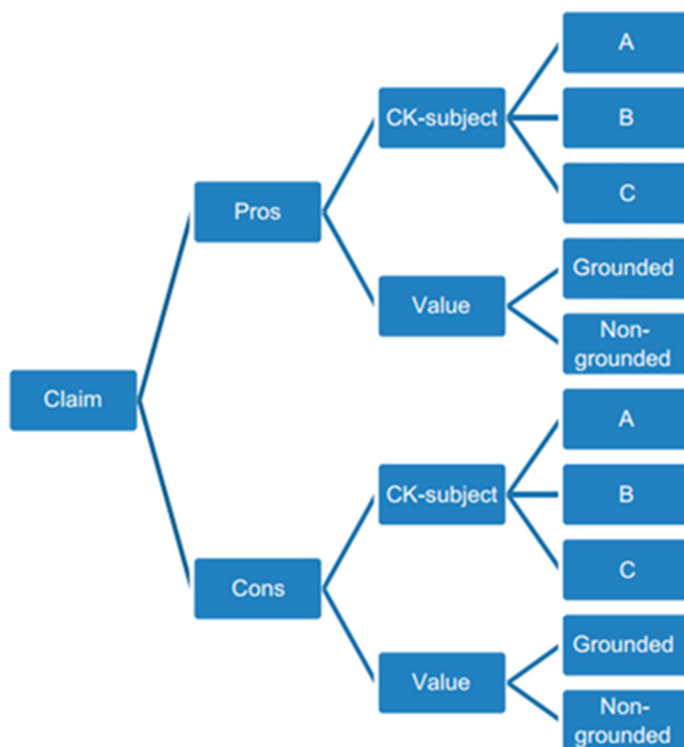
SEE-SEP-modellens ämnesområden kombineras med kunskaper, värden och personlig erfarenhet vilket resulterar i 18 olika koder (Chang Rundgren & Rundgren, 2010).

	Sociologi/ Kultur (So)	Ekonomi (Ec)	Miljö/ Ekologi (En)	Naturvetenskap (Sc)	Etik/Moral (Et)	Politik (Po)
Kunskap (K)	SoK	EcK	EnK	ScK	EtK	PoK
Värden (V)	SoV	EcV	EnV	ScV	EtV	PoV
Personlig erfarenhet (P)	SoP	EcP	EnP	ScP	EtP	PoP

De två modellerna (Lakatosmodellen och SEE-SEP) angriper argumentation utifrån två olika perspektiv. Lakatosmodellen handlar om argumentationsstruktur, då den pekar på hur en argumentation kan byggas upp (påstående, anledningar, motargument etc.). SEE-SEP har i stället fokus på olika ämnesområden och var argumenten har sin grund (kunskap, värden eller erfarenhet). Christenson och Chang Rundgren (2015) tog hänsyn till dessa två inriktningar (struktur och innehåll) och utformade ett argumentationsramverk med syftet att underlätta för lärare att bedöma elevers argumentation kring SNI-frågor. Ramverket är även förankrat i de svenska styrdokumenterna och de nationella proven för grundskolans senare år samt gymnasiet. I sin granskning av forskning kring SNI-argumentation fann Christenson och Chang Rundgren (2015) olika element som bör finnas med i en argumentation som anses hålla hög kvalitet. Dessa element handlar om strukturella (vad som ska finnas) och innehållsmässiga (vad det ska innehålla) kvaliteter, vilket nämdes tidigare. En viktig aspekt beträffande struktur är förmågan att presentera understöd (*justifications*) tillsammans med ett påstående (claim) eller en slutsats. Christenson och Chang Rundgren (2015) har valt att använda Zohar och Nemets (2002) definition av understöd/justifications som innefattar både backings och warrants¹² i samma kategori som data. Ytterligare en aspekt som hör till strukturkategorin är förekomsten av motargument, där andra synsätt övervägs. Innehållsmässiga kvalitetsmarkörer handlar om att presentera data och ämneskunskap som stödjer argumenten. Ämneskunskapens relevans och korrekthet bör övervägas, likaså är det en fördel om argumentationen utgår från flera perspektiv. Värderingar och moraliska resonemang kan även de bidra med kvalitet till en argumentation, liksom qualifiers (styrkemarkörer).

¹² Dessa begrepp kommer från Toulmins (2003) argumentationsmodell och förklaras i början av detta avsnitt.

Mot bakgrund av det som presenteras i ovanstående stycke konstruerade Christenson och Chang Rundgren (2015) ramverket som visas i Figur 1. Ett påstående bör presenteras med argument för och emot som i sin tur baseras på ämneskunskaper och/eller värderingar (som kan vara mer eller mindre utvecklade). I ramverket betecknar bokstäverna A, B och C ämneskunskapens korrekthet och relevans i sammanhanget. A innebär att den ämneskunskap som presenteras innehåller felaktigheter. B betyder att kunskaper presenteras som inte är direkt relevanta för ämnet. C står för korrekt och relevant ämneskunskap. Christenson och Chang Rundgren (2015) beskriver att det är en fördel om de ämneskunskaper som presenteras kommer från olika ämneskategorier då det ger flera perspektiv i argumentationen.



Figur 1.

Ramverk för bedömning av kvalitet i elevers argumentation. Ett påstående (*claim*) bör presenteras med argument för (*pros*) och emot (*cons*). Dessa kan i sin tur baseras antingen på ämneskunskaper (*CK-subject*, CK = *content knowledge*) eller på värderingar (*value*). Bokstäverna A, B och C betecknar graden av korrekthet och relevans vad gäller den information som presenteras. Värderingar kan vara antingen grundade (*grounded*), då de presenteras med ett välutvecklat resonemang, eller ogrundade (*non-grounded*). (Christenson & Chang Rundgren, 2015, s. 3).¹³

¹³ Figuren används med tillstånd av Taylor & Francis Ltd. © The Society of Biology. Ursprungligen publicerad i *Journal of Biology Education*. Christenson & Chang Rundgren (2015).

Undervisning i kemi och andra naturvetenskapliga ämnen

Två förslag som presenterats av elever när de fick frågan om hur gymnasiets kemiundervisning kan förbättras var mer vardagsanknytning och ökad möjlighet till elevcentrerade arbetsformer¹⁴ (Broman, Ekborg & Johnels, 2011; Broman, 2015). Dessa förslag antyder att eleverna upplever att kemiundervisningen inte anknyter till elevernas vardag och att undervisningen inte ger något större utrymme för elevers initiativ och kunskapssökande. Undervisning i kemi karakteriseras ofta av lärarcentrerade lektioner (Broman et al., 2011) med ett stort fokus på faktakunskaper (Broman, 2015). Ett flertal studier (se t.ex. Anderhag et al., 2016; Jidesjö, 2012; SOU 2010:28; Sjøberg & Schreiner, 2010) pekar på att elevers intresse för skolans naturvetenskapliga ämnen är lågt och att de uppfattar ämnena som svåra och ointressanta. Ansökningar till högskoleutbildningar inriktade på naturvetenskap och teknik har minskat, vilket på sikt kan leda till problem beträffande tillgång till naturvetenskapligt och tekniskt utbildad arbetskraft (SOU 2010:28). ROSE-projektet, som undersökt elevers attityder till naturvetenskap, visar att många elever i grundskolan är positivt inställda till naturvetenskap i allmänhet. Dock förekommer en negativ inställning till skolans naturvetenskapliga ämnen (Sjøberg & Schreiner, 2010). Denna negativa inställning kan tänkas hänga samman med de kunskapsförsämringar i naturvetenskap som svenska elever uppvisade i PISA-undersökningen 2012¹⁵ (Skolverket, 2013). Det sjunkande intresset för naturvetenskapliga ämnen tros enligt Jidesjö (2012) bero på att undervisning i naturvetenskap till stor del bedrivs traditionellt med stort fokus på faktakunskaper.

Anledningar till att undervisning i naturvetenskapliga ämnen ofta bedrivs i mer traditionell anda än andra skolämnen skulle kunna vara den stofffrångsel som råder i ämnesplanerna. Det är en stor mängd naturvetenskapliga begrepp och teorier som eleverna förväntas lära sig, vilket i sin tur resulterar i tidsbrist och en rädsla för att fokus hamnar utanför det egentliga naturvetenskapliga stoffet i mer elevcentrerade arbetsformer (Ekborg et al., 2013; Hodson, 2013). Lärare känner sig även osäkra inför att arbeta med SNI-argumentation (Ekborg et al., 2013) eftersom det för många lärare i naturvetenskap är okänd mark.

¹⁴ Dock var eleverna nöjda med den lärarcentrerade kemiundervisning som de varit med om.

¹⁵ I efterkommande PISA-undersökningar (2015/2018) ökade resultaten, men vid testet 2018 förekom oegentligheter där alltför många elever uteslöts från testerna, vilket kan ha påverkat resultatet (Riksrevisionen, 2021).

Scientific literacy i gymnasieskolans styrdokument

Hur scientific literacy ska gestaltas i utbildning är omdebatterat (Sjöström & Eilks, 2018). Innebörden av begreppet är framskrivet i de svenska ämnesplanerna för naturvetenskapliga ämnen. Till exempel ska elever i gymnasieskolans kemiämne utveckla kunskaper och förmågor inom fem olika områden (Skolverket, 2011b):

1. Kunskaper om kemins begrepp, modeller, teorier och arbetsmetoder samt förståelse av hur dessa utvecklas.
2. Förmåga att analysera och söka svar på ämnesrelaterade frågor samt att identifiera, formulera och lösa problem. Förmåga att reflektera över och värdera valda strategier, metoder och resultat.
3. Förmåga att planera, genomföra, tolka och redovisa experiment och observationer samt förmåga att hantera kemikalier och utrustning.
4. Kunskaper om kemins betydelse för individ och samhälle.
5. Förmåga att använda kunskaper i kemi för att kommunicera samt för att granska och använda information.

(Skolverket, 2011b, Ämnets syfte)

Områdena 4 och 5 kan jämföras med Roberts (2007) Vision II, medan de tre första har mer gemensamt med Vision I. Ämnesplanerna i de naturvetenskapliga ämnena betonar att undervisningen ska ”bidra till att eleverna, från en naturvetenskaplig utgångspunkt, kan delta i samhällsdebatten och diskutera etiska frågor och ställningstaganden” (Skolverket, 2011b), vilket stämmer väl överens med Vision II. En mer progressiv utbildning, liknande det som Sjöström och Eilks (2018) beskriver som Vision III, förespråkas av flera forskare (se t.ex. Hodson, 2013; Vesterinen, Tolppanen & Aksela, 2016), men kan även motiveras utifrån läroplanen för den svenska gymnasieskolan, Gy11, som till exempel innefattar följande:

Utbildningen ska främja elevernas utveckling till ansvarskännande människor, som aktivt deltar i och utvecklar yrkes- och samhällslivet. [...] Miljöperspektivet i undervisningen ska ge eleverna insikter så att de kan dels själva medverka till att hindra skadlig miljöpåverkan, dels skaffa sig ett personligt förhållningssätt till de övergripande och globala miljöfrågorna. Undervisningen ska belysa hur samhällets funktioner och vårt sätt att leva och arbeta kan anpassas för att skapa hållbar utveckling. (Skolverket, 2011a, Gy11, Gymnasieskolans uppdrag)

Skolan ska aktivt och medvetet påverka och stimulera eleverna att omfatta vårt samhälles gemensamma värderingar och låta dessa komma till uttryck i praktisk vardaglig handling. (Skolverket, 2011a, Gy11, Normer och Värden)

Skrivningarna i gymnasieskolans läroplan visar tydligt att skolan har ett uppdrag att utbilda elever till att aktivt medverka och bidra till ett hållbart samhälle, bland annat utifrån ett miljöperspektiv.

Forskning om scientific literacy och SNI-argumentation

SNI-argumentation kan användas som redskap i undervisningen för att utveckla elevers scientific literacy. Detta avsnitt behandlar tidigare forskning kring områdena SNI, argumentation och scientific literacy.

Argumentation studeras ofta utifrån ett SNI-sammanhang menar Lin, Lin och Tsai (2014), som har undersökt forskningstrenderna inom *science education* i ett flertal stora tidskrifter. SNI-argumentation har fått stor uppmärksamhet sedan början av 2000-talet (Lin et al., 2014). Detta uttrycks även av Erduran, Ozdem och Park (2015), som i sin innehållsanalys av artiklar publicerade mellan 1998 och 2014 i tre välrenommerade tidskrifter¹⁶ visar att antalet artiklar inom ämnet argumentation i naturvetenskaplig undervisning fick ett betydande uppsving från 2007 och framåt. Erduran et al. (2015) ger två möjliga förklaringar till den ökande populariteten för forskning kring argumentation. En betydande faktor kan vara publiceringen av artiklar som lett vägen för kommande forskningsartiklar, vad gäller både tankesätt och metodologi. Sadler och Zeidler fick till exempel artikeln ”Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making” publicerad i *Journal of Research in Science Teaching* år 2005. En annan artikel som blivit viktig i sammanhanget är den av Erduran, Simon och Osborne (2004) med titeln ”TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin’s argument pattern for studying science discourse”. Ytterligare en anledning till ett ökat fokus på argumentation i naturvetenskaplig utbildning kan vara att det efter millennieskiftet på flera håll i världen utkom ett antal policydokument med skrivningar om vikten av argumentation i undervisningen, vilket kan ha bidragit till att mer forskning kring området blev nödvändigt (Erduran et al., 2015). I en sammanfattning av forskningstrender inom SNI visar Zeidler, Herman och Sadler (2019) att de senaste årens forskning kretsat kring (a) SSR och vilka kunskaper eller kompetenser som elever får med sig genom att arbeta med SNI, (b) SNI och perspektivtagande, det vill säga att sätta sig in i och försöka förstå andras perspektiv, utifrån både ett kognitivt och ett känslomässigt perspektiv, och (c) SNI i informella miljöer och i plats-baserade sammanhang (t.ex. utanför skolan på en plats med koppling till SNI-frågan).

¹⁶ *Science Education*, *International Journal of Science Education* och *Journal of Research in Science Teaching*

Möjligheter och svårigheter vid SNI-argumentation

Detta avsnitt syftar till att ge en översikt av vilken potential och vilka utmaningar som SNI-argumentation för med sig. Studier som fokuserat på argumentation i SNI visar att arbetssättet kan möjliggöra elevers utveckling av olika kompetenser och förmågor som är kopplade till scientific literacy. Forskningen belyser även elevers svårigheter när de förväntas argumentera och fatta informerade beslut. Till viss del berörs även lärares svårigheter.

Möjligheter

Genom SNI kan elever lära sig naturvetenskapligt innehåll (Ekborg et al., 2013; Klosterman & Sadler, 2010; Ottander & Ekborg, 2012; Rietz, Jönsson & Lundström, 2021; Sadler, Romine & Topçu, 2016; Sagmeister, Shinagl, Kapelari & Vrabl, 2021; Venville & Dawson, 2010). I studien av Sadler et al. (2016) studerades elevers ämneskunskaper i genetik med förtester och eftertester. Resultaten visar att elever som arbetat med SNI presterade bättre beträffande både sådana ämneskunskaper som ingick i det aktuella SNI-fallet och när det kom till genetik kunskaper utanför det innehåll som eleverna arbetat med. Ett annat exempel är studien av Ekborg et al. (2013), i vilken lärarna beskriver att eleverna lärde sig naturvetenskapliga fakta och hur dessa kunde användas i argumentation. I en studie av Ottander och Ekborg (2012), som var del av samma forskningsprojekt som Ekborg et al. (2013), undersöktes dessutom elevers perspektiv på SNI-undervisning. Undersökningen genomfördes via en enkät med 1500 elever som tillsammans med sina lärare deltagit i projektet. Lärarna hade fått välja mellan olika SNI-fall som de sedan implementerade i sin undervisning. SNI-fallen handlade om till exempel mat och hälsa, global uppvärmning, ögonlaserbehandling och mobiltelefoner. Elevernas enkätsvar tyder på att de upplevde att de lärde sig naturvetenskap, men också att söka och utvärdera information och att argumentera för sin ståndpunkt. De SNI-fall som eleverna fann mest intressanta var också de fall i vilka eleverna menade att de lärt sig mest.

Ytterligare möjligheter som SNI öppnar för är elevers utveckling av kritiskt tänkande (se t.ex. Ekborg et al., 2013; Juntunen & Aksela, 2013; Owens et al., 2021; Rafolt, Kapelari & Kremer, 2019; Talens, 2016) och medielitteracitet (se t.ex. Ottander & Ekborg, 2012; Sagmeister et al., 2021). I studien av Ekborg et al. (2013), där lärares perspektiv på SNI-undervisning undersöktes, beskriver lärare att eleverna förbättrade sin medielitteracitet då de lärde sig att tänka kritiskt och att söka information. Ett annat exempel kan vi se i studien av Talens (2016) där elever observerades och intervjuades i syfte att undersöka hur de arbetade för att fatta informerade beslut i en SNI-fråga om energikällor. Elevintervjuer och lärarobservationer visar att eleverna utvecklade sitt kritiska tänkande då de samlade, granskade, jämförde och analyserade information för

att kunna ta ställning i SNI-frågan. Ett kritiskt förhållningssätt beskrivs av författaren som en grundläggande kompetens för att fatta informerade beslut. Kritiskt tänkande och medielitteracitet är nära förbundna med varandra eftersom förmågan att söka och hantera information är beroende av kritiskt tänkande, vilket resultaten i dessa studier tyder på.

Utöver naturvetenskapliga fakta, kritiskt tänkande och medielitteracitet kan elever lära sig se flera perspektiv och förstå frågans/frågornas komplexitet (Juntunen & Aksela, 2013; Owens et al., 2021; Talens, 2016). En studie som exemplifierar detta är Talens (2016), där elever beskriver att SNI-fallet gjorde att de fick upp ögonen för flera olika aspekter i en fråga om energikällor. Eleverna förstod komplexiteten i frågan och insåg att den saknade enkla lösningar eller svar. SNI-fallet bidrog till en större medvetenhet kring naturvetenskapens och samhällets interaktion, vilket Talens (2016) menar skapar gynnsammare förutsättningar för elevernas aktiva samhällsmedborgarskap. I en annan studie, av Juntunen och Aksela (2013), fick gymnasieelever genomföra en livscykelanalys för en valfri produkt. Studiens syfte var att undersöka hur elevernas arbete påverkade deras *environmental literacy* och deras attityder till kemiundervisningen. För att ta reda på detta fick eleverna genomföra enkäter och delta i intervjuer. Elevernas svar tyder på att de har fått ökad förståelse för komplexitet. Enligt eleverna ökade deras medvetenhet kring kopplingar mellan miljö och samhälle, samtidigt som de upplevde att de fått nya insikter och perspektiv. Ett annat exempel på nya perspektiv finns i studien av Lee et al. (2013), som undersökte hur ett SNI-fall om GMO (genetiskt modifierade organismer) påverkade elever och deras värderingar. I studien analyserades elevdiskussioner, men även enkäter och intervjuer som genomförts med elever och lärare. Slutsatser som dras är bland annat att eleverna utvecklade ansvarskänslor och en vilja att agera, vilket kan ses som förutsättningar för aktiv handling. Andra effekter som visade sig var att SNI påverkade elevernas perspektivtagande, känslighet för moraliska och etiska aspekter samt empati för människor som på olika sätt påverkas av frågan (se även Fowler, Zeidler & Sadler, 2009; Sadler et al., 2007). Något som eleverna däremot inte gav uttryck för var vilja att engagera sig aktivt i grupper som agerar för en lösning på problemen kopplade till frågan (Lee et al., 2013).

Ytterligare en aspekt från tidigare forskning är hur SNI inverkar på elevers konsumtionshandlingar och deras tankar relaterade till konsumtion. I studien av Juntunen och Aksela (2013) resonerade elever kring sin konsumtion och vilken effekt deras olika val kan komma att få. Ett flertal av eleverna angav att deras konsumentbeteende förändrats av SNI-arbetet. Däremot menade ungefär hälften av eleverna att deras miljörelaterade beteende inte hade påverkats. Eleverna betonade dock att de trodde att skolarbete kan ha förmågan att påverka deras beteende om det sträckte sig under tillräckligt lång tid. Dessutom menade de att förändring skulle ske lättare om några elever började att förändra sina vanor, för då skulle andra följa efter (Juntunen &

Aksela, 2013). Elever från en annan studie (Vesterinen et al., 2016), som fick beskriva vilka handlingar de utför för att bidra till en bättre värld, pekade på vikten av att öka medvetenheten kring miljöfrågor hos andra genom sina egna miljöhandlingar. Genom att göra aktiva val (t.ex. att återvinna eller att välja ekologisk mat) hade eleverna förhoppningar om att påverka andra att ändra sina vanor till att bli mer hållbara. Eleverna menade att det mest effektiva sättet att lösa hållbarhetsproblem var genom att öka medvetenheten hos andra. Detta eftersom eleverna ansåg att det grundläggande problemet beträffande framför allt miljöfrågor var just bristen på medvetenhet (Vesterinen et al., 2016).

Svårigheter

Som ovan beskrivits har tidigare studier visat på ett antal möjligheter med SNI-argumentation i undervisningen. Men det finns också svårigheter med argumentation i SNI-undervisning. En studie som åskådliggör detta är den av Lazarou, Sutherland och Erduran (2016), som har undersökt elvaåriga elevers argumentation och pekar på ett antal svårigheter, bland annat att elever har svårt att koppla samman olika ämneskunskaper och att formulera fullständiga argument. Argumenten var med andra ord inte tillräckligt utvecklade eftersom eleverna inte kunde använda ämneskunskaper som redskap i argumentationen. Ofta saknades "varför-delen" av argumentet, vilket innebar att eleverna inte förklarade de bakomliggande orsakerna. Eleverna i studien var visserligen unga, men det är inte bara grundskoleelever som uppvisar dessa svårigheter. Även gymnasieelever har svårigheter att använda ämneskunskaper i sin argumentation. Christenson et al. (2014) använde SEE-SEP-modellen för att jämföra argumentation hos elever från två olika gymnasieprogram: naturvetenskapsprogrammet respektive samhällsvetenskapsprogrammet. Alla elever i studien använde främst värderingar för att understödja sina argument. Ämneskunskaper användes endast i liten utsträckning. Den skillnad som framkom mellan elever på olika gymnasieprogram var att elever med samhällsvetenskaplig inriktning gav fler understöd¹⁷ till sina argument än elever med naturvetenskaplig inriktning. I övrigt var fördelningen lika för båda grupperna mellan användande av kunskap, erfarenhet och värderingar, med stor övervikt för understöd baserade på värderingar. Christenson et al. (2014) resonerar kring möjliga anledningar till skillnaden i antal understöd och föreslår att elever och lärare med samhällsvetenskaplig inriktning är mer vana vid argumentation i undervisningen. Andra forskare som jämfört argumentation av elever från naturvetenskaplig inriktning med andra elevers argumentation är Chang och Chiu (2008). De analyserade elevers

¹⁷ Ett understöd till ett argument definieras i denna studie som en orsak till varför en viss ståndpunkt har intagits. Ett understöd kan vara baserat på t.ex. kunskaper eller värderingar.

argumenterande texter med hjälp av Lakatosmodellen¹⁸. Resultaten visade att elever som läser naturvetenskaplig inriktning presterade bättre i sin SNI-argumentation än elever från andra inriktningar. Enligt Chang och Chiu (2008) betyder detta att elevers grundkunskaper har betydelse för kvaliteten i argumentationen. Eleverna hade dock svårigheter att presentera motargument och att utvärdera andras argument (se även Sadler, 2004). Endast 9 av 70 elever hade alla komponenter från Lakatosmodellen i sin argumentation, vilket indikerar att det finns ett behov av att utveckla undervisning kring argumentation. De svårigheter som eleverna uppvisade i studien av Chang och Chiu (2008) handlar till stor del om strukturella aspekter, såsom förekomsten av motargument och utvärdering av dessa. Liknande svårigheter uppmärksammas i flera andra forskningsstudier, vilket Sadler (2004) visar i sin metaanalys av studier med inriktning på SNI-argumentation. I de flesta av de granskade studierna antydde resultaten att elever ofta inte uppvisar någon högre kvalitet i sin argumentation. Vanliga svårigheter var att eleverna inte understödde sina ståndpunkter tillräckligt och att de inte heller presenterade motargument eller tog hänsyn till andra ståndpunkter. Liknande problem visar sig i en studie av Dawson och Carson (2017), där elever fick ta ställning i två olika SNI-frågor om klimatförändringar med syftet att testa och bedöma elevers argumentationsförmåga. Eleverna undervisades inte om argumentation i samband med studien, däremot fick de i arbetet stöttande frågor för att de skulle komma på så många anledningar till sitt val som möjligt. Eleverna fick därefter argumentera skriftligt. Endast en liten andel av eleverna nådde någon av de högre nivåerna på skalan över kvalitet i argumentation. Till exempel saknades motargument och tillräcklig grund (backings) för argumenten.

Andra svårigheter som framkommer handlar om förståelse för, tolkning av och användning av olika slags information kopplad till SNI-frågorna. Till exempel har Lee (2007) undersökt elevers förmågor relaterade till beslutsfattandeprocessen och hur de använde evidens när de argumenterade kring en SNI-fråga om huruvida rökning bör förbjudas på restauranger. Eleverna i studien hade svårigheter att skilja på acceptabla och oacceptabla bevis. Dessutom lade eleverna olika vikt vid olika argument, vilket inte alltid var rimligt med avseende på argumentens innebörd. Hodson (2013) beskriver att elever ofta har svårt att skilja mellan ståndpunkter och evidens, och evidens från slutsatser. Att konstruera argument där ståndpunkter och evidens kopplas samman på ett godtagbart vis är en annan svårighet (Cho & Jonassen, 2002). Elever har också svårt att med säkerhet hantera alla de för- och motargument som SNI är fyllda av (Hodson, 2013). Lärarna i studien av Ekborg et al. (2013) beskriver att elever hade svårigheter att formulera frågor och att kritiskt utvärdera olika argument. Ytterligare en svårighet var att använda medierna för att ta reda på mer information om SNI-fallet. Eleverna i

¹⁸ Modellen har beskrivits tidigare i detta kapitel.

studien uppgav att de inte ansåg sig ha lärt sig lika mycket naturvetenskap som på vanliga lektioner. Författarna menar dock att det kan ha berott på att eleverna inte gavs tillräcklig stöttning när de träffade på svårigheter med att ställa frågor, att finna information och att kritiskt utvärdera densamma. I studien av Karahan och Roehrig (2017) intog eleverna en kritisk hållning gentemot information från medierna. Dock var de inte särskilt skeptiska mot vetenskapliga källor eller förstahandskällor (t.ex. när eleverna pratat med personer med koppling till SNI-fallet), vilket tyder på svårigheter att inta ett kritiskt förhållningssätt gentemot vissa typer av källor. I en litteraturgenomgång av Sadler (2009) framgår att det utöver studier som visar elevers utveckling av kritiskt tänkande (*higher-order thinking*) finns studier som rapporterar om elevers svårigheter med mer avancerade resonemang i SNI-kontexten. Sadler (2009) menar att huruvida SNI kan stödja elevers utveckling av kritiskt tänkande beror på hur eleverna stöttas i arbetet och vilken kvalitet denna stöttning har. Hur SNI-undervisning utformas har med andra ord stor betydelse för hur elevernas kritiska tänkande utvecklas.

Formen för argumentation verkar ha betydelse för hur elever argumenterar. Det visar sig i studien av Macagno (2016), som jämförde elevers användning av evidens i skriftlig och muntlig argumentation genom att eleverna fick använda 15 olika kort¹⁹ med belägg (*evidence*) när de skulle argumentera kring rökning. Eleverna verkade ha svårigheter att använda beläggen för att bemöta motargument eller andras ståndpunkter i sin skriftliga argumentation, där de i stället använde beläggen för att direkt stödja sin egen ståndpunkt. I den muntliga argumentationen användes beläggen dock i högre utsträckning för att försvaga motståndarens argument. Värt att påpeka är att vid denna typ av upplägg har eleverna inte själva formulerat beläggen, vilket eventuellt kan ha påverkat sättet de använde och förstod de olika beläggen.

Det är inte enbart elever som har svårigheter med SNI-argumentation. Även lärare stöter på svårigheter. Ekborg et al. (2013) visar till exempel att lärare känner sig osäkra inför SNI-argumentation, då det ofta upplevs som obekant i jämförelse med en mer traditionell undervisning (se även Gray & Bryce, 2006; Newton, Driver & Osborne, 1999). Lärare kan till exempel känna sig osäkra på hur de bör hantera elevers reaktioner eller känslor som kan uppstå vid diskussion om känsliga ämnen, och det förekommer även osäkerhet hos lärare kring i vilken utsträckning de bör delta i elevers diskussioner (Bryce & Gray, 2004). I en studie av Bossér, Lundin, Lindahl och Linder (2015) framkommer lärares svårigheter att balansera elevcentrerad SNI-undervisning med styrdokumentens lärandemål. Lärarna i studien upplevde det som en stor utmaning att få alla elever att uttrycka en välgrundad ståndpunkt vid diskussioner, och dessutom få med sig grundläggande naturvetenskapliga kunskaper i enlighet med ämnesplanen. Det finns även en rädsla för att rikta elevers fokus bort från naturvetenskapliga fakta.

¹⁹ Fem av korten talade emot rökning, fem talade för och fem var neutrala.

Lärarna i studien av Ekborg et al. (2013) talade till exempel om naturvetenskaplig kunskap som rena fakta som eleverna skulle lära sig. SNI-undervisning beskrevs som en "tidstjuv" som tog tid från undervisningen och allt innehåll (fakta/begrepp) som skulle hinnas med. Lärares faktainriktning visar sig även i andra studier. Till exempel i studien av Christenson, Gericke och Chang Rundgren (2017), som har undersökt naturvetenskapslärares och svensklärares bedömning av elevers skriftliga argumentation med avseende på både innehåll och struktur. Resultaten visar att lärare i naturvetenskapliga ämnen lade vikt endast vid det naturvetenskapliga innehållet i sin bedömning (se även Tidemand & Nielsen, 2017). De bedömde alltså inte kvaliteten i elevens argumentation. Möjligen kan detta relateras till lärares osäkerhet beträffande SNI-argumentation. Lärare tar kanske inte hänsyn till kvaliteten i argumentationen eftersom de själva inte är säkra på vad det faktiskt innebär. Som Christenson et al. (2017) påpekar finns det dock en stark betoning på SNI, kritiskt tänkande, medielitteracitet och argumentation i de naturvetenskapliga ämnesplanerna, vilket i sin tur innebär att naturvetenskapliga kurser bör utgöras av mer än endast naturvetenskapliga fakta. Lärarens roll vid SNI-argumentation diskuteras av Lazarou et al. (2016), som menar att lärare ofta har svårigheter att använda tillfredsställande strategier för att stötta elever att utveckla sin förmåga att argumentera. En viktig orsak till detta tros vara den tidsbrist och stora arbetsbörda som lärare arbetar under. Lärare dras mellan att undervisa elever om naturvetenskapliga begrepp och att fokusera på kunskaper som behövs för ett demokratiskt samhällsmedborgarskap. Tidsbrist leder till att lärare upplever det som svårt att få hinna med båda (Bartholomew et al., 2004). Det uppstår därmed en diskrepans mellan lärares vilja att inkludera och undervisa om SNI-argumentation med lämpliga metoder och de yttre krav som ställs i styrdokument och i rollen som lärare (Lazarou et al., 2016).

Hur kan svårigheter med SNI-argumentation mötas?

För att möta de svårigheter med SNI-argumentation som framkommit i olika studier ger forskare ett antal rekommendationer. Till exempel betonas vikten av att SNI-undervisning också inbegriper strukturella aspekter kring argumentation, då detta kan hjälpa elever att förstå sina arguments olika fördelar och nackdelar (Chang & Chiu, 2008). I en interventionsstudie av Zohar och Nemet (2002) fick elever stöttning kring både ämnesinnehåll och argumentation, och i resultaten visade eleverna förbättringar inom båda dessa. Kontrollgruppen, som inte fick någon stöttning beträffande argumentation, visade heller ingen förbättring i förmågan att argumentera. Resultaten tyder på att det inte är tillräckligt med endast mer ämneskunskaper för att uppnå en god argumentation, det behövs också kunskaper om argumentationsprocessen och argumentationens struktur. Sadler (2004) lyfter den lyckade interventionen av Zohar och Nemet (2002), men beskriver vidare att andra interventionsstudier visat att all form

av vägledning kring argumentation inte fungerar tillfredsställande. Sadler (2004) understryker att en lyckad intervention kräver att innehållet är relevant och har en personlig koppling till eleven. Hodson (2013) tar upp flera viktiga faktorer för SNI-undervisning och menar att det är centralt att elever har förmågan att konstruera sammanhängande och logiska argument. Utöver detta är det viktigt att undervisningen framhäver värdet av att understödja tagna ståndpunkter, liksom betonar vikten av att lyfta och bemöta motstridiga uppgifter och åsikter (Sadler, 2004). Elever behöver också kunna utvärdera andras argument för att själva kunna inta en ståndpunkt och förstå de kunskapsgrunder och argument som SNI-fallet är uppbyggt av (Hodson, 2013). Att presentera en SNI-fråga för eleverna och sedan låta dem arbeta på egen hand skulle troligen inte bidra till att eleverna utvecklar sina argumentationskunskaper. Resultaten i en studie av Wu och Tsai (2007) tyder till exempel på att det krävs tydliga och grundliga instruktioner för att elevers förmåga att argumentera utifrån olika perspektiv ska utvecklas och att detta inte sker utan stöttning. För att elever ska kunna argumentera på ett utvecklat vis krävs undervisning om argumentation genom tydliga instruktioner (Simon, Erduran & Osborne, 2006) och tillfällen att öva på att motivera ståndpunkter och granska motargument, vilket ökar medvetenheten kring vad som utgör en god argumentation (Sadler, 2004). Lärares vägledning är mycket viktig för elevers möjlighet att få en djupare förståelse inom ett SNI-fall (Owens et al., 2021; Sadler och Donnelly, 2006) och för att de ska kunna argumentera utvecklat (Anwar & Ali, 2020) och evidensbaserat (Chung, Yoo, Kim, Lee & Zeidler, 2016). Owens et al. (2021) undersökte till exempel en lärares undervisningspraktik vid lyckad SNI-undervisning om antibiotikaresistens. Studien lyfter fram flera betydelsefulla faktorer. Exempel på sådana faktorer är lärarens kontextualisering av fallet, att läraren utmanade eleverna att undersöka frågan från flera perspektiv, att läraren erbjöd stöttning och uppmanade eleverna att förhålla sig skeptiska när de kom i kontakt med olika informationskällor.

Ämnesvalet för ett SNI-fall har stor betydelse, vilket har visat sig i resultat som tyder på att elever som argumenterar om ämnen som ligger nära deras vardag har lättare att ta ställning och formulera ståndpunkter. Dessutom visar de mer engagemang i argumentationen (Chang & Chiu, 2008). Genom att utgå från autentiska och relevanta ämnen kan elevers intresse för att arbeta med ett visst SNI-fall öka (Aikenhead, 2006; Ratcliffe & Grace, 2003). Lärarens framställning av ett SNI-fall och undervisningens utformning förefaller också ha stor betydelse för elevers utveckling av SSR. I en fallstudie av Karahan och Roehrig (2017) undersöktes fem klassers arbete med ett SNI-fall om miljöförändringar i en flod. I de klasser där undervisningen främst grundades i vetenskapliga data ("data-driven") hade elever stor tilltro till naturvetenskap och resonerade framför allt utifrån ett naturvetenskapligt perspektiv, vilket begränsade elevernas perspektivtagande. I de klasser där läraren i undervisningen utgick från ett

multidimensionellt perspektiv resonerade eleverna även med hjälp av till exempel socioekonomiska, kulturella, etiska och ekologiska perspektiv. Dessa elever visade också en högre nivå av SSR.

Hodson (2013) pekar på behovet av en kombination av kontextspecifik kunskap (specifik för SNI-fallet), förståelse för naturvetenskapens karaktär och medielitteracitet. Att vara medielitterat är mycket viktigt när det kommer till elevers förmåga att söka efter och värdera information under arbetet med SNI. Förståelse för naturvetenskapens karaktär är viktigt eftersom ”verklig naturvetenskap” är full av motstridiga uppgifter och argument utifrån flera aspekter (och sidor) av ämnet, medan skolans traditionella naturvetenskapliga undervisning saknar detta. Utan denna förståelse kan elever ha svårt att hantera motstridig information, vilket är ett resultat av att forskare inte är överens. Även Lee (2007) trycker på värdet av förståelse för naturvetenskapens karaktär och menar att elever behöver stöttning för att utveckla en grundlig förståelse för naturvetenskapliga undersökningar. Likaså är det viktigt för elever att känna igen och vara medvetna om sina egna värderingar och hur dessa påverkar beslutsprocessen.

Kunskaper och värden

Ovan presenteras flera svårigheter som elever och lärare stöter på i arbetet med argumentation i SNI. Till exempel har elever svårigheter att koppla ihop och använda ämneskunskaper för att understödja sina argument. Dessutom upptar värderingar ofta ett stort utrymme i argumentationen, på bekostnad av ämneskunskaper. För en välgrundad SNI-argumentation är naturvetenskapliga kunskaper nödvändiga. De krävs för att eleven ska kunna skapa en förståelse för underliggande problem, för att kunna göra informerade val och för att kunna argumentera för sin ståndpunkt (Hodson, 2013). Det är emellertid inte enbart naturvetenskaplig kunskap som är viktig. Värderingar spelar också en stor roll när ett beslut ska fattas (Chang Rundgren & Rundgren, 2010; Nielsen, 2012; Sadler & Zeidler, 2005). Sadler och Donnelly (2006) pekar till exempel på de värdeladdade aspekterna av SNI som ofta innefattar moraliska överläggningar. Nedan beskrivs resultat från tidigare studier som har undersökt hur elever använder kunskap och värderingar för att understödja sina argument.

Elever använde både kunskaper och värderingar som underlag för sina beslut i studien av Kolstø (2006), som undersökte vilken typ av argument som elever lade störst vikt vid när de fattade beslut i en SNI-fråga om högspänningsledningar och leukemi. De kunskaper som användes utgjordes av vad som kan kallas kontextspecifik (Hodson, 2013) kunskap (t.ex. risker kopplade till högspänningsledningar) framför rena naturvetenskapliga fakta eller begrepp/teorier som återfinns i skolans naturvetenskapliga kurser. Värderingar spelade också en stor roll vid beslutsfattandet. I en annan studie, av Sadler och Donnelly (2006), undersöktes hur ämneskunskap och

värderingar påverkade kvaliteten i (*high school*-) elevers SNI-argumentation med fokus på genteknik. De elever som deltog använde inte ämneskunskaper alls utan såg snarare problemen som moraliska frågor. De slutsatser som kan dras av dessa resultat är att värderingar alltid finns närvarande i olika typer av beslutsfattande och att beslut inte enbart kan grundas på kunskaper. SNI-frågor har dessutom inslag av värderingar och etiska frågor (se t.ex. Nielsen, 2012), vilket gör att argumentation och beslutsfattande behöver ta hänsyn till dessa aspekter.

Ett problem som skulle kunna uppstå är dock om värderingar får ta alldeles för stor plats och att kunskaper därmed hamnar i skymundan. Eriksson och Rundgren (2012) visar till exempel att elever använde värderingar (60 procent) i dubbelt så stor utsträckning som kunskaper (30 procent) för att understödja sina argument då de argumenterade kring en SNI-fråga om vargar i Sverige. I studien användes SEE-SEP (Chang Rundgren & Rundgren, 2010) som analysverktyg, där elevers understöd delas in i kunskap, värderingar och erfarenheter. Ytterligare en studie som använt SEE-SEP som verktyg för att analysera gymnasieelevers argumentation är Christenson et al. (2014), som undersökte gymnasieelevers skriftliga argumentation i fyra olika SNI-fall. De fyra fallen handlade om global uppvärmning, konsumtion, kärnkraft och GMO. Studiens resultat visar att eleverna använde värderingar i större omfattning än kunskaper för att stödja sina argument i alla de fyra SNI-fallen. Användandet av kunskaper var 22 procent (konsumtion), 28 procent (global uppvärmning), 29 procent (GMO) och 34 procent (kärnkraft). Användandet av värderingar som understöd till argument låg kring 65–70 procent för alla de fyra fallen, vilket är jämförbart med de resultat som presenterades från studien av Eriksson och Rundgren (2012). Ytterligare resultat som liknar dessa kommer från en tidigare studie av Christenson et al. (2011), där samma fyra SNI-fall användes och där användningen av kunskaper i de fyra fallen låg på 27 procent, jämfört med andelen värderingar som var 67 procent. Det är dock viktigt att påpeka att eleverna i studierna av Christenson et al. (2011) och Christenson et al. (2014) fick argumentera skriftligt utan någon form av förberedelse, vilket kan ha bidragit till att användandet av kunskaper som understöd var så lågt. Eleverna förväntades dock ha kunskaper kring de fyra ämnena eftersom de fyra SNI-fallen var anpassade till innehåll i de kurser som eleverna läst tidigare.

Tidigare studier ger ofta en fingervisning kring hur olika problem kan angripas i undervisning och framtida studier. Sadler och Donnelly (2006) förklarar till exempel sina deltagares brist på kunskapsunderstöd med att de kanske inte saknade ämneskunskap i biologi/genetik, utan att det kanske snarare handlade om en brist på kontextspecifik kunskap. Flera deltagare i studien uttalade sig om att de kanske hade gjort bättre ifrån sig om de visste mer om omständigheterna kring själva frågan. Detta skulle kunna betyda att ämneskunskaper i sig inte räcker till om det inte också finns en förståelse och en kunskap kring kontexten i SNI-frågan. Ett exempel på detta är att för

att kunna argumentera kring till exempel högfluorerade ämnen²⁰ räcker det inte med endast ämneskunskaper i kemi eller biologi, det krävs också en god insikt i kontexten kring SNI-fallet (t.ex. forskningsområdet och lagar/regleringar). En god kontextspecifik kunskap skulle förstås också kunna vara beroende av goda ämneskunskaper. Sadler och Donnelly (2006) förespråkar därför att fokus läggs på både ämneskunskap och kontextspecifik kunskap i arbetet med SNI. Även Hodson (2013) resonerar kring olika typer av kunskap som är nödvändig för att fullt ut förstå komplexiteten i ett SNI-fall och understryker vikten av både naturvetenskaplig kunskap och kontextspecifik kunskap. Mot bakgrund av detta är det viktigt att inte bara fokusera på de grundläggande naturvetenskapliga begrepp och teorier som är kopplade till ett SNI-fall, utan det är också viktigt att ge möjlighet att skapa förståelse för SNI-fallets kontext och komplexitet.

Utöver ämneskunskaper och kontextspecifika kunskaper behövs också, som vi sett tidigare, strukturella kunskaper kring hur ett argument eller en argumentation kan formuleras. Det fokuserar till exempel Christenson och Chang Rundgren (2015) på²¹. Vikten av fokus på argumentationsstruktur, betydelsen av evidens och överensstämmelse mellan understöd och ståndpunkter understryks av Sadler och Donnelly (2006) som menar att elevers förmåga att argumentera borde vara ett utbildningsfokus i naturvetenskapliga kurser.

I svenska ämnesplaner för naturvetenskapliga ämnen finns SNI-argumentation redan starkt framskrivet (Skolverket, 2011b). Dock verkar lärare i naturvetenskap inte lägga någon vikt vid strukturella aspekter av argumentation eller användandet av tillförlitliga källor för att kunna använda relevanta ämneskunskaper vid bedömning av argumentationsuppgifter (Christenson et al., 2017). Här bör emellertid en brasklapp läggas in, då detta kanske inte gäller alla lärare i naturvetenskap, utan bara dem som deltog i just den studien. Dock visar andra studier på att lärare känner sig osäkra i arbetet med SNI-argumentation (Ekborg et al., 2013; Hodson, 2013), vilket skulle kunna vara en del av förklaringen till resultatet i studien av Christenson et al. (2017). En slutsats utifrån det som presenterats i detta avsnitt är att elever borde uppmuntras och erbjudas möjligheter att träna på att använda kunskaper som understöd för sina argument, vilket framhålls även av Christenson et al. (2014).

Värderingar finns ständigt närvarande, och det är inte alltid helt enkelt att skilja mellan dessa och kunskaper. I argumentation kan till exempel en individs värderingar påverka vilka kunskapsargument som lyfts fram. Värderingar kan även vara grundade i kunskaper. För att fatta ett beslut vägs olika argument mot varandra, vilket innebär att

²⁰ Som SNI-fallet i denna studie rör sig kring, mer specifikt poly- och perfluorerade alkylsubstanser (PFAS) som ingår i gruppen organiska miljögifter.

²¹ Vilket beskrivits tidigare under rubriken Argumentation.

olika argument värderas olika högt. Likväl görs en ansats att i denna studie skilja på argument grundade i kunskaper och argument grundade i värderingar. Detta görs genom att jag undersöker de understöd som ligger till grund för argumenten. Ett understöd definieras i denna studie som en orsak till varför en viss ståndpunkt har intagits. Definitionerna för kunskaps- och värdeunderstöd är delvis hämtade från Christenson et al. (2014). När elever presenterar fakta, begrepp eller teorier som är kopplade till ämnes- eller kontextspecifik kunskap för att stödja eller motsäga en ståndpunkt betraktas detta understöd som ett kunskapsunderstöd. När elever i stället använder värderingar, känslor eller attityder för att stödja eller motsäga en ståndpunkt betraktas understödet som ett värdeunderstöd. För att förtydliga ytterligare kan paralleller dras till Kolstø (2006) som menar att värderingar kan vara antingen explicita eller implicita när det kommer till beslutsfattande. Explicita värderingar beskrivs med ord. Implicita värderingar måste däremot läsas mellan raderna. Ett exempel på det senare är när en individ prioriterar mellan olika kunskapsargument. I denna studie är det elevers explicita värdeunderstöd som har ingått i analysen av elevers argumentation.

Interventionsstudier

Det finns ett flertal forskningsartiklar som ger förslag på hur SNI-undervisning kan genomföras (se t.ex. Presley et al., 2013; Sadler et al., 2017; Sagmeister et al., 2021). Men trots att tidigare forskning visar på ett uppenbart behov av att stötta elever vid just argumentation i SNI-undervisning verkar det finnas brist på specifika förslag på hur denna stöttning faktiskt kan se ut i undervisningen. Det finns ett antal interventionsstudier med inriktning på SNI-argumentation, av vilka några presenteras nedan.

Studien av Zohar och Nemet (2002) lyfts ofta fram som ett lyckat exempel på interventionsstudier där resultaten visar att elevers argumentation förbättrats. Interventionen var omfattande (12 timmar), och arbetsformerna varierade mellan till exempel diskussion i mindre grupper, helklassdiskussioner och individuellt skrivna texter. Vid den skriftliga argumentationen fick eleverna stöttning i form av olika frågor om vilka grunder de hade för sin ståndpunkt, om vilka möjliga motargument som kunde finnas samt om hur dessa kunde bemötas. På så vis fick eleverna stöd beträffande strukturella aspekter i argumentationsprocessen.

Ett exempel på kortare interventioner ges av Venville och Dawson (2010), där eleverna undervisades om argumentation vid ett lektionstillfälle. Därefter genomfördes två lektioner med helklassdiskussioner på temat genetik. Den lärare som ledde undervisningen fick utbildning kring argumentation innan studien inleddes. Eleverna i experimentgruppen (och elever i en jämförelsegrupp) testades i argumentation före och efter undervisningen. Analysen genomfördes enligt TAP (Toulmin, 2003) och

visade att de elever som hade deltagit i undervisning kring argumentation hade förbättrat sin förmåga att argumentera avsevärt, vilket visar att undervisning kring argumentation är viktig i samband med SNI-argumentation. I en annan interventionsstudie, av Anwar och Ali (2020), användes en SNI-fråga om ”designer babies”²² som förtest och eftertest för studenter i högre utbildning. Studenternas skriftliga argumentation utgick från frågor som hade sin utgångspunkt i TAP. Studenterna fick i den cirka två veckor långa interventionen delta i undervisning med fokus på ämneskunskaper i genetik och argumentationsstruktur enligt TAP, som även fungerade som analysverktyg. De fick också träna på att argumentera utifrån flera olika SNI-frågor. Resultaten visar tydliga förbättringar i studenternas argumentationsstruktur. Ett problem som är värt att nämna är dock att analysen i dessa två studier inte tog hänsyn till om deltagarna presenterade korrekt information för att understödja sina argument. TAP handlar nämligen endast om själva argumentstrukturen.

En annan studie som presenterar specifika undervisningsförslag är Lee (2007). I denna intervention fick eleverna tillgång till allt material kring fallet och behövde därför inte själva söka information inför sin argumentation. Vid själva argumentationen fick eleverna svara på ett antal frågor, som fungerade som stöd. Interventionen innehöll dock inte någon specifik undervisning kring argumentation i sig. Fokus i SNI-frågan var hälsoaspekter kring rökning. Emellertid beaktades inte andra områden (t.ex. miljö eller ekonomi) vilket reducerade SNI-frågans komplexitet.

Två studier (Rundgren & Eriksson, 2014; Rundgren, Eriksson & Chang Rundgren, 2016) använder en instruktionsmodell²³ för SNI-argumentation som kan vara användbar för lärare som vill arbeta med SNI. Syftet med modellen är att fungera som stöd för elever när de ska navigera i den komplexitet som SNI-frågor innebär. Den ger alltså ledning kring innehållsmässiga aspekter beträffande argumentation. Emellertid ingår det inte någon specifik undervisning kring argumentationens strukturella aspekter. Instruktionsmodellen innefattar sex olika steg, där läraren först introducerar SNI-frågan och går igenom den naturvetenskapliga kontext som frågan rör sig kring. Därefter söker eleverna information och formulerar argument som senare kategoriseras i olika områden (t.ex. miljö och ekonomi) med hjälp av Post-It-lappar, som får bilda kategorier i en tankekarta. Eleverna genomför därefter en gruppdiskussion utifrån kategorierna och tar individuella beslut i en skriftlig argumentation. Slutligen ger läraren återkoppling på elevernas argumentation och sammanfattar SNI-fallet (Eriksson, 2014).

²² Hämtad från studien av Venville och Dawson (2010).

²³ Instruktionsmodellen presenteras i Eriksson (2014) (se även Rundgren & Eriksson, 2014). Modellen har fungerat som inspiration för delar av den undervisningssekvens som presenteras i denna skrift.

Forskare har försökt mäta elevers SSR i ett antal studier med varierande resultat. Baserat på en studie med en kortare SNI-undervisningssekvens om två veckor där elever inte visade någon märkbar utveckling av SSR (se Sadler, Klosterman & Topçu, 2011), utvecklade Kinslow, Sadler och Nguyen (2019) en intervention som sträckte sig över sex veckor. Detta gjordes utifrån idén om att längden på SNI-undervisningen kan ha betydelse för hur elevers SSR utvecklas. I studien fick eleverna i en ekologifältstudie arbeta med ett SNI-fall om en planerad etanolanläggning i området. Eleverna ringmärkte fåglar (som var viktiga miljöindikatorer), tog vattenprover och läste in sig på SNI-kontexten. Slutligen skrev de en argumenterande text där de fick ta ställning till och ge evidensgrundade rekommendationer angående den planerade etanolanläggningen. Förtester och eftertester med fritextfrågor visade på tydliga förbättringar i elevernas SSR. De SNI-frågor som eleverna kom i kontakt med var lika, och därför kan inga slutsatser dras kring hur elevers kompetenser inom SSR kan överföras från ett fall till ett annat. En studie som däremot har undersökt överföring av SSR mellan olika SNI-fall med lovande resultat är Kinslow (2018) (Zeidler et al., 2019)²⁴. Interventionen erbjöd eleverna möjlighet att träna på att använda SSR-kompetenser inom olika SNI-fall (t.ex. klimatförändringar, genteknik och vattenresurser), och den avslutande aktiviteten tyder på överföring av kompetenser kopplade till SSR mellan olika fall (d.v.s. kompetenser som utvecklats i ett/flera SNI-fall används/visar sig även i andra SNI-fall).

Sammanfattning av bakgrund

Bakgrunden ger en översikt av de begrepp och modeller som har varit betydelsefulla för arbetet med denna studie. Den presenterar också resultat från tidigare forskning som visar på olika aspekter av SNI-undervisning och argumentation. I detta avsnitt kommer jag att sammanfatta bakgrunden och samtidigt ge exempel på hur informationen har legat till grund för studien.

Scientific literacy är det övergripande begreppet i denna licentiatuppsats. Det är ett begrepp som kan innefatta ett stort spektrum av betydelser. De huvudsakliga dragen kan sammanfattas i (a) naturvetenskap som produkt, (b) naturvetenskap som process och (c) naturvetenskap som social institution. Mer specifikt handlar scientific literacy dels om att ha kunskap om naturvetenskapens begrepp och teorier, arbetsmetoder och karaktär, dels om att en individ bör ha kunskaper som gör att hen kan söka, granska, värdera och använda kunskap för att fatta informerade beslut i frågor med naturvetenskaplig koppling. Därför blir medielitteracitet och kritiskt tänkande viktigt.

²⁴ Kinslow (2018) är en opublicerad doktorsavhandling, varför jag refererar via Zeidler et al. (2019).

Utöver dessa är handlingskompetens ett centralt begrepp för att en individ ska kunna verka som en aktiv och demokratisk samhällsmedborgare som verkar för ett hållbart samhälle.

Samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll, SNI, är komplexa frågor som har stor inverkan på individ och samhälle. I dessa frågor kopplas naturvetenskap samman med andra områden. I undervisning handlar SNI ofta om att argumentera och fatta beslut i frågor om till exempel miljö, GMO, hälsa eller konsumtion. Viktiga aspekter vid arbete med SNI-argumentation är att (a) förstå frågans komplexitet, (b) kunna se frågan från olika perspektiv, (c) förstå att frågan inte har något givet svar, och att (d) hantera information med ett kritiskt förhållningssätt. Dessa fyra punkter (a-d) utgör det som i forskningslitteraturen kallas SSR, socioscientific reasoning (Sadler et al., 2007). SNI har ett starkt stöd i de naturvetenskapliga ämnesplanerna. Trots detta beskrivs undervisning i kemi ofta som lärarcentrerad och traditionell med naturvetenskapliga fakta som främsta fokus. Möjliga orsaker tros vara lärares tidsbrist och osäkerhet inför SNI-undervisning, men också stoffträngsel i naturvetenskapliga ämnesplaner och rädsla för att tappa fokus på naturvetenskapliga ämneskunskaper.

Ett antal argumentationsmodeller som har betydelse för studien²⁵ presenteras. Den modell som använts i denna studie är ramverket för argumentation (se Figur 1) som har utformats av Christenson och Chang Rundgren (2015). Argumentationsramverket ingår i undervisningssekvensen som designats för denna studie och användes tillsammans med eleverna i undervisningen i syfte att exemplifiera hur en argumentation av hög kvalitet kan se ut.

Tidigare forskning tyder på att elever genom SNI-argumentation kan utveckla naturvetenskapliga ämneskunskaper, medielitteracitet, kritiskt tänkande samt förmåga att förstå komplexitet och se flera perspektiv. Samtidigt visar forskningen på ett antal svårigheter med argumentation i SNI. Elever har bland annat svårigheter att understödja sina argument med kunskaper och att presentera motargument. I många fall använder elever främst värderingar som grund för sin argumentation, vilket skulle kunna bidra ytterligare till lärares ovilja att arbeta med SNI i undervisningen. De svårigheter som förekommer rör både innehållsmässiga och strukturella aspekter av argumentation. Andra svårigheter som framkommer handlar om bland annat medielitteracitet och att kritiskt utvärdera argument. Att tidigare forskning visar på både möjligheter och svårigheter med liknande aspekter (t.ex. kritiskt tänkande och medielitteracitet) pekar på att SNI-undervisningens design har stor inverkan på hur elevernas argumentation ter sig. Det är viktigt att elever får stöttning i argumentationsprocessen, vad gäller både innehåll och struktur. Därför behöver undervisningen inte bara innefatta innehållet för SNI-argumentationen utan också hur

²⁵ Men även för förståelsen av tidigare studiers analysverktyg, vilka presenteras i forskningsbakgrunden.

argumentation går till och kan se ut. Det är inte något som elever kan förväntas kunna utan att få möjlighet att träna. Tidigare interventionsstudier visar att elevers SNI-argumentation kan förbättras med lämplig stöttning och varierande arbetsformer. Det är med stöd mot denna bakgrund som studiens undervisningssekvens har designats.

METOD

Metodkapitlet beskriver dels den undervisningsdesign som utgör förutsättningar för de två delstudierna, dels de metoder som har använts för datainsamling samt hur data har analyserats och tolkats för att besvara forskningsfrågorna. Slutligen diskuteras metodval, validitet och reliabilitet.

SNI-fallet i denna studie

SNI-fallet som har utformats för denna studie handlar om poly- och perfluorerade alkylsubstanser (PFAS) som används i mängder av produkter för att de ska få vatten- och fettavvisande egenskaper. Två frågor formulerades där eleverna fick ta ställning till om de skulle köpa produkter som innehåller PFAS. Den ena frågan rör en funktionsjacka (Figur 2), och den andra handlar om matförpackningar (Figur 3). SNI-fallet innehåller många av de aspekter som Ratcliffe och Grace (2003) beskriver. Organiska miljögifter har stora effekter i samhället, för både miljön och människors hälsa, men samtidigt ger de önskvärda egenskaper hos olika produkter som framställs. Därför innehåller fallet intressekonflikter, och det blir en fråga om nytta kontra risk. PFAS är ett mycket aktuellt ämne och har rapporterats om i medierna och på sociala medier under åren då studien genomfördes, exempelvis av Naturskyddsföreningen (u.å.). Det råder stor osäkerhet kring organiska miljögifter då forskare ännu inte vet omfattningen av ämnens effekter. I många fall råder osäkerheter kring vilka effekter ett ämne ger, och ännu mer osäkerhet råder kring hur ämnen samverkar med varandra. Detta är frågor som forskare för nuvarande arbetar med.²⁶

²⁶ För vidare läsning se t.ex. Kemikalieinspektionen (2021a); forskning.se (2021)

Att köpa eller inte köpa?

För att kunna vara ute i naturen i alla sorters väder är det viktigt att ha funktionsdugliga kläder. Det finns ett stort utbud av fritidsjackor som är både vatten- och fett-avvisande. Det gör att jackan håller dig torr, samtidigt som den inte så lätt blir smutsig. För att jackan ska få dessa egenskaper används fluorerade ämnen (PFAS). Dessa ämnen kan användas både vid tillverkning av materialet till jackan (t.ex. GORE-TEX) och också i impregneringsmedel, som jackan då och då bör impregneras med, för att den ska behålla sina egenskaper.

Det finns ett antal olika PFAS som används, och de som innehåller åtta kolatomer (C8) har varit vanligast. PFOS med åtta kolatomer har förbjudits inom EU. En annan, PFOA, har fasats ut på många håll då den visat sig vara farlig. I stället byter företagen till fluorerade ämnen med kortare kolkedjor, ofta med en kedjelängd på sex kolatomer. Det är i dag osäkert hur dessa ämnen påverkar miljön när de släpps ut.

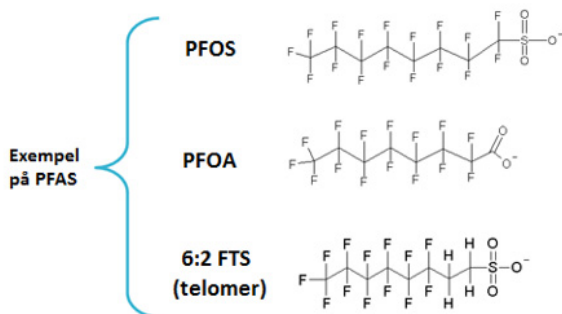


Foto: Mandelmedia, Flickr

Frågan som du ska ta ställning till är:

Skulle du köpa en jacka som innehåller poly- eller perfluorerade ämnen?

Du ska i slutet av arbetsområdet skriva en argumenterande text där du beskriver bakgrunden till ditt beslut.



Exempel på poly- och perfluorerade ämnen.

Figur 2.
SNI-frågan om PFAS i jackor vilken designats för denna studie.

Undervisningssekvensen och ämnesplanen

Argumentation kring ämnet organiska miljögifter, till vilket PFAS hör, är väl förankrat i ämnesplanen för kemi på gymnasial nivå. Stora delar av ämnets syftestext berör sådant som direkt kan kopplas till SNI-fallet i denna studie. Beträffande själva ämnet, organiska miljögifter, finns det i ämnets syfte beskrivet att:

Den [undervisningen] ska bidra till att eleverna utvecklar kunskaper om naturliga såväl som av människan skapade kemiska processer. Undervisningen ska också bidra till att eleverna utvecklar förståelse av kemins betydelse för klimat, miljö och människokroppen samt kunskaper om kemins olika tillämpningar inom till exempel utvecklingen av nya läkemedel, nya material och ny teknologi. Genom undervisningen ska eleverna ges möjlighet att utveckla ett naturvetenskapligt perspektiv på vår omvärld. I undervisningen ska aktuell forskning och elevernas upplevelser, nyfikenhet och kreativitet tas till vara. (Skolverket, 2011b, Ämnets syfte)

SNI-fallet i denna studie handlar om poly- och perfluorerade alkylsubstanser i vardagsprodukter, vilket är ett ämnesområde som befinner sig i forskningens framkant. Ett minst lika stort fokus under SNI-fallet i denna studie var att eleverna skulle lära sig mer om argumentation och få träna på detta. Elever gavs därför tillfällen att öva på argumentation innan de argumenterade i ”skarpt läge” (dvs. det tillfälle som senare kom att ingå i bedömningen). Angående argumentation inom ämnet kemi finns följande att läsa i ämnesplanens syftestext:

Undervisningen ska också bidra till att eleverna, från en naturvetenskaplig utgångspunkt, kan delta i samhällsdebatten och diskutera etiska frågor och ställningstaganden. [...] Den ska bidra till att eleverna utvecklar förmåga att arbeta teoretiskt [...] samt att kommunicera med hjälp av ett naturvetenskapligt språk. Undervisningen ska också bidra till att eleverna utvecklar förmåga att kritiskt värdera och skilja mellan påståenden som bygger på vetenskaplig respektive icke-vetenskaplig grund. [...] I undervisningen ska eleverna ges tillfällen att argumentera kring och presentera analyser och slutsatser. (Skolverket, 2011b, Ämnets syfte)

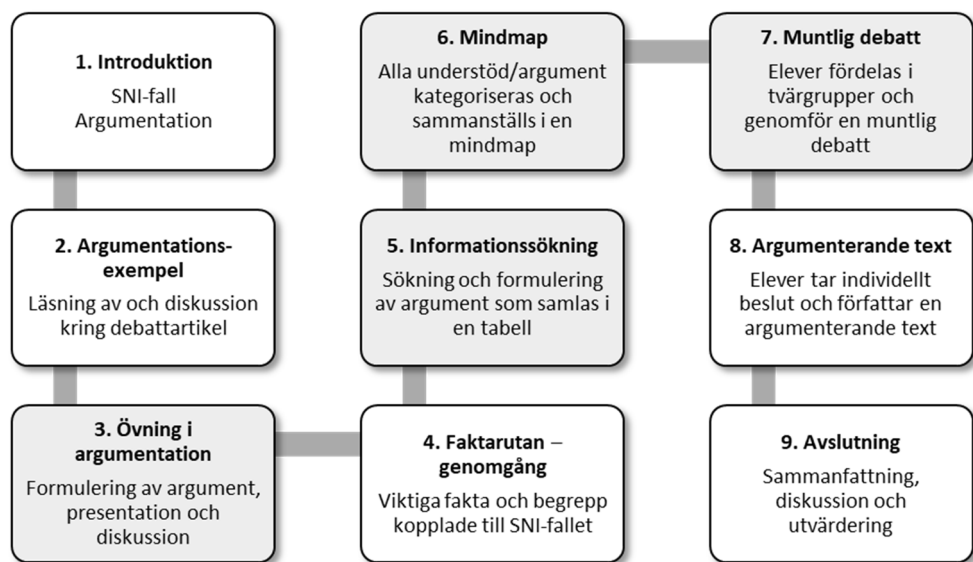
Kunskaper i argumentation underlättar för elever att delta i samhällsdebatten, och för att kunna argumentera kring naturvetenskap krävs också ett naturvetenskapligt språk. I det SNI-fall som beskrivs i denna text finns det en mängd naturvetenskapliga begrepp som i många fall är specifika för ämnesområdet miljögifter. Några exempel på sådana begrepp är synergisk effekt, cocktaileffekt, persistens och perfluorerad. Det finns även andra naturvetenskapliga begrepp, såsom ekosystem, hydrofob, lipofob och bioackumulering.

I kemiämnet finns fem områden (kunskaper/förmågor) som elever i undervisningen ska ges förutsättningar att utveckla. Här presenteras tre av dessa som stämmer väl överens med SNI-argumentation. Område 1 berör ”kunskaper om kemins begrepp, modeller, teorier och arbetsmetoder samt förståelse av hur dessa utvecklas” (Skolverket, 2011b), vilket knyter an till kunskaper inom ämnesområdet och likaså de naturvetenskapliga begrepp som exemplifierats ovan. Ytterligare ett område som ligger nära till hands är område 4, som handlar om ”kunskaper om kemins betydelse för individ och samhälle” (Skolverket, 2011b). Det kan tyckas svårt att arbeta med detta område utan att komma in på SNI-frågor. Organiska miljögifter är ett ämnesområde som i hög grad berör denna punkt, eftersom det har stor inverkan på individens och samhällets tillvaro. Det sista området är område 5, som är ”förmåga att använda kunskaper i kemi för att kommunicera samt för att granska och använda information” (Skolverket, 2011b), vilket har stor betydelse när eleven söker och hanterar information, såväl som när eleven ska formulera och presentera sina argument. Vid informationssökning kring SNI-fallet gavs elever redskap och möjligheter att utveckla sin medielitteracitet genom att kritiskt granska information och resonera kring sina källor.

Ovan har exempel getts från ämnesplanen i kemi. Argumentation i SNI-frågor har starkt stöd även i de övriga naturvetenskapliga ämnena. Det finns liknande skrivningar i ämnesplanerna i biologi, fysik och naturkunskap. Det SNI-fall om PFAS som används i denna studie skulle, med vissa mindre ändringar, kunna passa även i ämnena biologi och naturkunskap. I kommande avsnitt presenteras undervisningen så som den genomfördes i kemi 2.

Undervisningssekvensens upplägg

I följande avsnitt beskrivs hur undervisningen kring SNI-fallet var upplagd. Figur 4 illustrerar de olika delarna av undervisningssekvensen. Det finns även en lärarhandledning som beskriver de olika stegen i detalj (se bilaga 1). Undervisningssekvensen genomfördes i nio steg under fem veckor. Tiden för respektive steg varierade, och den totala tiden som upptogs var tio 80-minuterslektioner. Steg 1, 2 och 4 leddes av mig. Övriga steg leddes av mig tillsammans med gruppens kemilärare.



Figur 4.

De olika momenten i undervisningssekvensen. Grå boxar representerar aktiviteter där eleverna arbetade i mindre grupper. Vita boxar representerar helklassaktiviteter alternativt individuella aktiviteter.

Introduktion – steg 1

Den första lektionen inleddes med att eleverna ställdes inför ett antal val. De skulle till exempel välja om de föredrog skor med eller utan impregneringsmedel, hemtextilier med eller utan flamskydd eller en mobiltelefon som stöter bort smuts eller ej. Eleverna funderade enskilt och skrev ner sina val med motivering och lämnade in i kursens digitala plattform. De diskuterade sedan sina ställningstaganden i mindre grupper. Efter en diskussion i helklass förde jag in diskussionen på att kemikalier används för att ge produkter olika funktioner som är till nytta för människan men att många av dessa kemikalier är ämnen som räknas som organiska miljögifter. Lektionen avslutades med dokumentären "Den andra vågen" (2013) av Folke Rydén. Filmen fungerade som en introduktion till problematiken kring organiska miljögifter. I filmen skildras hur bland annat PFAS-ämnen återfinns i vilda djur, såsom rovfåglar och havslevande djur, liksom i människor. Dokumentären följer en kvinna genom graviditet och amning, och halterna av olika miljögifter mäts i kvinnans och barnets blod. I slutet av lektionen ombads eleverna läsa en debattartikel till nästföljande lektion. Debattartikeln handlade om varför vi bör minska plastanvändningen i samhället och pekade på problemet med plast i haven. Ett av de starkaste argumenten i artikeln berörde området miljögifter, varför artikeln bedömdes vara lämplig för projektet. Lektionen avslutades med en presentation av modellen för argumentation (Figur 1, Christenson & Chang

Rundgren, 2015), och eleverna ombads fundera över debattartikeln i förhållande till modellen.

Exempel och övning i argumentation – steg 2 och 3

Den debattartikel som eleverna läst diskuterades och bröts ner i mindre delar, och jag visade en powerpointpresentation med artikelns argument och motargument indelade i olika ämnesområden. Presentationen innehöll dessutom några exempel på hur argumenten från den lästa artikeln kan placeras in i modellen. Slutligen visades några exempel på elevers motiveringar av sina val i steg 1, och dessa diskuterades för att sedan placeras in i modellen (majoriteten placerades i värderingskategorin). Denna genomgång tog cirka 30 minuter, och resten av lektionen ägnades åt att eleverna, för att de skulle öva på att argumentera, satte sig in i och formulerade argument kring följande fråga: "Etanol är alkoholen som finns i alkoholhaltiga drycker. Ämnet är skadligt men brukas i stor omfattning i dagens samhälle. Tycker du att alkohol ska vara fortsatt tillåtet?" Frågan har valts då den är relevant för kemikursens innehåll, men även då den är en samhällsfråga som eleverna förväntades vara någorlunda bekanta med. Den innehåller många olika aspekter, och det går att formulera argument som grundar sig i flera olika områden, till exempel kemi (etanolens giftverkan och nedbrytning), hälsa, politik, ekonomi och etik. Uppgiften var att formulera tre huvudargument som stödjer gruppens ställningstagande samt ett motargument som skulle bemötas. När eleverna läste in sig på området fick de en uppmaning om att utgå från en given källa (IQ.se, u.å.) eftersom det inte skulle gå åt för mycket tid till informationssökning. Källkritik var en viktig del i arbetet. En del i uppgiften var därför att diskutera de källkritiska frågor som presenteras av Skolverket (2016). Under lektion 3 sammanställde grupperna sina argument i varsin powerpointpresentation och presenterade dem för varandra i konstellationer om två eller tre grupper tillsammans. De diskuterade därefter var i modellen deras argument hörde hemma. Slutligen sammanställdes alla gruppers argument i ett dokument som delades med eleverna. Detta dokument presenterades efter momentet faktarutan (se nedan). Några argument lyftes och diskuterades utifrån modellen. Eleverna fick också tips kring argumentation utifrån de argument de formulerat i övningen.

Faktarutan – steg 4

Inför denna aktivitet förbereddes en presentation om miljögifter. Momentet upptog ungefär en och en halv lektion. Viktiga begrepp presenterades, till exempel persistens, toxisk, bioackumulation, anrikning i näringskedjan, cocktaileffekt och synergisk effekt. Presentationen innehöll flera exempel på miljögifter (alltså inte endast PFAS) och dess konsekvenser. Fokus låg också på vad ämnena används till och att de ger viktiga funktioner till produkter som vi människor brukar var dag. För att åskådliggöra några

av dessa funktioner pratade vi om gardiner i klassrummet, möbler, elektronik och leksaker när bromerade flamskyddsmedel diskuterades. Jag hade med mig impregneringsspray för skor, bakplåtspapper, regnjacka och mikropopcorn som togs fram när vi pratade om vatten- och smutsavvisande produkter som behandlats med PFAS. Struktur och namngivning av ämnena var en del av presentationen eftersom eleverna nyligen arbetat med organisk kemi. Andra delar som hörde till innehållet var EU:s lagstiftning kring miljögifter, kemikalieförordningen REACH och kandidatförteckningen, som är en lista med cirka 200 särskilt farliga ämnen (Kemikalieinspektionen, 2021b). Ftalater, som används som mjukgörare i plast, gavs som exempel på hormonstörande ämnen. Eleverna fick en beskrivning av forskningsläget och att forskare är mycket osäkra kring om, eller hur, de halter vi utsätts för påverkar oss människor. Vi tittade närmare på några olika PFAS-ämnen. Skillnaden mellan polyfluorerade och perfluorerade ämnen beskrevs, med avseende på struktur, egenskaper, spridningsvägar och i viss mån kända effekter.

Informationssökning och förberedelser – steg 5 och 6

De två SNI-frågorna presenterades (se Figur 2 och Figur 3). Eleverna arbetade i grupper om fyra eller fem med att söka information och sammanställa argument i en tabell (se Figur 5) som är utformad med modellen för argumentation (Christenson & Chang Rundgren, 2015) i åtanke. Varje grupp arbetade i ett delat dokument så att alla i gruppen fick tillgång till de samlade argumenten. Eleverna hade tillgång till tabellen när de genomförde den muntliga debatten (steg 7) och när de skrev sin individuella text (steg 8). Förberedelserna i steg 5 och 6 upptog tre lektioner (3×80 minuter). Vid det sista lektionstillfället (steg 6) sammanställdes gruppens argument i en mindmap där eleverna kategoriserade argumenten i egenvalda ämneskategorier. Som stöd i förberedelsearbetet fick eleverna tips på lämpliga källor i det presentationsdokument som de fick ut efter momentet faktarutan. Dessa är Livsmedelsverket (2021), Naturvårdsverket (2021), Kemikalieinspektionen (2021a) och GORE-TEX²⁷ (2021a) hemsida²⁸.

²⁷ GORE-TEX är endast ett av de klädföretag som vid tidpunkten för undervisningssekvensen använde PFAS i sin produktion. En tid efter undervisningssekvensen gick företaget, efter massiva protester, ut med information om att de kommer fasa ut miljöfarliga PFAS-ämnen i produktionen (GORE-TEX, 2021b).

²⁸ Årtalen i referenserna är senare än året då undervisningssekvensen genomfördes. Det beror på att webbsidorna har granskats/uppdaterats senare.

Ståndpunkt:		
Stödjande argument		Eventuell källa Hur trovärdig är källan? Varför?
Ämneskunskap	Värdering	
Motargument		
Ämneskunskap	Värdering	

Figur 5.
Tabell för argumentsamling.

Muntlig debatt – steg 7

Tvärgrupper skapades med fyra till fem personer i varje grupp. Uppgiften var att genomföra en muntlig debatt²⁹ utifrån de insamlade argumenten. Halva gruppen argumenterade för produkter innehållande PFAS, och den andra halvan argumenterade emot detta. Vilken sida eleverna skulle representera fick de veta i slutet av den lektion som föregick denna lektion. Efter debatten jämförde eleverna sina olika argument i syfte att se om det fanns något utöver dem som diskuterats i elevens egen grupp. Utifrån elevernas samtycke genomfördes videoinspelning i tre av tvärgrupperna och ljudinspelning i en. En grupp bestod av elever som tackat nej till att bli inspelade. Debatterna genomfördes utan publik i olika rum, men kemiläraren hade möjlighet att lyssna eller titta på de flesta av debatterna i efterhand.

Individuell argumenterande text – steg 8

Eleverna skrev under denna lektion sin argumenterande text på dator. Till sin hjälp hade de tabellen med argument som de arbetat med samt modellen för argumentation (Christenson & Chang Rundgren, 2015). Eleverna hade också tillgång till de instruktioner och tips (se bilaga 1) som funnits tillgängliga sedan starten på undervisningssekvensen. Dessa handlar om vad som är viktigt att tänka på vid

²⁹ Eleverna fick instruktioner om hur debatten skulle gå till, vilket dock ej framgår av lärarhandledningen i bilaga 1.

författandet av texten. Tipsen var formulerade utifrån de kvalitetsaspekter som Christenson och Chang Rundgren (2015) presenterar.

Diskussion och utvärdering – steg 9

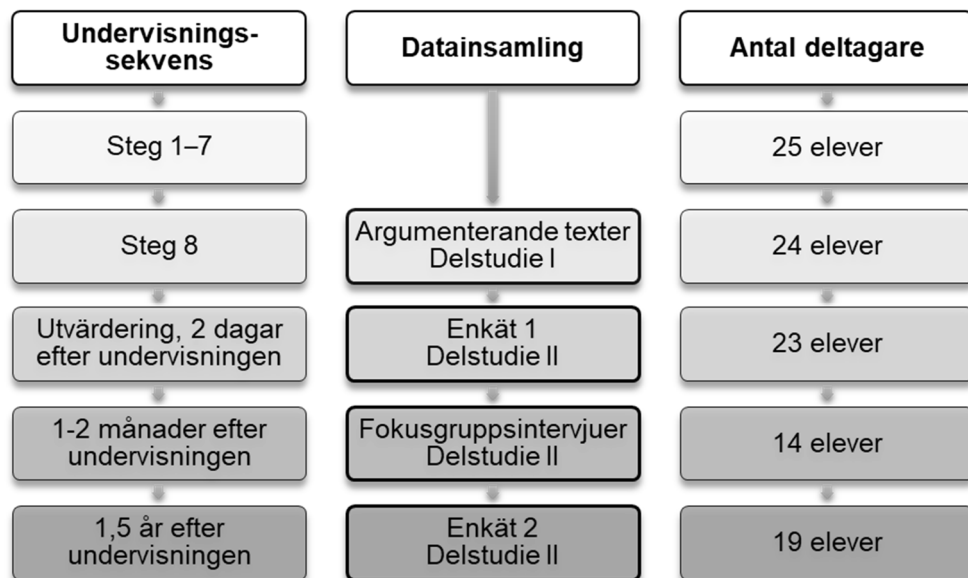
Under den avslutande lektionen diskuterade lärare och elever arbetsområdet i helklass. Eleverna fick besvara en enkät som utvärderade arbetet. Denna enkät låg sedan till grund för de intervjuer som genomfördes med elever från gruppen.

Forskningsdesign

Denna studie har sin grund i den undervisningssekvens som beskrivs i föregående avsnitt. Fokus för undervisningssekvensen är argumentation inom området miljögifter. Studien består av två delstudier som med olika infallsvinklar undersöker hur elevers scientific literacy utvecklas genom argumentation i SNI. Den första delstudien fokuserar på elevernas skriftliga argumentation och undersöker hur elever understödjer sina argument efter att ha undervisats om både argumentation och det aktuella ämnesområdet. Data som samlades in för delstudie I består av elevernas argumenterande texter. I den andra delstudien användes enkäter och fokusgruppsintervjuer för att undersöka hur eleverna upplever att deras arbete med SNI har påverkat deras roll som demokratiska samhällsmedborgare.

Det inledande arbetet med studien bestod i att planera undervisningssekvensen och formulera relevanta SNI-frågor som eleverna skulle ta ställning i. Därefter implementerades undervisningssekvensen i gymnasieskolans kurs kemi 2 i en grupp med 25 elever. Undervisningen leddes av mig tillsammans med gruppens kemilärare. Eleverna var bekanta med mig sedan tidigare eftersom jag vid studiens genomförande arbetade på skolan som lärare i naturvetenskapliga ämnen.

Datainsamling till de två delstudierna genomfördes vid olika tillfällen under och efter undervisningssekvensen. Undervisningssekvensen genomfördes i slutet av en hösttermin. Datainsamlingen startade i december med elevtexter samt enkät 1, och fortsatte sedan med fokusgruppsintervjuer som genomfördes tidigt under vårterminen och avslutades med enkät 2 i juni ett och ett halvt år efter undervisningssekvensen. I Figur 6 illustreras studiens design.



Figur 6.

Tre olika metoder har använts för datainsamling. Data till delstudie I bestod av elevernas argumenterande texter som författades i slutet av undervisningssekvensen. Datainsamling för delstudie II genomfördes i form av enkäter och fokusgruppsintervjuer vid tre olika tillfällen efter undervisningens slut.

Deltagare och urval

Lektionsseriens omfattning och efterföljande intervjuer innebar att mycket tid togs i anspråk. Detta låg till grund för beslutet att genomföra studien på den skola där jag arbetar som lärare parallellt med forskarstudierna. Enligt Cohen, Manion och Morrison (2011) är denna typ av upplägg passande för interventionsstudier i skolans värld. Ett annat beslut som togs under planeringsfasen var att genomföra studien i kursen kemi 2. Det fanns flera anledningar till detta. För det första har de elever som läser kemi 2 grundkunskaper från kemi 1 som är relevanta för det arbetsområde som designats för studien. För det andra kan det råda stora skillnader i kemikunskaper hos elever som läser kemi 1 eftersom de kommer från olika högstadieskolor. För det tredje genomfördes (vid tidpunkten för studien) inget kursprov i kemi 2, vilket hade kunnat bidra med en större tidspress i kursen. Elevgruppen bestod av 25 elever i årskurs 2 från naturvetenskapsprogrammet och teknikprogrammet, av vilka alla deltog i undervisningen under studiens genomförande. Samtliga elever i kursen samtyckte till att delta med sin argumenterande text. Av dessa var det 24 elever som slutförde texten inom tidsramen, varför dataunderlaget i delstudie I består av 24 texter. I

gruppintervjuer, där ljud spelades in, samtyckte och deltog 14 elever. Könsfördelningen i gruppen var jämn, 13 pojkar och 12 flickor³⁰. Vid intervjuerna deltog fler flickor (N = 9) än pojkar (N = 5). Antalet elever som deltog i forskningsstudiens olika moment finns sammanfattat i Figur 6.

Datainsamling

Insamling av data skedde i tre olika former vid fyra olika tillfällen (se Figur 6). Eftersom syftet med delstudie I var att studera elevers skriftliga argumentation samlades elevers argumenterande texter in. Syftet med delstudie II var att undersöka elevers upplevelser av hur SNI-undervisningen påverkat dem i deras roll som samhällsmedborgare. För att studera detta användes anonyma enkäter med fritextfrågor samt fokusgruppsintervjuer. Nedan beskrivs hur de olika metoderna för datainsamling gick till.

Argumenterande texter – delstudie I

I slutet av den undervisningssekvens som presenterats tidigare i detta kapitel skrev eleverna argumenterande texter där de tog ställning till om de skulle köpa produkter (jacka eller matförpackningar) innehållande PFAS. Eleverna skrev texterna på dator vid ett lektionstillfälle. Den tid som det tog för eleverna att skriva sin text varierade mellan 60 och 100 minuter. Texternas längd var i genomsnitt 800 ord. Som stöd hade eleverna tillgång till det material (tabell med argument och källor – se Figur 5, samt en tipslista – se bilaga 1) som de arbetat med som förberedelse inför författandet av den argumenterande texten. Texterna lämnades in i skolans digitala lärplattform eftersom de utöver att utgöra data för denna studie också användes som bedömningsunderlag av gruppens kemilärare. När texterna sparades ner till forskningsstudien anonymiserades de genom att elevernas namn byttes ut mot Elev 1, Elev 2 och så vidare.

Enkäter – delstudie II

Enkäter kan se ut på många olika vis. I den här delstudien användes vad Cohen et al. (2011) beskriver som öppna frågor, vilka låter respondenterna formulera sina svar fritt i stället för att välja mellan alternativ som har bestämts på förhand. Öppna frågor lämpar sig inte för kvantitativa data eller om syftet med forskningen är statistisk analys eller försök att jämföra olika deltagares svar. Det är tidskrävande för respondenten att

³⁰ Av vilka en flicka ej deltog med argumenterande text.

besvara öppna frågor, vilket gör att de bör användas med måtta för att inte trötta ut deltagarna. Av denna anledning begränsades antalet frågor i enkäterna. Användningen av öppna frågor i enkäterna gav möjlighet att belysa olika frågor utifrån deltagarens egna ord (Cohen et al., 2011), vilket svarade väl mot delstudiens syfte att undersöka elevernas upplevelser. Metoden beskrivs dessutom som särskilt lämplig i forskning av mindre skala där just personliga upplevelser är i fokus (Cohen et al., 2011). Eleverna besvarade enkäterna anonymt, vilket bidrar till att deltagare bland annat kan våga uttrycka sig mer fritt och ärligt (Bryman, 2013). Dessutom undviks den så kallade intervjuareffekten, som innebär en omedveten styrning från forskningsledaren (Bryman, 2013). Detta ansågs som särskilt viktigt i denna studie eftersom eleverna var bekanta med mig sedan tidigare, vilket skulle kunna ha bidragit till att de var måna om att vara till lags.

Genomförande

Under studiens gång genomfördes två digitala enkäter via elevernas lärplattform. Enkät 1 besvarades två dagar efter undervisningssekvensen (lektionen efter författandet av de argumenterande texterna). Enkät 2 besvarades ett och ett halvt år efter undervisningssekvensen, någon vecka innan eleverna tog studentexamen. Frågorna i enkät 1 och 2 finns att läsa i bilaga 2 och 3, men en kortare beskrivning ges nedan.

- **Enkät 1** var del av en digital anonym utvärderingsenkät som genomfördes precis efter det att undervisningssekvensen avslutats. Utvärderingsenkäten bestod av frågor kring hur eleverna uppfattat undervisningens olika delmoment och hur dessa moment påverkat elevernas motivation och kunskapsutveckling beträffande argumentation och ämnesområdet miljögifter. Tre av frågorna i utvärderingsenkäten kom att bli betydelsefulla för delstudie II. Frågorna handlade om vad eleverna lärt sig under arbetsområdet och hur deras lärande och motivation hade varit i förhållande till tidigare kemiundervisning (se bilaga 2). Frågorna besvarades i fritext, och det fanns ingen begränsning för svarens längd. Enkäten besvarades av 23 elever.
- **Enkät 2** genomfördes ett och ett halvt år efter undervisningssekvensen. Enkäten, som besvarades anonymt, bestod av sex fritextfrågor och det fanns ingen begränsning i svarslängd. Den första frågan efterlyste spontana tankar om arbetsområdet, och därefter följde frågor som handlade om hur kunskaperna kommit till uttryck efter arbetsområdet och hur de inverkat på elevens fritid och skolarbete sedan dess (se bilaga 3). Enkäten besvarades av 19 elever.

Fokusgruppsintervjuer – delstudie II

Fokusgruppsintervjun är en metod som härstammar från sociologin men som huvudsakligen använts för marknadsundersökningar (Tursunovic, 2002). Under senare år har den blivit allt vanligare som forskningsmetod inom flera olika akademiska discipliner. Fokusgruppsintervjuer kan genomföras på en mängd olika vis men har som mål att samla in kvalitativa data (Kitzinger & Barbour, 1999) med hjälp av interaktion i grupper kring ett av forskaren bestämt ämne (Morgan, 1997). I denna delstudie genomfördes halvstrukturerade (Kvale & Brinkman, 2009) fokusgruppsintervjuer, vilket innebär att intervjuerna hade sin utgångspunkt i en intervjuguide, men att följdfrågor ställdes efter vad som framkom vid intervjun. Fokusgruppsintervjuns fokus på ett avgränsat ämne ger möjlighet till djupare insikt i ämnet och kan dessutom åskådliggöra komplexa samband som kanske inte hade framkommit vid en individuell intervju (Morgan, 1997). Fokusgruppsintervjuer ger dessutom möjlighet att få spontana svar från respondenter som ofta visar ett större engagemang i samtal med andra deltagare än vid individuella intervjuer (Tursunovic, 2002). Elevernas gemensamma upplevelser från SNI-undervisningen bidrog med möjlighet att utveckla deras resonemang tillsammans, vilket kan ha bidragit till flera perspektiv. Deltagarna har möjlighet att presentera sina tankar, att ställa följdfrågor och att göra förtydliganden. På så vis framkommer både individens och gruppens samlade bild av det aktuella ämnet (Cohen et al., 2011). Fokusgruppsintervjuer lämpar sig i situationer då man vill minska intervjuarens styrande roll eftersom denna blir mindre aktiv i en fokusgruppsintervju än vid en individuell intervju (Wibeck, 2010). Detta bedömdes vara särskilt viktigt i denna studie på grund av elevernas tidigare relationer till mig.

Genomförande

Intervjuerna genomfördes i ett grupprum på elevernas skola, med förhoppningen att de skulle känna sig mer avspända i en bekant miljö. Valet av plats påverkades av två saker, dels för att grupprummet låg i nära anslutning till elevernas klassrum, dels för att platsen kan ha stor påverkan på utfallet av fokusgruppsintervjuerna (Barbour, 2013). Wibeck (2010) beskriver till exempel att gruppers interaktion kan vara mer intensiv i ett litet rum än i ett större. Grupprummet rymde ett bord och några stolar och användes ofta av eleverna, under både lektionstid och raster, då de hade möjlighet att sitta där och studera.

Fyra intervjuer genomfördes, av vilka tre bestod av grupper om fyra elever och en intervju bestod av en grupp på två elever. Anledningen till att en grupp bestod av endast två elever var schematekniska detaljer då eleverna i kemigruppen inte kom från samma klass och intervjuerna genomfördes utanför ordinarie kemilektioner. Antalet deltagare i en fokusgruppsintervju bör enligt Wibeck (2010) vara mellan fyra och sex personer,

fler än sex minskar varje persons talutrymme och färre än fyra kan förflytta fokus från ämnet till deltagarnas inbördes relationer (till exempel då en person i en grupp om tre får en sorts medlarroll mellan de andra två).

Ljudet vid intervjuerna spelades in med hjälp av en iPad. I början av varje intervju fick varje deltagare presentera sig med sitt förnamn, för att enklare kunna koppla ihop röst med individ vid efterföljande transkribering. Intervjuernas längd varierade mellan ungefär 40 och 55 minuter.

Vid de halvstrukturerade fokusgruppsintervjuerna användes en intervjuguide (bilaga 4) med teman och nyckelord som visades upp på en skärm för deltagarna. Förtydligande följdfrågor ställdes om det krävdes för att initiera diskussion eller för att fördjupa ett resonemang. Intervjuerna var uppdelade i olika områden: Lärande, motivation och citat från enkät 1. De två första områdena inleddes med en mer öppen del, där eleverna fick diskutera vad lärande respektive motivation var för dem, varefter samtalet styrdes in mer specifikt på undervisningssekvensen med hjälp av nyckelbegreppen. De två första delarna av intervjuerna var alltså mer öppna till en början för att bli mer styrda mot slutet (Morgan, 1997; Wibeck, 2010), i den sista delen av intervjuerna fick eleverna se elevcitat som de fick diskutera kring. Slutligen fanns några nyckelord som endast togs upp om deltagarna inte redan tagit upp det till diskussion.

Inspelningarna från intervjuerna transkriberades i huvudsak skriftspråksnormerat enligt Linell (1994) och Wibeck (2010). Undantag från det skriftspråksnormerade var att pauser eller avbrutna meningar markerades med tre punkter, samt att ljud som "eh" och att talspråksord (t.ex. såna i stället för sådana) togs med. Anledningen till detta var för att representera elevernas sätt att uttrycka sig. Intervjuerna transkriberades i sin helhet, med undantag av några få passager där innehållet inte hade betydelse för forskningsfrågorna. Då antecknades i stället innehållet kortfattat för att återge vilket innehåll som ej transkriberats.

Dataanalys

Analys av data har i båda delstudierna analyserats genom kvalitativ innehållsanalys (Cohen et al., 2011), vilken ger möjlighet att både beskriva och tolka kvalitativa data. Det finns även inslag av kvantitativ analys av elevernas understöd i delstudie I (se Rietz et al., 2021). Eftersom datamaterialet skilde sig åt i de två delstudierna utfördes innehållsanalyserna på olika sätt, vilket följande avsnitt beskriver.

Analys av data i delstudie I

Datamaterialet i delstudie I bestod av 24 argumenterande texter. Syftet med delstudien var att undersöka hur eleverna understödde sina argument efter att ha undervisats om argumentation samt kontexten kring SNI-fallet. Eleverna fick sedan ta ställning till om de skulle köpa produkter innehållande PFAS. Ett understöd definieras i den här studien som en anledning till att ett visst ställningstagande görs. Det första exempelcitater i Tabell 3 är till exempel understöd till ett argument för att inte köpa en jacka innehållande PFAS. Understödet är alltså en anledning till varför eleven valt att inte köpa jackan.

Innehållsanalysen genomfördes både deduktivt och induktivt (Cohen et al., 2011). Den deduktiva delen av analysen hade sin utgångspunkt i de kategorier som finns i argumentationsramverket som tagits fram av Christenson och Chang Rundgren (2015), närmare bestämt understöd baserade på kunskap, respektive värderingar. Analysprocessen var också induktiv eftersom nya kategorier och underkategorier visade sig under analysens gång. Underkategorierna var exempelvis olika ämnesområden, såsom miljö, ekonomi eller ämnenas funktion, som eleverna hade hämtat information ifrån.

Analysen utfördes genom att jag läste igenom texterna för att få en helhetsbild. Därefter markerades de understöd som eleverna presenterade, och de tilldelades en kod som representerade de kategorier som är hämtade från argumentationsramverket (Christenson & Chang Rundgren, 2015). Understöd som inte passade in i de kategorierna markerades för vidare analys. När analysen var genomförd fanns sex kategorier som var indelade i tre huvudkategorier (se Tabell 3) och en mängd underkategorier (se Rietz et al., 2021). Analysen beskrivs i detalj i artikel I (Rietz et al., 2021).

Tabell 3.

De sex huvudkategorier som identifierades i delstudie I. Elevernas understöd grundades i kunskaper, värderingar eller resonemang. De delades in efter om understödet hörde till argument för eller emot elevens ställningstagande.

Huvudkategori	Definition	Exempel	Underkategori
Understöd grundade i kunskaper	Elever presenterar fakta, begrepp eller teorier som är kopplade till ämneskunskaper eller SNI-kontexten för att stödja eller motbevisa sina argument.	"PFAS kan störa reproduktionssystemet."	Hälsoeffekter
För Emot			
Understöd grundade i värderingar	Elever använder värderingar, känslor eller attityder för att stödja eller motbevisa sina argument.	"Tanken på [...] jackans globala miljöpåverkan skrämmer mig."	Känslor
För Emot			
Understöd grundade i resonemang	Elever drar slutsatser, villkorar eller gör förutsägelser av framtida händelser för att stödja eller motbevisa sina argument.	"Konsumenter styr vad som produceras. Om de inser faran med PFAS [...] kan de tvinga företag att ändra sin produktion."	Konsumtion
För Emot			

Analys av data i delstudie II

Datamaterialet i delstudie II bestod av enkätsvar och transkriberade intervjuer som analyserades med en induktiv innehållsanalys (Cohen et al., 2011). Jag läste igenom transkripten och enkätsvaren flera gånger för att få grepp om helheten. Data från enkäter och intervjuer har analyserats på samma vis, vilket bedömdes möjligt med avseende på enkätsvarens karaktär (fritextsvar). Data kodades med syfte att markera meningsbärande enheter (Graneheim & Lundman, 2004) för att innehållet skulle kondenseras. De meningsbärande enheterna (t.ex. meningar eller meningsutbyten med ett visst innehåll) delades sedan in i olika kategorier (se Tabell 4). De kategorier som visade sig i intervjuerna och enkäterna studerade jag sedan i förhållande till forskningsfrågan för att bilda teman. Till sist läste jag igenom transkripten och enkätsvaren ytterligare gånger, för att studera helheten i förhållande till skapade kategorier och teman.

Tabell 4.

De fem temana och tillhörande kategorier som framkom vid innehållsanalysen i delstudie II.

Tema	Kategorier
Förståelse för komplexitet och flera perspektiv	Kopplingar till andra ämnesområden/Se helheten Komplexitet Flera/andras perspektiv
Den medvetna konsumenten	Handlingar Medvetenhet Känsla av att kunna påverka
Nyfikenhet och intresse	Nyfiken/Intresserad
Att sprida kunskapen	Informera/berätta för andra Ansvarskänsla för att sprida informationen vidare Påverka andra Argumentationskunskaper används
Utveckling av ett kritiskt förhållningssätt	Källkritik Informationssökning Kunskap om ämne/argumentation underlättar kritisk granskning

Forskningsetik

Forskningen har följt de etiska riktlinjer som beskrivits av Vetenskapsrådet (2017). Eleverna fick på förhand information om studien (se bilaga 5³¹), om hur materialet skulle användas och att de när som helst kunde avbryta sitt deltagande. Eftersom eleverna var över 15 år tillfrågades inte deras vårdnadshavare om samtycke. Däremot uppmuntrades eleverna att ta hem informationsbrevet för att även vårdnadshavarna skulle få information om studien. Eleverna gav sitt samtycke till att insamlade data får användas i forskningssyfte och att oidentifierade citat från texter och ljudupptagningar samt material de producerat under arbetets gång får användas i presentationer och texter. Alla elever deltog frivilligt i studien. Antalet elever som deltog vid de olika datainsamlingstillfällena varierade. Studiens data har använts endast för studiens syfte och förvaras oåtkomligt för andra. Inspelningar från intervjuer har raderats från den enhet som användes för att spela in ljud.

Studien och datainsamlingen har inte behandlat några känsliga ämnen eller integritetskränkande uppgifter. Deltagandet var frivilligt, och elever kunde samtycka

³¹ I informationsbrevet och samtyckesblanketten nämns inget om enkäterna. Information och samtycke för deltagande i vardera enkät gavs/efterfrågades vid respektive enkättillfälle.

till att delta i vissa delar av studien men avstå från andra. Elevernas argumenterande texter anonymiserades i samband med att de laddades ner av mig för att användas i forskningssyfte. Nästan alla elever deltog med sin argumenterande text. De två enkäterna besvarades anonymt, och även där deltog de flesta av eleverna. Ett större bortfall fanns vid fokusgruppsintervjuerna, vilket visar att eleverna utnyttjade friheten att tacka nej.

Eftersom jag arbetade på elevernas skola och tidigare undervisat³² de flesta av dem förekom ett slags maktförhållande som är viktigt att förhålla sig till vid utformning och vidare arbete med studien. Detta maktförhållande skulle till exempel kunna ha inverkat på elevernas val att delta (eller inte delta) i olika moment eller ha påverkat elevernas prestationer och beskrivningar. En aspekt som var särskilt viktig var att jag inte skulle ansvara för eller delta i någon form av bedömning av eleverna under momentet³³, vilket jag inte heller har gjort. Hur jag i studiens olika moment har förhållit mig till delar av det som beskrivs i detta avsnitt utvecklas vidare i metoddiskussionen.

Metoddiskussion

Avgörande för vilken metod som lämpar sig bäst för datainsamling är undersökningens syfte (Kvale & Brinkmann, 2009). Delstudie I syftar till att studera hur elever argumenterar i en SNI-fråga efter att de undervisats om argumentation och SNI-kontexten. Insamling av data hade kunnat ske på flera sätt. Ett alternativ hade varit att till exempel observera eller filma elevers muntliga debatter, men för att eleverna skulle få tid att tänka igenom sina argument kom den huvudsakliga datainsamlingen att bestå av individuellt skrivna texter. Denna metod gjorde att varje elev hade möjlighet att föra fram sina olika argument kring sitt ställningstagande. Vid en muntlig diskussion eller debatt är det inte säkert att alla kommer till tals i tillräcklig omfattning. Innan eleverna skrev sina argumenterande texter arbetade de med att ta fram och diskutera olika argument i mindre grupper, vilket innebar att de fick diskutera med varandra och utbyta idéer och åsikter för att sedan på egen hand argumentera skriftligt. För att undersöka hur eleverna upplevde att SNI-undervisningen påverkat dem i deras roll som samhällsmedborgare genomfördes enkäter och halvstrukturerade fokusgruppsintervjuer. Intervjuer i grupp gör det möjligt att ta del av fler personers åsikter och ger ett större djup än en enkät skulle kunna bidra med (Cohen et al., 2011). Dessutom finns, vid halvstrukturerade intervjuer, möjlighet för relevanta följdfrågor. Enkäter

³² Detta utvecklas mer under rubriken Metoddiskussion.

³³ Och inte heller vid bedömning i andra moment i kursen.

användes för att få fler elevers svar, men även för att spara tid, framför allt vid den sista datainsamlingen (enkät 2) då tidskrävande intervjuer troligen skulle ha resulterat i färre deltagare. Delar av svaren i enkät 1 användes som underlag till fokusgruppsintervjuerna, vilket gjorde att de två metoderna kompletterade varandra.

Majoriteten av elevgruppen³⁴ som deltog i studien undervisades av mig och en ämneskollega när de läste kemi 1. Jag var dock inte kursansvarig eller betygsättande lärare i kursen kemi 2 i vilken studien genomfördes. En ämneskollega hade huvudansvaret i kursen, och min roll var som extra resurs (t.ex. vid laborationer och andra aktiviteter i halvklass). Under studiens genomförande hade jag huvudansvar för undervisningen eftersom jag var den som designat undervisningen och läst in mig på området, medan min kollega stöttade samt ansvarade för att bedöma elevernas texter utifrån kunskapskraven efter arbetsområdets slut. Vid studier som genomförs under en längre tid får forskaren en närmare och mer informell relation till deltagarna, och studien utförs då i en mer naturlig kontext (Cohen et al., 2011). Då jag tidigare arbetat med majoriteten av eleverna är det troligt att eleverna upplevde att de befann sig i en naturlig kontext under studiens genomförande. Det finns dock en risk att min kännedom om eleverna skulle kunna ha påverkat min tolkning av insamlade data. Min närvaro som deras tidigare lärare skulle dessutom kunna ha påverkat deras prestation eller uttalanden i intervjuerna. Detta arrangemang sågs ändå som fördelaktigt med tanke på studiens karaktär. Dessutom kan det ha varit en fördel att de elever som deltog i denna studie kände till mig sedan tidigare då det inte var främmande för dem att jag var där, vilket det finns risk för om det är en utomstående forskare som genomför studien. Eleverna kan tänkas ha känt sig tryggare i inspelade intervjuer eftersom de var bekanta med mig. Valet att använda fokusgruppsintervju som metod togs eftersom intervjuledarens styrande roll tonas ner till fördel för gruppens diskussion (Wibeck, 2010).

De metoder som använts påverkar resultatet. Det är inte säkert att andra deltagare eller ett annat SNI-fall skulle ge samma eller liknande resultat. Som tidigare nämnts ger fokusgruppsintervjuer en låg generaliserbarhet (Wibeck, 2010), och denna studie är dessutom gjord i en liten grupp. Målet med kvalitativ forskning är emellertid inte att kunna generalisera utan det handlar snarare om trovärdighet, vilken ökar om flera forskare ser samma sak (Stukát, 2014). Fokusgruppsintervjuerna har kompletterats av andra metoder för att ge flera perspektiv på forskningsfrågorna. Enkäterna var anonyma eftersom det möjligen skulle kunna fånga upp sådant som inte visade sig vid intervjuerna, dessutom valde fler elever att delta i enkäterna än vid intervjuerna. Det finns dock alltid en risk att informanter väljer att framställa sig på ett sätt som är mer

³⁴ Jag undervisade eleverna på naturvetenskapsprogrammet under läsåret före studiens genomförande. De utgjorde 21 av totalt 25 elever i gruppen.

fördelaktigt eller att de eftersträvar att svara ”rätt”. Här kan även min roll som deras tidigare lärare ha inverkat. Samtidigt kan denna roll ha bidragit till mer avspända och därmed mer utvecklade samtal vid intervjuerna.

Alla elever ställde inte upp på intervju. Av gruppens 25 elever valde 11 att inte delta. Vid intervjuerna deltog 5 pojkar och 9 flickor. Detta gör könsfördelningen mer ojämn i intervjuerna än den var i gruppen i stort, där den var jämn. Anledningen till att fler pojkar än flickor tackade nej till intervju går bara att spekulera kring. Kanske var det fler flickor som ställde upp av välvilja eller intresse. Kanske inverkade de relationer som existerade mellan mig och eleverna sedan tidigare. Det var fler elever som deltog i enkäterna, men det fanns svar som var kortfattade och de skulle kunna ha skrivits av de elever som inte deltog vid intervjuerna. Resultatet hade möjligen varit annorlunda om alla elever hade deltagit vid intervjuerna eftersom det hade kunnat bredda bilden av elevers upplevelser ytterligare. Alla elever har troligtvis inte samma uppfattning kring vad de fått med sig från undervisningen. Till exempel har kanske en del elever inte reflekterat särskilt mycket över undervisningen i efterhand. Något som skulle kunna tyda på det är de kortfattade svar som ibland förekom i enkäterna. Men eftersom studien har fokuserat på beskrivningar som tyder på utveckling av scientific literacy hade resultaten troligen inte skiljt sig i någon högre grad.

Cohen et al. (2011) beskriver intervjuer med människor i grupp som ett tidseffektivt sätt att samla in en stor mängd data. Det finns möjlighet för diskussion, och ett brett spektrum av svar kan erhållas. Flera personer i en intervju ger möjlighet att få flera versioner och personerna kan komplettera varandras svar. På detta vis finns möjlighet att komma längre i intervjun, vilket leder till ett mer fullständigt och tillförlitligt material. De problem som lyfts kring denna typ av intervju är att det finns risk att någon i gruppen dominerar samtalet och att det är viktigt att ha tänkt igenom hur en sådan situation ska hanteras redan innan intervjun genomförs. Ett sätt att undvika detta är att ha en samtalsordning där var och en får uttala sig innan diskussionen släpps fri. Ett annat problem som tas upp av Cohen et al. (2011) är att gruppintervjuer kan utmynna i ett slags grupptränk, som hindrar individer som tänker annorlunda att uttrycka det. Ett sätt att komma runt detta i min studie var att alla elever i gruppen individuellt fyllde i en anonym enkät, vars syfte var att utvärdera arbetsområdet. På så vis erhöles en viss inblick i hur varje individ upplevt undervisningen. Genom att bygga upp delar av intervjun kring enkätsvaren kunde jag förhoppningsvis komma åt olika perspektiv inom gruppen. Gruppintervjuer passar enligt Cohen et al. (2011) särskilt väl vid undersökningar på gruppnivå då det inte är lika viktigt att fånga enskilda individers upplevelser. En annan fördel är att gruppintervjuer är extra passande vid intervjuer med barn och ungdomar då det kan kännas tryggare att befinna sig i en grupp än att sitta ensam med intervjuledaren.

Cohen et al. (2011) tar upp ett flertal aspekter kring validitet och reliabilitet i kvalitativ forskning. Validitet handlar om att mäta det som ska mätas, och berör i kvalitativ forskning bland annat ärlighet, rika beskrivningar, djup och autenticitet (se även Tracy, 2010). Reliabilitet handlar till exempel om precision, om noggrannhet i mätningen och i de metoder som används. I sin beskrivning av kriterier för god kvalitativ forskning använder Tracy (2010) uttrycket *show, rather than tell*, vilket innebär att forskaren kan vara öppen med hur det har sett ut i stället för att tala om på vilket sätt olika faktorer kan ha påverkat resultatet. Genom att beskriva förutsättningarna kan läsaren själv bilda sig en uppfattning om det hela. Jag har därför i denna licentiatuppsats strävat efter att ge rika beskrivningar av forskningens tillvägagångssätt, metoder, förutsättningar, resultat och slutsatser.

Triangulering med flera metoder är ett sätt att öka validiteten hos fokusgruppsintervjuer (Morgan, 1997). Enkäterna och intervjuerna kompletterade varandra i denna studie. Dessutom kan den tredje metoden, elevernas argumenterande texter, bidra med ett helt annat perspektiv. Att en och samma person har genomfört intervjuerna samt tolkat och analyserat data påverkar reliabiliteten positivt. Samtidigt hade det varit en fördel om flera personer hade varit delaktiga i analysprocessen för jämförelser mellan olika personers tolkningar av data för att öka reliabiliteten (Wibeck, 2010). Det finns de som menar att datamaterialet vid innehållsanalyser bör kodas flera gånger, gärna av olika personer eller av samma person vid olika tillfällen för att öka reliabiliteten (Schreier, 2012). Samtidigt är analysen av elevernas texter beroende av att jag som är inläst på ämnesområdet utför analysen och kategoriseringen. Detta eftersom jag med min förförståelse inom ämnesområdet till exempel kan avgöra om fakta kopplade till området är korrekta eller ej eller lägga märke till andra aspekter som andra kanske inte skulle tolka på samma vis. Av dessa anledningar är det endast jag som har genomfört tolkning och analys av data. Kodning av materialet har genomförts vid flera tillfällen med ett antal veckors mellanrum. Mina kategoriseringar har sedan diskuterats med andra forskare i handledningsmöten och vid seminarier. Stora delar av resultaten i de båda delstudierna har framkommit genom induktiv kodning där kategoriseringen helt byggde på innehållet i deltagarnas beskrivningar. Andra kategorier och teman hade varit möjliga, vilket hade gett ett annat resultat.

RESULTAT – SAMMANFATTNING AV ARTIKEL I OCH II

I detta avsnitt ges en sammanfattning av de två artiklar som ligger till grund för denna licentiatuppsats.

Artikel I

I den första artikeln undersöks hur elever understödjer sina argument vid skriftlig argumentation. Eleverna fick ta ställning och argumentera kring om de skulle köpa en produkt innehållande PFAS eller ej. Innan eleverna skrev texterna deltog de i en intervention med fokus på (a) övning i argumentation och (b) kontexten kring SNI-frågan. Studien genomfördes på gymnasiet i kursen kemi 2, och antalet deltagande elever var 24. Elevernas argumenterande texter utgör studiens data, vilka analyserades både deduktivt (utifrån argumentationsramverket av Christenson och Chang Rundgren, 2015) och induktivt med en innehållsanalys (enligt Cohen et al., 2011). Resultaten visar att när elever undervisats om argumentation och ämnesinnehåll använder de främst ämneskunskaper för att understödja sina argument. Andelen understöd som hörde till kunskapskategorin var 78,0 procent. I de fall då värderingar förekom var de utvecklade. Värderingar utgjorde en mindre andel (10,3 procent) i förhållande till kategorin ämneskunskaper. Detta resultat skiljer sig från tidigare studier (t.ex. Christenson et al., 2014), dock har elever i tidigare studier inte alltid undervisats explicit om argumentation. En tredje kategori, benämnd resonemang, visade sig under analysen, och till den hör 11,7 procent av alla understöd. I de understöd som placerats i denna kategori drar eleverna slutsatser, villkorar argument och resonerar om framtiden. I de tre nämnda kategorierna (kunskap, värderingar och resonemang) ingår understöd till argument både för och emot. Eleverna presenterade motargument som de sedan bemötte inom alla tre kategorier. I elevernas texter finns understöd som spänner över en stor bredd av ämnesområden, vilket tyder på en förmåga att se frågan

utifrån olika perspektiv. Många av dem är kopplade till kemi och biologi. Tidigare forskning (Ekborg et al., 2013; Hodson, 2013; Tidemand & Nielsen, 2017) tyder på att lärare är rädda för att förlora naturvetenskapligt innehåll vid SNI-arbete. Denna studie visar att ämneskunskaper kan spela en stor roll i SNI-argumentation. Resultaten framhäver vikten av att elever undervisas kring både argumentation och SNI-kontext, vilket ställer stora krav på läraren. Då lärare i naturvetenskapliga ämnen kanske inte har tillräckliga kunskaper kring argumentation kan detta vara svårt utan tillräcklig vägledning. Det finns därför ett behov av att inkludera utbildning kring argumentation i lärarutbildningen för naturvetenskapliga ämnen. Det undervisningsmaterial som tagits fram i denna studie kan också fungera som ett stöd för lärare i arbetet med argumentation i SNI.

Artikel II

Artikeln undersöker elevers upplevelser av ett SNI-fall och hur detta påverkat dem i deras roll som samhällsmedborgare. Data samlades in genom enkäter och fokusgruppsintervjuer under ett och ett halvt års tid efter SNI-undervisningen. Enkäterna besvarades av 23 (enkät 1) respektive 19 elever (enkät 2), och vid intervjuerna deltog totalt 14 elever. Datamaterialet analyserades med en induktiv innehållsanalys, vilken resulterade i fem teman.

Ett tema är Förståelse för komplexitet och flera perspektiv, i vilket det framgår att eleverna upplevde att de utvecklat sin kunskap genom att få syn på och förstå kemins kopplingar till andra områden. De berättade också att de lärt sig att se och förstå andras perspektiv och att SNI-fallet var en komplex fråga som saknade enkla svar. Med hjälp av dessa kunskaper och insikter kunde de förbättra sin förmåga att argumentera.

Ett annat tema är Den medvetna konsumenten. Eleverna vittnade om situationer då de agerat som medvetna konsumenter som ställer frågor och undersöker olika produkters innehåll inför ett köp. Elever berättade att de har ändrat vanor och att de tänker mer på om det i konsumtionssituationer finns hälso-/miljövänligare alternativ. I elevernas diskussioner och enkätsvar framkom att de har en känsla av att de har makt att påverka inom området.

I temat Nyfikenhet och intresse framkommer att elever blivit mer nyfikna och utvecklat ett intresse för miljöfrågor, även beträffande frågor som inte är direkt kopplade till det område som eleverna arbetade med under SNI-undervisningen.

Temat Att sprida kunskapen handlar om att eleverna känner ansvar för att sprida sina kunskaper om PFAS och miljögifter till andra för att påverka dessa att göra bättre val. Eleverna menar att det är viktigt att sprida informationen eftersom det är få som känner

till problematiken kring PFAS-produkter. De menar också att de har haft nytta av sina kunskaper i argumentation i samband med kunskapsspridandet.

Det sista temat är Utveckling av ett kritiskt förhållningssätt, vilket handlar om att eleverna upplever att de har utvecklat sitt kritiska tänkande. De menar att de har blivit bättre på att söka, granska och hantera information och att kunskaperna i argumentation underlättar kritisk granskning av till exempel argumenterande texter i medierna.

Dessa resultat visar att elever kan stödjas på olika sätt i deras roll som samhällsmedborgare genom att arbeta med SNI. SNI-undervisningen genomfördes under en period av fem veckor. Eleverna upplevde att undervisningen påverkat dem på olika sätt i deras roll som samhällsmedborgare även ett och ett halvt år efter undervisningen. Genom att elever får möta flera olika SNI-fall under sin skoltid kan de kompetenser och förmågor som utvecklas troligen förstärkas än mer.

DISKUSSION

Syftet med denna studie var att undersöka hur elevers scientific literacy utvecklas genom SNI-argumentation i kemiundervisning. Detta har jag undersökt genom två delstudier, som har haft sin utgångspunkt i en intervention bestående av en undervisningssekvens med fokus på argumentationsstruktur och innehåll i form av kontexten kring ett SNI-fall om PFAS i vardagsprodukter. I detta avsnitt diskuteras först på vilket sätt elever i denna studie har utvecklat scientific literacy. Detta görs i förhållande till tidigare forskning och i relation till de tre visionerna inom scientific literacy. Diskussionen kring kunskaper och värden i elevers argumentation tas upp, liksom lärarens betydelse för SNI-argumentation. Slutligen diskuteras skolans naturvetenskapliga ämnen i relation till det som varit fokus för denna studie.

Elevers utveckling av scientific literacy

Hur har elevernas scientific literacy utvecklats genom arbetet med SNI-argumentation? De två delstudierna pekar på flera aspekter, både kompetenser som är direkt kopplade till scientific literacy och aspekter som kan utgöra förutsättningar för informerade beslut. Den första delstudien visar att elevers argumentation efter stöttning kan hålla god kvalitet, vilket innebär att den innehåller de aspekter som presenteras av Christenson och Chang Rundgren (2015) (se även Chang & Chiu, 2008). Kunskaper i argumentation är en viktig del i ett demokratiskt samhällsmedborgarskap. I de argumenterande texterna framkommer att eleverna i hög utsträckning understödjer sina argument med kunskap, som dessutom spänner över flera olika ämnesområden, av vilka flera är kopplade till kemi och andra naturvetenskapliga ämnen. Detta resultat skiljer sig från andra studier (se t.ex. Albe, 2008; Christenson et al., 2011; Christenson et al., 2014; Eriksson & Rundgren, 2012; Lee, 2007), som visar att elevers argumentation till största del understöds av värderingar. Att eleverna presenterade kunskapsunderstöd

från flera olika ämnesområden kan relateras till temat Förståelse för komplexitet och flera perspektiv (jfr Juntunen & Aksela, 2013; Sadler et al., 2007; Talens, 2016), som framkom vid analysen i delstudie II. Där lyfte eleverna att kemins kopplingar till andra områden synliggjordes, vilket bidrog till en sorts helhetssyn. Eleverna upplevde att de kunde se flera perspektiv, både beträffande att koppla frågan till flera ämnesområden och också angående att se och förstå olika individers och gruppers perspektiv och intressen. Exempelvis har företaget GORE-TEX och miljöorganisationen Naturskyddsföreningen olika intressen och därmed olika ingångsvinklar i sina beskrivningar av användningen av PFAS. Detta och andra aktörers olika intressen var något som eleverna kom i kontakt med under sitt arbete med att söka information och som de var tvungna att förhålla sig till, både vid förberedelser inför och vid beslutsfattande och författande av argumenterande texter. Att kunna se och ta hänsyn till flera perspektiv är betydelsefullt för ett informerat beslutsfattande, där det är viktigt att känna till flera aspekter av en fråga.

Kompetenser kopplade till ett kritiskt förhållningsätt (jfr Ekborg et al., 2013; Juntunen & Aksela, 2013; Rafolt et al., 2019; Talens 2016) och medielitteracitet (jfr Ottander & Ekborg, 2012; Sagmeister et al., 2021) är andra aspekter som visar sig i båda delstudierna. I delstudie I handlar det framför allt om att eleverna i sina argumenterande texter refererar till de källor som de stött på, valt och hanterat vid informationssökningen. I delstudie II rör det i stället elevernas beskrivningar av hur de arbetade med informationssökning och källkritik och på vilket sätt detta fått betydelse för dem. Elever beskrev hur de haft nytta av kunskaper relaterade till informationssökning och källkritik både i skolarbete och i vardagen utanför skolan. Dessutom beskrevs kunskaper i argumentation som viktiga för ett kritiskt förhållningsätt till argumenterande texter i medierna, vilket är viktigt för ett demokratiskt medborgarskap.

I delstudie II framkommer även att eleverna utvecklat ett intresse för miljöfrågor, att de känner ansvar för att sprida sina kunskaper vidare samt att de upplever att de har makt att påverka situationen. Dessa kan ses som goda förutsättningar för ett demokratiskt medborgarskap där informerat beslutsfattande underlättas av ett intresse för dessa frågor. Medborgare som intresserar sig för miljöfrågor och som upplever att de kan påverka skulle kunna innebära en större chans att de faktiskt aktivt är med och verkar för ett hållbart samhälle. Det finns elevbeskrivningar som visar att eleverna börjat försöka göra aktiva val för att bidra till mindre spridning av miljögifter (jfr Juntunen & Aksela, 2013). Detta beskrivs under temat Den medvetna konsumenten i delstudie II och utvecklas mer under nästkommande rubrik.

De fyra kompetenser som beskrivs inom ramen för SSR (Sadler et al., 2007) och som är nödvändiga för att framgångsrikt resonera och fatta beslut i SNI visar sig i denna studies resultat. Eleverna visar i såväl texter som enkäter och intervjuer att de har förstått

frågans komplexitet och att de kan se frågan utifrån olika perspektiv. Dessutom har de hanterat information med ett kritiskt förhållningssätt. Dessa tre kompetenser visar sig i de olika temana i delstudie II. De visar sig också i delstudie I i form av att elevernas kunskapsunderstöd kommer från flera olika ämnesområden och visar på flera perspektiv (t.ex. företags och konsumenters perspektiv). Den sista kompetensen inom SSR är att förstå att frågan inte har något givet svar eftersom ämnet är under pågående utredning. Denna synliggörs framför allt i elevernas texter då de beskriver kunskapsläget inom forskningsfältet och använder kunskapen om att det råder en stor osäkerhet kring olika PFAS-ämnens effekter och farlighet som understöd till argument både för och emot. Men det visar sig även i intervjuer då elever uttalar sig om att det inte finns något rätt svar och att det fanns många saker som talade både mot och för PFAS.

I detta avsnitt har jag försökt att ge en samlad bild av hur eleverna utvecklat sin scientific literacy genom att arbeta med SNI-argumentation i frågan om PFAS i vardagsprodukter. Under nästkommande rubrik utvecklas diskussionen genom att resultaten kopplas till de tre visionerna av scientific literacy.

Scientific literacy och de tre visionerna

De tre visionerna av scientific literacy, Vision I och II (Roberts, 2007) och Vision III (Sjöström, 2015; Sjöström et al., 2017; Sjöström & Eilks, 2018) blir synliga på olika sätt i denna studie. Tonvikten ligger på Vision II, men det förekommer även inslag av Vision I och III.

I sina argumenterande texter använde eleverna naturvetenskapliga kunskaper, om till exempel molekyler egenskaper och ekologi. Detta är kunskaper om naturvetenskapliga begrepp och teorier som inryms i Vision I (Roberts, 2007) och naturvetenskap som produkt (Norris & Philips, 2003; Sjøberg, 2010). Eleverna beskriver dessutom i enkäter och intervjuer att de har lärt sig om kemi och miljögifter. Den första visionen handlar också om naturvetenskapens karaktär och metoder (Eriksson, 2014), vilket bland annat är synligt i elevernas användning av understöd kopplade till forskningsfältet om PFAS. Ett exempel är då de beskriver hur resultat från djurstudier kan (eller eventuellt inte kan) användas som grund för hur PFAS påverkar människors hälsa. Det innebär att eleverna resonerar kring forskningsresultats giltighet och hur de kan användas, vilket kan sättas i relation till naturvetenskap som process (Norris & Philips, 2003; Sjøberg, 2010). Vision I och Vision II går in i varandra. Till exempel kan kunskaper relaterade till Vision I utgöra förutsättningar för att eleverna ska kunna delta i samhällsdebatten och fatta informerade beslut, vilket Vision II handlar om. Dessutom kan naturvetenskap som process, som bland annat innebär att tänka naturvetenskapligt och att använda naturvetenskaplig kunskap för att lösa problem, innefattas i både Vision I och II.

Vision II handlar om kunskaper som gör att en samhällsmedborgare kan fungera i samhället och fatta informerade beslut (Roberts, 2007; Settlage & Southerland, 2012). Aspekter kopplade till Vision II beskrivs i stor utsträckning i det första avsnittet av diskussionen, och därför beskriver jag de endast kortfattat här. Eleverna uppger att de har ändrat vanor, och de har dessutom utvecklat kompetenser och intressen som kan ge goda förutsättningar för ett informerat beslutsfattande. Det kan också bidra till att eleverna som samhällsmedborgare kan diskutera och argumentera i samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll. Exempel på sådana kompetenser är förståelse för komplexitet och flera perspektiv, medielitteracitet och kritiskt tänkande. Elevernas beskrivningar tyder även på att de har utvecklat konsumentmedvetenhet och intresse för miljöfrågor. De beskrev också hur de fick en sorts helhetssyn på kemin i relation till samhället och att de fick upp ögonen för hela systemet. Det kan kopplas till naturvetenskap som social institution (Sjøberg, 2010), vilket kan spela en viktig roll för elevernas perspektivtagande och förståelse för komplexitet, som i sin tur är betydelsefullt i ett informerat beslutsfattande.

I fråga om aktiva handlingar, i enlighet med Vision III (Sjöström & Eilks, 2018), visar resultaten i delstudie II att elever rapporterar att de har förändrat sina konsumentvanor (jfr Juntunen & Aksela, 2013). De har till exempel börjat att läsa innehållsförteckningar inför ett köp, de ställer frågor och de söker efter alternativa produkter. Andra exempel på aktiva handlingar är elevernas försök att sprida kunskaper till andra. Eleverna hoppades kunna påverka andra människor att göra medvetna och hållbara val genom att göra dessa medvetna om problemet med miljögifter i vardagsprodukter. Jag genomförde ingen kvantitativ analys i delstudie II, och alla resultat gäller kanske inte för alla elever. Det innebär att alla elever troligen inte har ändrat sina vanor eller börjat intressera sig mer för miljöfrågor. De teman som framkom bygger emellertid på uttalanden i enkäter och intervjuer som förekommer i sådan utsträckning att de har kunnat bilda ett tema, till skillnad från sådant innehåll som endast förekommit i enstaka uttalanden. Underlaget för de fem temana har visat sig vid flera tillfällen, av olika elever och i både enkäter och intervjuer. Med detta sagt vill jag ändå peka på att temat Att sprida kunskapen och temat Den medvetna konsumenten ofta förekom i elevernas enkätsvar och diskussioner i fokusgruppsintervjuer. Det antyder att eleverna anser att det är viktigt att sprida kunskaperna vidare. Dessutom berättade eleverna att de tidigare varit ovetandes om PFAS och miljögifter och att de ansåg det som mycket viktigt att andra skulle få samma kunskap som de. Detta kan relateras till eleverna i studien av Vesterinen et al. (2016) som menar att det viktigaste sättet att arbeta för en hållbar utveckling är att göra andra medvetna om olika frågor. Eleverna i föreliggande studie upplever att de genom sina handlingar (och tänkta framtida handlingar) kan göra skillnad i frågan. De har alltså en uppfattning om att de kan påverka sin egen och samhällets framtid, vilket kan utgöra goda förutsättningar för

ett aktivt medborgarskap. I elevernas argumenterande texter förekom flera förslag på hur problemet kan komma närmare en lösning, men dessa fick inte utrymme i analysen eftersom de inte utgjorde understöd till elevernas argument. Elevernas engagemang tyder dock på att de var angelägna om att vara med och bidra till olika lösningar. Elevernas konsumentmedvetenhet, tillsammans med ändrade vanor och spridning av kunskaper tyder på ett aktivt nutida medborgarskap enligt bland annat miljöperspektivet i gymnasieskolans läroplan (Skolverket, 2011a).

Tidigare forskning tyder på att elever som arbetar med SNI utvecklar ansvarskänslor och vilja att agera, men även känslighet för etiska aspekter (Lee et al., 2013). Dessa aspekter är viktiga för ett samhällsmedborgarskap som också innebär en strävan efter ett mer hållbart samhälle. Resultatet i delstudie II visar på etiska perspektiv som en del av elevernas perspektivtagande i frågan, men några djupare resonemang kring till exempel empati, som i Lee et al. (2013), fördes inte. I delstudie I framkommer dock att eleverna till viss del grundat sina argument i etiska och moraliska resonemang. Vidare verkar eleverna i denna studie känna ansvar för att sprida kunskaper vidare, men också för att välja bättre alternativ som konsument. Elevernas beskrivningar av sina handlingar tyder på att de vill och försöker agera, men det förekommer inte några direkta uttryck om att vilja agera. Åtminstone inte i delstudie II. I elevernas texter (delstudie I) förekommer dock skrivningar om att eleverna vill begränsa sin konsumtion av PFAS-produkter. Eleverna ger inte heller uttryck för att vilja engagera sig i organisationer eller grupper som aktivt arbetar för lösningar på problemet (jfr Lee et al., 2013). Visserligen handlade inte frågorna i enkäter eller intervjuer om detta, varför avsaknaden av sådana uttalanden kan bero på utformningen av datainsamlingen.

Ett intressant inlägg i debatten om hållbar utveckling i skolans undervisning ges av Alice Andrews (2021) på nättidningen "S.O.S. - Skola & Samhälle". Hon menar att undervisning om hållbar utveckling bidrar till miljömedvetna konsumenter snarare än kritiska medborgare som intar olika aktiva roller såsom att protestera mot systemet, eller bli aktiva medlemmar i organisationer, för att åstadkomma förändring. Andrews ger exempel på utbildningsmaterial om ekologiskt fotavtryck och beskriver hur elevers diskussioner kring hur Sverige och andra rika länder kan minska sina ekologiska fotavtryck endast hade sin utgångspunkt i vad som kan göras på individnivå. Exempel på lösningar på samhälls- eller politisk nivå saknades helt, trots att det var länders ekologiska fotavtryck, och inte individens, som var tema för diskussionerna:

I kombination med kunskapens tilltagande instrumentalisering är det därför inte konstigt att eleverna i den beskrivna klassrumssituationen inte kunde tänka bortom individuella lösningar och konsumentmakt. När kunskap, eller specifikt kunskap för hållbar utveckling, i allt högre grad blir ett instrument för att upprätthålla marknadsekonomin under skydd av en grön täckmantel så kan vi fortsätta producera och konsumera – så länge vi gör det "hållbart". Att vara en

ifrågasättande, kritisk och politiskt aktiv elev som initierar strejker och aktioner bidrar ju inte till marknadsekonomin (kanske snarare utgör ett hot mot densamma), till skillnad från miljömedvetna konsumenterna. (Andrews, 2021)

När jag reflekterar över denna studie i förhållande till det Andrews diskuterar framkommer först en bild av att individperspektivet är tydligt bland eleverna även här. Resultaten i delstudie II tyder på att eleverna blivit miljömedvetna konsumenterna som har ändrat sina vanor, och detta är precis vad Andrews menar att skolans undervisning kring hållbar utveckling bidrar till. Det kritiska förhållningssätt som elever har utvecklat handlar i denna studie framför allt om granskning av argumenterande texter i medierna, om informationssökning och om källkritik, inte om de ifrågasättande och kritiska medborgarna (elever) med krav på förändring som beskrivs i citatet av Andrews. Majoriteten av de fem teman som presenteras i delstudie II är individcentrerade. Jag kan i mångt och mycket hålla med Andrews i hennes kritik. När jag reflekterar ytterligare blir jag nyfiken på att titta tillbaka på elevernas texter för att se vilka lösningsförslag eleverna presenterade och om de är begränsade till individnivå eller sträcker sig utanför den. Här visar sig en annan bild som inte stämmer överens med den bild Andrews målar upp. Eleverna ger förslag som handlar om såväl individer som företag och EU. Till exempel vill en elev begränsa användning av PFAS-textilier till yrkes-/skyddssammanhang med tillstånd. En annan vill ge företag tid att utforska och utveckla nya ämnen och metoder men att det därefter sätts stopp för PFAS. En tredje menar att ämnena bör förbjudas av EU eller åtminstone hamna på kemikalieförordningens kandidatlista³⁵. Individnivån finns också närvarande. En elev skrev till exempel att om hen förklarar för sina närmaste så att de slutar konsumera PFAS-produkter och om de i sin tur gör detsamma för andra så kommer medvetenheten om PFAS att öka, och till slut kommer de inte att användas längre. Nedan presenteras citat från två elevers avslut i sina argumenterande texter:

I framtiden vill jag se att alla företag tar sitt ansvar och gör sig av med PFAS i sina produkter och som konsument kan man undvika produkter som innehåller PFAS. En annan sak som måste införas är hårdare kontroller av kemikalier. Kemikalierna ska inte vara godkända om de misstänks ha negativa effekter på människor, djur och natur. Det ideala hade varit om man istället vänt på det och gett ut godkännande istället för förbud. Detta kommer så klart bli en långdragen process men då minskar vi risken för alla konsekvenserna av att folk får cancer eller inte kan få barn. Nu har det tyvärr gått så långt att vi konsumenter drabbas

³⁵ Vilket bland annat innebär att användning och mängd måste redovisas samt krav på att informera kunden.

och vi måste själva säga nej och undvika matförpackningar med PFAS i. Framöver måste vi börja jobba förebyggande, inte agera när det är kris. (Elev 19)

Jag anser att konsumenter ska sluta köpa PFAS-jackor. Detta leder till minskad användning och därmed minskas utsläppen, därför att det är vi som efterfrågar dessa funktioner. Så om vi slutar göra det så tvingas företagen att hitta andra alternativ istället för PFAS. Dessutom anser jag att Reach, vid ett förbud, måste riskklassificera PFAS som ämnesgrupp och inte som enskilda ämnen. Varför? Jo, eftersom det krävs mycket forskning för att komma fram till vilka enskilda ämnen som har hälsofarliga effekter och som vi såg så har förbudet mot PFOS orsakat ökade volymer av andra PFAS-ämnen för att uppnå samma effekt vilket förklarar den ökade förekomsten i miljön. Denna process slösar också mycket pengar på utredningar som istället borde användas för att hitta eller utveckla de miljövänligare alternativen vi har. (Elev 5)

Båda dessa elever växlar mellan individnivå och en mer övergripande samhällsnivå. De är inte ensamma, utan det förekommer även i de andra elevernas texter. Undervisningen har alltså inte bidragit till att eleverna endast reflekterar kring individens ansvar att lösa problemet. Däremot finns det inget som direkt tyder på att eleverna har eller kommer att delta i organiserad verksamhet för att göra något åt problemet. Ifrågasättande, kritiska och politiskt aktiva samhällsmedborgare är något som förespråkas inom Vision III av scientific literacy (Sjöström & Eilks, 2018). Eleverna i denna studie beskriver sig själva som ifrågasättande i konsumtionssammanhang, vilket tillsammans med beskrivna aktiva handlingar (och förutsättningar för det) utgör en del av det som beskrivs inom Vision III. Däremot saknas beskrivningar av kritiska och politiskt aktiva elever som tas upp av Andrews (2021) och Sjöström och Eilks (2018).

Handlingskompetens

Begreppet handlingskompetens lyfts fram i bakgrundskapitlet som viktigt för scientific literacy. Enligt Ekborg et al. (2012) innebär begreppet att en individ ska kunna hantera SNI-frågor utan att bli handlingsförlamad. Det skulle kunna innebära att individen har kunskap om olika handlingsalternativ när den ställs inför olika samhällsfrågor. Möjligen kan de kunskaper som eleverna fått med sig från denna studies undervisningssekvens bidra till att eleverna har handlingskompetens, till exempel när de behöver söka information, förhålla sig kritiskt, ta hänsyn till flera aspekter, ta del av argumentation eller delta i samhällsdebatten. I frågor som rör miljögifter har de dessutom med sig en del förkunskaper som kan bidra till att de kan göra medvetna val. De fyra dimensioner (Ekborg et al., 2012; Mogensen, 1995) som beskrivs inom ramen för begreppet handlingskompetens visar sig på olika sätt i denna studies resultat. Eleverna har kunskap om PFAS och dess användning och känner till olika konsekvenser, olika argument och

handlingsalternativ (kognitiv dimension). De har även visat att de kan se frågan från flera perspektiv och att de kan granska olika intressegruppers argument (värderingsbaserad dimension). Eleverna visar dessutom att de känner ansvar för att agera genom att sprida informationen till andra och genom att agera som medvetna konsument (personlighetsdimension). Den sociala dimensionen handlar om att som medborgare förstå hur samhället fungerar och vilka möjligheter som finns inom det i relation till exempelvis politik och myndigheter. Eleverna känner till EU:s kemikalielagstiftning och organisationer som arbetar för en lösning av frågan. Dock saknas underlag i denna studie för att jag ska kunna uttala mig om huruvida eleverna har kännedom om hur de skulle agera i förhållande till politik och myndigheter om de skulle försöka påverka i frågan. Det som ligger närmast är kanske den konsumentmakt som eleverna ger uttryck för i texter, enkäter och intervjuer.

Kritiskt tänkande beskrivs utifrån tre aspekter inom ramen för begreppet handlingskompetens (Ekborg et al., 2012). Den första aspekten handlar om att kunna tänka självständigt genom att ha kunskaper och kunna tänka utifrån flera olika perspektiv och inte förlita sig på auktoriteter. Eleverna i denna studie ger uttryck för detta på flera sätt. Till exempel säger en elev i en intervju att kunskaperna kring miljögifter ger möjlighet att på egen hand undersöka i stället för att bara förlita sig på vad andra säger (se artikel II). En annan elev uttalar sig om att hen kunnat vara kritisk mot argumenterande texter i tidningar och liknande. Dessutom tyder båda delstudierna på att eleverna kan tänka utifrån flera olika perspektiv. Den andra aspekten av kritiskt tänkande berör insikten om att det kan finnas olika intressen hos olika grupper och att information kan framställas på olika vis utifrån detta. Som nämnts tidigare kom eleverna i kontakt med olika källor, såsom miljöorganisationer och företag som har olika intressen kring hur PFAS framställs, vilket de tog hänsyn till i sitt arbete. Den tredje aspekten handlar om intention till förändring och att både förstå och påverka. Eleverna i denna studie visar en förståelse för problemet, och de visar även försök till att påverka i form av att sprida kunskap och att ta ett konsumentansvar. Dock verkar de faktiska handlingar som visar sig i resultaten begränsa sig till individnivå, vilket diskuterades i föregående avsnitt.

Argumentation

Elever har i tidigare forskning visat sig ha ett flertal svårigheter med SNI-argumentation. Till exempel har studier visat på svårigheter att använda kunskaper som grund för argumentation (se t.ex. Christenson et al. 2014), att koppla samman olika ämneskunskaper och formulera fullständiga argument (se t.ex. Lazarou et al., 2016). Forskning visar också på svårigheter att presentera och bemöta motargument (Chang

& Chiu, 2008; Sadler, 2004). Svårigheter förekommer även med att navigera och hantera alla sidor som kan förekomma i en SNI-fråga (Hodson, 2013). Ytterligare svårigheter handlar om medielitteracitet (se t.ex. Ekborg et al., 2013) och kritiskt tänkande (se t.ex. Sadler, 2009). I detta avsnitt görs ett antal nedslag i relation till några av de områden som elever haft svårigheter med i tidigare studier. En del av dessa områden har dock behandlats i ovanstående avsnitt och tas därför inte upp igen.

Vikten av stöttning i argumentationsprocessen framhävs av ett flertal forskare (se t.ex. Chang & Chiu, 2008; Chung et al., 2016; Sadler, 2004; Simon et al., 2006; Wu & Tsai, 2007; Zohar & Nemet, 2002). Denna studies resultat tyder på att elevers argumentation kan hålla hög kvalitet genom undervisning om dels argumentation med fokus på både struktur och innehåll, dels genom kunskap om SNI-kontexten. Detta stödjer resultaten i studien av Zohar och Nemet (2002), där elever också undervisades om både argumentation och ämnesinnehåll. De kunskaper i argumentation som eleverna fått med sig i denna studie kan underlätta för dem att ta del av och delta i samhällsdebatten, vilket ingår i scientific literacy. Eleverna beskrev själva att de haft nytta av sina argumentationskunskaper, exempelvis då de försökt sprida information om PFAS till andra eller då de kommit i kontakt med argumentation i andra sammanhang. Elevernas utbildning kring argumentation begränsar sig emellertid inte till endast undervisningssekvensen i denna studie. De har tidigare arbetat med argumentation i andra ämnen, till exempel svenska och samhällskunskap. Elevernas beskrivningar i denna studie grundar sig på de kunskaper som de menar att de har fått med sig från undervisningssekvensen. I enkäter och intervjuer jämförde eleverna sina upplevelser av undervisningssekvensen med argumentationsmoment i andra ämnen och menade att det var en ny situation för dem att argumentera i en naturvetenskaplig kontext. Kanske var det ett större fokus på att grunda argument i kunskaper och att argumentation som bygger på ämnesplanen i kemi kan bidra till andra perspektiv i argumentationen. Till exempel att olika argument kan komma från flera nivåer (t.ex. individnivå och samhällsnivå) eller ämnesområden (t.ex. forskningsområde, hälsa, konsumtion och ekologi).

I tidigare studier (se t.ex. Chang & Chiu, 2008; Ekborg et al., 2013; Sadler, 2004) framkommer att elever har svårigheter att presentera motargument och att utvärdera dessa. I denna studie presenterar samtliga elever motargument i sina argumenterande texter, och en majoritet av eleverna presenterar motargument grundade i kunskaper (se Figur 3 i Rietz et al., 2021). I samband med att motargument presenterats har eleverna också bemött dessa. Skillnaden i denna studie jämfört med tidigare forskning är att eleverna har arbetat utifrån en modell för hur argumentation kan se ut i relation till både struktur och innehåll, vilket kan ha bidragit till att eleverna får med fler viktiga strukturella aspekter i sin argumentation än tidigare forskning visat på.

Det finns andra interventionsstudier där elever har fått stöttning i SNI-argumentation. Ett exempel är Zohar och Nemet (2002), som nämndes tidigare, där elever stöttades kring både ämneskunskaper och argumentation, vilket resulterade i utveckling inom båda områdena³⁶. I den studien analyserades dock inte elevernas användning av understöd i argumentationen (med avseende på kunskaper, värderingar eller ämnesområde), med undantag av ämneskunskaper i genetik. Studien av Venville och Dawson (2010) är ett annat exempel där elevers argumentation stöttades och utvecklades i enlighet med TAP (Toulmin, 2003). I analysen togs emellertid ingen hänsyn till det naturvetenskapliga innehållet och huruvida det var korrekt, utan fokus låg endast på själva argumentationsstrukturen. Dessa studier skiljer sig från denna studie eftersom elevernas kunskapsunderstöd här har analyserats utifrån korrekthet och vilket ämnesområde de hör till, vilket har kunnat visa på komplexitet och flera perspektiv.

Kunskaper och värden

Tidigare forskning visar att elever i hög utsträckning använder värderingar för att understödja sina argument (se t.ex. Albe, 2008; Christenson et al., 2011; Christenson et al., 2014; Eriksson & Rundgren, 2012; Lee, 2007). Resultaten i denna studie (se Rietz et al., 2021) tyder på att det är möjligt att stötta elever så att de använder kunskap som grund för sina argument i högre utsträckning. Detta innebär inte att värderingar inte har en plats i SNI-argumentation. Värderingar och etiska aspekter har en betydelsefull roll i SNI-frågor (se t.ex. Nielsen, 2012; Ratcliffe & Grace, 2003), och SNI-argumentation bör innehålla även dessa typer av argument. Dock är det en fördel om värderingsbaserade argument förklaras med utvecklade resonemang enligt argumentationsramverket av Christenson och Chang Rundgren (2015). Dessutom bör denna typ av argument inte utgöra hela grunden för argumentationen. Annars finns en risk för att lärare i naturvetenskapliga ämnen drar sig för att inkludera SNI-argumentation i undervisningen av rädsla för att tappa fokus på det naturvetenskapliga innehållet (se t.ex. Ekborg et al., 2013; Tidemand & Nielsen, 2017). Undervisningssekvensen i denna studie är ett exempel på hur lärare skulle kunna arbeta för att stötta elevers användning av kunskap i sin argumentation.

Naturvetenskaplig kunskap är nödvändig i en välgrundad SNI-argumentation, men även för att skapa förståelse för underliggande problem och för att kunna göra informerade val (Hodson, 2013). I studien av Kolstø (2006) var det framför allt kontextspecifik kunskap (tillsammans med värderingar) som användes av eleverna när de skulle fatta beslut. I studien av Sadler och Donnelly (2006) menar deltagarna att de

³⁶ Vilket inte skedde i kontrollgruppen där endast ämneskunskaper utvecklades.

hade kunnat göra bättre ifrån sig i argumentationen om de hade haft mer kunskaper om kontexten kring SNI-frågan utöver de ämneskunskaper de hade i genetik. Den typ av kunskap som eleverna i denna studie har använt som understöd i sin argumentation är dels sådan som hör till ämneskunskap i kemi (t.ex. egenskaper hos PFAS-molekyler) och biologi (t.ex. anrikning av PFAS i näringskedjor), dels kontextspecifik kunskap som hör till SNI-fallet om PFAS i vardagsprodukter (t.ex. kunskap om forskningsfältet och EU:s kemikalielagstiftning). Dessa kunskaper placerades i delstudie I i samma kategori. Men var går gränsen för vilka kunskaper som kan benämnas ämneskunskaper? Är ämneskunskaper i kemi begränsade till endast kemiska begrepp och teorier? Eller kan ämneskunskaper omfatta alla kunskaper som hör till skolämnet kemi? Även om en stor del av skolans kemiundervisning fokuserar på just begrepp och teorier skulle jag vilja påstå att de kontextspecifika kunskaper som hör till olika SNI-fall också har en självklar plats i skolans kemiundervisning. Den fjärde punkten i de områden elever ska utveckla kunskaper och förmågor inom enligt ämnesplanen i kemi är kunskaper om kemins betydelse för individ och samhälle (Skolverket, 2011b). Det innebär att skolämnet kemi ska ge elever kunskaper som gör att de kan se kemi i en större kontext genom att koppla ihop kemi med individ och samhälle. Frågan är hur stort utrymme som denna typ av kunskaper får i gymnasieskolans kemikurser. Troligen inte i någon större utsträckning om vi ser till tidigare forskning (se t.ex. Broman, 2015) som tyder på att det främst är faktakunskaper, begrepp och teoretiska modeller som har varit i centrum. Kontextspecifik kunskap är nödvändig för att kunna uppfylla ämnesplanens skrivningar om exempelvis kemins betydelse för individ och samhälle samt för att eleverna ska kunna delta i samhällsdebatten.

Låt oss åter vända blicken mot värderingar som grund för elevers argumentation. Går det att skilja på värderingar och kunskap? Det kan vara svårt eftersom värderingar och kunskap ofta går in i varandra. I argumentation kan värderingar styra vilka kunskaper som lyfts fram eller så kan värderingar grunda sig i kunskaper. För att kunna genomföra analysen i delstudie I valde jag därför att endast analysera explicita (jfr Kolstø, 2006) värdeunderstöd, det vill säga sådana som eleverna uttrycker med ord. Det innebär att jag inte tog hänsyn till om elever värderade olika kunskapsunderstöd olika. Det som kan sägas är dock att den enda elev som fattade beslutet att hen skulle köpa en produkt innehållande PFAS hade relativt få kunskapsunderstöd som grund för sitt beslut. Däremot presenterade hen fler kunskapsunderstöd som motargument till sitt beslut. Det betyder att eleven lade större vikt vid de få kunskapsunderstöd som hen presenterade som grund för sitt val. Eleven grundade också till stor del sitt beslut i värderingar. De andra eleverna grundade till största del sitt beslut i kunskaper. Detta skulle kunna vara ämnesberoende, det vill säga att SNI-fallet om PFAS kanske innehåller mer information som talar mot användande av produkter med dessa ämnen än information som talar för.

I en studie av Jonell, Crona, Brown, Rönnbäck & Troell (2016) undersöktes konsumenters inställning till miljömärkt fisk genom att dela ut enkäter vid fiskdisken i en butik. Resultaten visade att känslomässigt engagemang var en av de viktigaste faktorerna vid val av miljömärkt fisk. Konsumenter vittnade om starka dokumentärsccener från fiskodlingar och hur dessa påverkar fisken och miljön som viktiga för deras beslut. Människors val styrs ofta av känslor och värderingar. Men det går också att se det som att känslor och värderingar påverkas av vilka kunskaper en individ har. Ju mer kunskap en individ har om ett område, desto fler perspektiv finns det som kan påverka individens känslor och värderingar relaterade till området. I exemplet med miljömärkt fisk hade konsumenterna fått kunskap om hur fiskar i fiskodlingar far illa och hur fiskodlingar kan påverka miljön, vilket i sin tur påverkade konsumenternas känslor och värderingar, som i sin tur påverkade deras beslut om vilken fisk de skulle köpa. Alltså, även om beslut tas främst på grund av en individs känslor och värderingar så kan kunskaper spela en stor roll eftersom de kan påverka individens värderingar. Därför är det viktigt att elever erbjuds möjligheter att få kunskaper om olika perspektiv i olika SNI-frågor.

Lärarens betydelse för elevers argumentation

Trots att denna studie har fokus på elevers argumentation och upplevelser av SNI-undervisning kommer jag här att resonera kring lärarens roll. Anledningen till detta är att studien bygger på en undervisningsdesign där läraren har en tydlig uppgift i att genomföra en strukturerad och stöttande undervisning.

En kombination av struktur- och innehållsfokus verkar vara ett framgångsrikt koncept för att stötta elevers argumentation. I arbetet med detta blir lärarens roll mycket betydelsefull. Elever behöver stöttning i form av strukturerad undervisning kring hur argumentation kan se ut och genomföras. I denna studie fick eleverna arbeta med exempel på argumentation, men även öva på att formulera argument för och emot utifrån ramverket för argumentation (Christenson & Chang Rundgren, 2015). Det fanns uttryckta och tydliga förväntningar på hur eleverna skulle arbeta och argumentera. Med hjälp av tydliga ramar behövde eleverna inte gissa, utan de kunde få klart för sig vad som krävdes av dem. Här ställs stora krav på läraren. Enligt Presley et al. (2013) behöver läraren ha kunskaper om det naturvetenskapliga innehållet i ett SNI-fall men även ha kännedom om andra aspekter kring fallet (dvs. kontextspecifika kunskaper). Läraren behöver dessutom vara ärlig gentemot eleverna när dennes kunskaper inte räcker till och se sig själv som en deltagare i kunskapssökandet tillsammans med eleverna (och inte som den som har alla svar). Läraren bör också ha en vilja att hantera de osäkerheter som kan uppstå i diskussionerna kring fallet. Utöver detta krävs även att läraren utformar undervisningen så att elever stötts att se flera

perspektiv och så att elever i sin argumentation kan presentera argument både för och emot som är grundade i kunskaper. Tidigare studier visar emellertid att lärare i naturvetenskapliga ämnen också behöver stöttning i hur de kan arbeta med SNI-argumentation i undervisningen. Forskning visar till exempel att lärare känner sig osäkra inför arbete med SNI och att det finns en rädsla för att tappa fokus på naturvetenskapliga fakta (Ekborg et al., 2013), men även att lärare i naturvetenskapliga ämnen verkar ta hänsyn endast till det naturvetenskapliga innehållet i elevers argumentation vid bedömning (Christenson et al., 2017). Det sistnämnda stämmer inte så väl överens med ämnesplanerna i naturvetenskapliga ämnen som innehåller skrivningar om kemins koppling till andra områden, aktuell forskning, etiska diskussioner, argumentation, granskning och användning av information och kemins betydelse för individ och samhälle, vilket öppnar upp för arbete med SNI. Hur kan då lärare stöttas så att de i sin tur kan stötta sina elever i argumentationsprocessen? Ett förslag är att blivande lärare i naturvetenskap får med sig fördjupade kunskaper om argumentation i sin lärarutbildning. Ett annat förslag är att lärare i naturvetenskapliga ämnen samarbetar med lärare i andra ämnen. Svenska är till exempel ett ämne där argumentationsstruktur, källkritik och referenshantering ingår. Samhällsvetenskapliga ämnen innehåller ofta argumentation, och lärare i dessa ämnen är troligen mer vana vid argumentation i undervisningen. Det material (se bilaga 1) som tagits fram i denna studie kan också fungera som underlag för SNI-argumentation i undervisningen.

Naturvetenskapliga ämnen i förändring?

Tidigare forskning pekar på lärares svårigheter att inkludera SNI-argumentation i undervisningen. Det handlar bland annat om osäkerhet (se t.ex. Bryce & Gray, 2004; Ekborg et al., 2013) och tidsbrist som följd av stofffrängsel i ämnes- och kursplaner, vilket bidrar till en rädsla för att tappa fokus på naturvetenskapliga fakta (se t.ex. Bartholomew et al., 2004; Ekborg et al., 2013; Hodson, 2013). Samtidigt finns ett tydligt fokus på Vision II (Roberts, 2007) av scientific literacy i de svenska styrdokument, både i läroplanen och i ämnesplanerna för kemi och andra naturvetenskapliga ämnen (Skolverket, 2011b; Skolverket, 2011a). För att uppnå syftena i ämnesplanen för kemi krävs både traditionell undervisning med fokus på faktakunskaper och undervisning med fokus på argumentation och samhällsfrågor. Detta är viktigt för att ge elever möjlighet att utvecklas till demokratiska samhällsmedborgare som kan fatta informerade beslut och som bidrar till ett mer hållbart samhälle. Fokus på begrepp, modeller och teorier behöver finnas kvar i gymnasieskolans kemiämne eftersom en del av de elever som läser det kommer att läsa vidare inom naturvetenskapliga utbildningar, men också för att elever behöver

naturvetenskapliga faktakunskaper för att kunna fatta informerade beslut. Men de andra kunskaperna relaterade till Vision II (Roberts, 2007) är också viktiga. Hur kan lärare i naturvetenskapliga ämnen arbeta för att elever ska få med sig kunskaper som hör till både begrepp/modeller/teorier och ett demokratiskt samhällsmedborgarskap? Undervisningssekvensen i denna studie är lång, och en del lärare ser kanske inte det som möjligt att få in. Men det kanske går att genomföra kortare sekvenser av SNI-fall? Kanske finns det möjligheter att samarbeta med andra ämnen? Svenska, engelska eller samhällskunskap skulle kunna vara lämpliga ämnen för det. En annan idé är att återinföra ämnet naturkunskap³⁷ (i en något anpassad version) för naturvetenskapsprogrammet och teknikprogrammet. Tidigare läste elever på gymnasieskolans alla program ämnet naturkunskap. Naturkunskap är ett ämne som till stor del handlar om naturvetenskapens kopplingar till individ och samhälle och som erbjuder goda möjligheter att arbeta med olika SNI-frågor. Genom att ha en obligatorisk sådan undervisning hade eleverna på naturvetenskapsprogrammet och teknikprogrammet kunnat fördjupa sina kunskaper om naturvetenskapens roll för samhället och individen. Det hade kunnat skapa det utrymme som i dag saknas, kanske framför allt i kemiämnet³⁸. I de två program som inte har naturkunskap ingår däremot ämnet kemi. Även om flera av de elever som läser kemi kanske kommer att bli naturvetare till yrket och därmed behöver få med sig kunskaper om begrepp, modeller och teorier (Vision I) så innebär det inte att de inte behöver få med sig kunskaper relaterade till ett demokratiskt samhällsmedborgarskap (Vision II). Det är därför viktigt att eleverna i sin naturvetenskapliga utbildning får med sig båda delar. Förslaget om att återinföra naturkunskap för dessa två program ska inte ses som att SNI-argumentation inte har en plats inom kemiämnet, utan bör i stället ses som en möjlighet till fördjupning och breddning som inte hinns med inom ramen för kemikurserna såsom de ser ut i dag.

Ökade möjligheter till SNI-argumentation i kemiundervisning skulle kunna komma med den nya ämnesbetygsreformen (se Skolverket, 2021). Betygsutredningens betänkande (SOU 2020:43) föreslår att gymnasieskolans kursbetyg ska tas bort, och i stället ska ett ämnesbetyg sättas i slutet av elevens utbildning i ett ämne³⁹. Grundtankarna med ämnesbetyg är att minska fragmentisering, att främja en mer långsiktig undervisning utifrån en helhetssyn, att minska stress och att erbjuda möjlighet för eleverna att bredda och fördjupa sina kunskaper. Det är min förhoppning

³⁷ I dagsläget läser inte alla elever ämnet naturkunskap. Det handlar om elever på naturvetenskapsprogrammet och teknikprogrammet.

³⁸ Eftersom jag inte har erfarenhet av att undervisa i fysik, och inte heller har läst forskning specifikt om fysikämnet, låter jag bli att resonera kring det. Möjligen föreligger liknande stoffträngsel som i kemi även i fysikämnet.

³⁹ Som kan delas upp i flera nivåer där delbetyg ges, men som inte finns med i elevens examensbevis (SOU 2020:43).

att denna reform kan innebära ett större utrymme för att i undervisningen arbeta med de naturvetenskapliga ämnenas kopplingar till samhället.

Avslutningsvis

Studiens resultat tyder på att elevers scientific literacy kan utvecklas utifrån flera olika aspekter genom SNI-argumentation i kemiundervisning. Exempelvis argumentationskunskaper, kritiskt tänkande, kunskaper relaterade till att söka och utvärdera information, konsumentmedvetenhet och att kunna se och förstå komplexitet och flera perspektiv. Men det är viktigt att understryka att undervisningssekvensens utformning troligen har stor betydelse för vilka möjligheter som erbjuds och hur elevers scientific literacy utvecklas. Elever behöver till exempel stöttning för att kunna argumentera evidensbaserat (se t.ex. Chung et al., 2016), för att kunna se och ta hänsyn till flera perspektiv i sin argumentation (se t.ex. Wu & Tsai, 2007) och för att kunna argumentera på ett utvecklat vis (se t.ex. Sadler & Donnelly, 2006; Simon et al., 2006), exempelvis genom att presentera motargument och utvärdera andras argument. Undervisningssekvensen syftade till att stötta elevers argumentation och andra kompetenser kopplade till scientific literacy. Studiens resultat tyder på att undervisningen lyckades uppfylla sitt syfte. Visserligen går det inte att veta hur just dessa elever hade argumenterat utan stöttning eftersom det inte har undersökts. Jag har emellertid presenterat tidigare forskning kring elevers argumentation samt lyft fram elevernas beskrivningar av hur de med hjälp av undervisningen har förbättrat sin argumentation. En relevant och aktuell samhällsfråga kan öka elevers engagemang (Aikenhead, 2006; Chang & Chiu, 2008), och kanske bidrog det i denna studie till att elever utvecklade sin konsumentmedvetenhet och försökte sprida sina kunskaper till andra eftersom att de ansåg att frågan var viktig och intressant.

Studien belyser behovet av att stötta elevers argumentation utifrån både innehållsmässiga och strukturella aspekter. För att elever ska kunna få stöttning i SNI-argumentation ställs emellertid höga krav på läraren. Lärare har dock i tidigare forskning visat sig känna osäkerhet inför SNI-argumentation (Bryce & Gray, 2004; Ekborg et al., 2013), vilket innebär att lärare är i behov av vägledning. Lärarutbildningen bör därför inkludera undervisning om argumentation för blivande lärare i naturvetenskapliga ämnen. Den undervisningssekvens som presenteras i denna studie kan också fungera som stöd för lärare vid arbete med SNI-argumentation.

Framtida forskning

Det hade varit intressant att undersöka hur elever beskriver sina erfarenheter i relation till SNI-undervisning när det har gått längre tid. Den sista datainsamlingen skedde ett och ett halvt år efter undervisningssekvensen, och den tyder på att elever även efter en relativt lång tid upplevde att de kunskaper som de hade fått med sig påverkade deras vardag och skolarbete. Men frågan är om och i så fall hur de kunskaper som elever får med sig av SNI-argumentation uttrycks under åren efter att eleverna lämnat gymnasieskolan.

Det skulle även vara intressant att undersöka hur elevers argumentation utifrån ramverket för argumentation (Christenson & Chang Rundgren, 2015) kan se ut i andra SNI-frågor. På vilket sätt påverkar ämnesvalet elevernas understöd med avseende på kunskaper och värderingar? Christenson et al. (2011) och Christenson et al. (2014) har undersökt detta och sett en viss skillnad mellan olika frågor, men då arbetade eleverna inte utifrån en argumentationsmodell.

Ett annat perspektiv som framtida forskning skulle kunna undersöka är hur lärare tar sig an den undervisningssekvens som presenteras i denna studie. Jag som forskarstuderande hade förmånen att läsa in mig på tidigare forskning, på argumentation och på området kring PFAS under en längre tid inför och under planerandet av undervisningssekvensen. Som lärare finns inte samma förberedelsetid. Hur skulle lärare arbeta med undervisningssekvensen i sin kemiundervisning? Vilka hinder och möjligheter ser de? Tidemands och Nielsens (2017) studie undersöker biologilärares perspektiv på SNI och kommer fram till olika aspekter som utgör hinder för en fungerande SNI-undervisning. Exempelvis förekom ett stort fokus på specifika biologiska faktakunskaper, vilket reducerade SNI-fallets komplexitet och möjlighet till andra perspektiv. Skulle liknande resultat framkomma om kemilärare arbetat med stöd av Christensons och Chang Rundgrens (2015) argumentationsramverk och det material som tagits fram i denna studie?

De tre visionerna av scientific literacy visar sig på olika sätt i studiens resultat. Dock saknas beskrivningar av kritiska och politiskt aktiva elever som beskrivs av Sjöström och Eilks (2018) och Andrews (2021). Framtida forskning skulle kunna fokusera på denna aspekt av scientific literacy. Hur kan naturvetenskaplig undervisning utformas för att möjliggöra elevers engagemang för att på en samhällsnivå skapa förändring mot ett mer hållbart samhälle? Hur kan en sådan undervisning se ut, och vilka konsekvenser kan den få?

ENGLISH SUMMARY

Introduction

Citizens in a democratic society sometimes need to discuss or make decisions regarding societal issues that require scientific knowledge. Involvement in such “socioscientific issues” (SSI) call for the use of “socioscientific argumentation” (SSA). The use of SSI and SSA in science education can prepare students for citizenship (Sadler & Zeidler, 2005) and put science content into a meaningful and relevant context (Sadler, 2009).

By working with current societal issues in school, such as global warming, vaccination, or environmental toxins, students can become acquainted with various issues that they probably will encounter in their role as citizens. Researchers have emphasized the importance of science teaching addressing these issues (e.g., Sadler, Barab, & Scott, 2007). How society and the individuals within it deal with various issues is crucial for the future development of our world. Therefore, education has an important task in teaching students to make informed decisions and to act as engaged citizens who strive for a sustainable society.

SSA tasks are often considered as complex and cognitively challenging for the students, for instance, because students need to construct evidence-based arguments (Cho & Jonassen, 2002) and because many SSI are interconnected with a range of various subject areas (Ratcliffe & Grace, 2003). To help students gain a deeper understanding of a specific SSI, Sadler and Donnelly (2006) emphasized the importance of teacher guidance, while Chung, Yoo, Kim, Lee, and Zeidler (2016) stressed supporting students’ use of evidence-based reasoning. The complexity of SSI and SSA may contribute to science teachers feeling insecure and hesitant about including such activities in their teaching (Ekborg et al., 2012). Another reason why teachers may avoid the inclusion of SSI and SSA is fear of losing focus on the scientific content (Ekborg, Ottander, Silfver, & Simon, 2013; Hodson, 2013). Earlier research examining students’ SSA supports this observation by showing that students tend to

base their arguments on values rather than knowledge (Christenson, Chang Rundgren, & Zeidler, 2014; Lee, 2007).

The aforementioned difficulties point to the need to develop strategies for approaching SSA in science education. For example, Christenson and Chang Rundgren (2015) developed a framework to aid teachers in the assessment of students' SSA. The framework can support teachers to identify, and communicate, quality criteria in students' SSA. The framework could help both teachers and students during the argumentative process, as it emphasizes important aspects to consider.

The main purpose of the present study is to explore how upper secondary school students' scientific literacy can be developed through SSA in chemistry education. This is investigated through two different approaches to the main purpose. The first approach (Paper I) examines students' argumentation after they have participated in a series of lessons designed to support the development of skills related to high-quality argumentation. The focus of the teaching sequence is on trying to develop students' argumentation by broadening their knowledge in argumentation, informed decision-making, and the context surrounding the SSI of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in everyday products. The second approach (Paper II) to the main purpose is to explore students' experiences of SSI (and SSA) teaching and how their roles as democratic citizens have developed as a result of their experiences.

The research questions are:

- How do students support their claims in an SSI, after participating in an intervention focusing on SSA?
- Which subject areas are represented in students' justifications within the SSI of PFAS in everyday products?
- How do students perceive that the SSI teaching has influenced them in their role as democratic citizens?

Scientific literacy and socioscientific argumentation

The concept of scientific literacy is central in this thesis. It can include a wide range of meanings, but the main features can be summarized in (a) science as a product, (b) science as a process, and (c) science as a social institution (Sjøberg, 2010). More specifically, scientific literacy is about having knowledge of scientific concepts and theories, scientific methods, and the nature of science. This branch of scientific literacy

is called Vision I (Roberts, 2007). However, there is also a Vision II, which includes the individual having knowledge that enables him or her to seek, review, evaluate, and use knowledge to make informed decisions in socioscientific issues (e.g., Hodson, 2013; Roberts, 2007; Settlage & Southerland, 2012). Therefore, media literacy and critical thinking are important. In addition to these concepts, action competence is important in order for an individual to be able to function as an active and democratic citizen who works for a sustainable society (e.g., Almers, 2009; Breiting, Hedegaard, Mogensen, Nielsen, & Schnack, 2009). A Vision III, described by Sjöström and Eilks (2018), concerns critical and politically active citizens.

Socioscientific issues (SSI) are complex issues that have a major impact on the individual and society (Ratcliffe & Grace, 2003). In teaching, SSI are often about arguing (SSA) and making decisions on issues such as the environment, GMO, health or consumption. Important aspects of SSA are to (a) understand the complexity of the issue, (b) be able to see the issue from different perspectives, (c) understand that the issue has no given answer, and to (d) handle information with a critical approach (Sadler et al., 2007). Although the Swedish science curricula (e.g., Skolverket, 2011b) emphasize SSA, chemistry education is often described as teacher-centered and traditional (Broman, Ekborg, & Johnels, 2011; Jidesjö, 2012) with scientific facts as the main focus (Broman, 2015). Possible causes are believed to be teachers' lack of time and uncertainty regarding SSI teaching, but also the amount of various concepts and theories in science curricula and fear of losing focus on science subject knowledge (e.g., Ekborg et al., 2013; Hodson, 2013).

A number of argumentation models with significance for this study are presented. One is the assessment framework for argumentation (see Figure 1), designed by Christenson and Chang Rundgren (2015). The argumentation framework is part of the teaching sequence designed for this study and was used together with the students in order to exemplify high-quality argumentation.

Previous research indicates that SSA can help students develop scientific subject knowledge, media literacy, critical thinking, and the ability to understand complexity and see several perspectives (e.g., Ekborg et al., 2013; Juntunen & Aksela, 2013; Sadler, Romine, & Topçu, 2016; Sagmeister, Shinagl, Kapelari, & Vrabl, 2021; Talens, 2016). At the same time, the research shows a number of difficulties with SSA. Among other things, students have difficulty supporting their arguments with knowledge and presenting counter-arguments (e.g., Christenson et al., 2014; Chang & Chiu, 2008). In many cases, students mainly use values as a basis for their argumentation (e.g., Albe, 2008; Christenson, Chang Rundgren, & Höglund, 2011; Christenson et al., 2014; Lee, 2007), which could further contribute to teachers' reluctance to work with SSI and SSA. The difficulties that arise concern both content-related and structural aspects of argumentation. Other difficulties that emerge include media literacy and critically

evaluating arguments (e.g., Ekborg et al., 2013; Sadler, 2004). The fact that previous research shows both possibilities and difficulties with similar aspects (such as critical thinking and media literacy) indicates that the design of SSA teaching has a great impact on students' argumentation. It is important that students receive support in the argumentation process, both in terms of content and structure. Therefore, the teaching must not only include the content (and context) of the SSI, but also structural aspects of argumentation. High-quality argumentation cannot be expected of students if they are not given opportunities to practice. Previous intervention studies show that students' SSA can be improved with appropriate support and varied working methods. The study's teaching sequence was designed against this background.

Methodology of the study

To investigate how students' scientific literacy can develop while working with SSA, a teaching sequence (see Rietz, Jönsson & Lundström, 2021) was designed. The teaching sequence aimed to support students' argumentation. The students practiced argumentation using the argumentation framework by Christenson and Chang Rundgren (2015). They were also presented with examples of what high-quality argumentation can look like. The SSI used in this study concerns per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS), which are utilized to provide water- and fat-repellent properties in various everyday-products. The students were asked to decide whether or not to buy products containing PFAS. Organic environmental toxins have major effects in society, both for the environment and human health; nevertheless, many of these substances provide desirable properties in various products. Therefore, the chosen case contains conflicts of interest and becomes a question of utility compared to risk. There is great uncertainty regarding PFAS, as researchers do not yet know the extent of the effects these substances may have. The students searched for information, constructed mind-maps, and participated in debates before making decisions and writing individual argumentative texts.

The study data were students' argumentative texts (which were collected at the end of the teaching sequence), answers to questionnaires, and transcripts from focus group interviews. The participants were 25 students (aged 16–17) from a chemistry class in a Swedish upper secondary school. All students were informed about the study (for example, the purpose, use of data, unrecognizability, and the right to withdraw consent) and were asked whether they wanted to participate.

A content analysis (Cohen, Manion, & Morrison, 2011) of the data was conducted. The analysis of the student argumentative texts was initially done deductively from the categories found in the argumentation framework of Christenson and Chang Rundgren

(2015). The process was also inductive since other categories emerged from the data throughout the coding process. The analysis of students' answers in questionnaires and discussions in focus group interviews was done inductively.

Results – summary of the two papers

The results in Paper I show that students mainly use content knowledge to support their arguments after being taught about both argumentation and the context related to the SSI. The proportion of justifications belonging to the knowledge category was 78.0 percent. When justifications were based on values, they were developed. Values accounted for a lesser part (10.3 percent) in relation to the subject knowledge category. This result differs from previous studies (e.g., Christenson et al., 2014), although students in previous studies have not always been taught explicitly about argumentation. A third category, called “reasoning”, emerged during the analysis and includes 11.7 percent of all justifications. In the justifications placed in this category, the students draw conclusions, make conditions, and make predictions about the future. The students' texts contain justifications from a breadth of subject areas, many of which are linked to chemistry and biology. Previous research (Ekborg et al., 2013; Hodson, 2013; Tidemand & Nielsen, 2017) indicates that teachers are afraid of losing focus on science content during SSI work. This study shows that subject knowledge can play a major role in students' SSA. According to the framework of argumentation (Christenson & Chang Rundgren), students' SSA is of a high quality, with some variation between different students. For example, all students provide both supporting and counter justifications in their texts.

In Paper II, students' experiences are investigated through open questionnaires and focus group interviews. The analysis resulted in five themes. One theme is “Understanding of complexity and multiple perspectives”, in which the students experienced that they developed their knowledge by gaining insight into and understanding the connections of chemistry to other areas. The students also described that they learned to see and understand the perspectives of others and that the SSI case was a complex issue that lacked simple answers. With the help of this knowledge and insights, they perceived that they were able to improve their argumentation skills. Another theme is “The aware consumer”. The students testified about situations in which they acted as aware consumers by asking questions and examining the content of different products before making a purchase. Students described that they have changed their habits and that they think more about whether there are healthier/more environmentally friendly alternatives in consumption situations. From students' discussions and questionnaire responses, it emerged that they feel that they have

opportunities to make a difference. In the theme “Curiosity and interest” the students describe that they have become more curious and developed an interest in environmental issues, also regarding issues that are not directly linked to the area the students worked with during the SSI teaching. The theme “Sharing knowledge” is about students feeling responsible for sharing their knowledge about PFAS and environmental toxins to others in order to influence them to make better choices. The students believe that it is important to share the information because few people know about the problems surrounding PFAS products. They also believe that they have benefited from their knowledge of argumentation while trying to inform and convince others. The last theme is “Development of a critical approach”, which is about the students perceiving that they have developed their critical thinking. They believe that they have developed their skills in searching, reviewing, and handling information and that their knowledge in argumentation facilitates critical review of argumentative texts in the media, for example.

Discussion and implications

The main purpose of this study was to investigate how students’ scientific literacy can be developed through SSA in chemistry education. This was done by designing an intervention to support students SSA and then study students’ argumentation and experiences in relation to their roles as democratic citizens. The results show several aspects that indicate students’ development of scientific literacy, including argumentation skills, critical thinking, skills related to seeking and evaluating information, consumer awareness, and the ability to see and understand complexity and several perspectives. These aspects are discussed in relation to previous research. The results are further discussed in relation to the three visions of scientific literacy (Roberts, 2007; Sjöström & Eilks, 2018). Vision I, which is about scientific concepts, theories, and methods, is visible in students’ argumentative texts where they primarily use content knowledge as grounds for their arguments. In contrast, previous studies (e.g., Christenson et al., 2014; Sadler & Donnelly, 2006) have shown that students mainly base their arguments on values. Vision II of scientific literacy is the most represented vision among the results. Vision II is about the ability to make informed decisions and participate in public debate in society. The students’ skills regarding argumentation can facilitate participation in public debate. The skills in relation to media literacy can help them make informed decisions. Critical thinking and the ability to view the issue from different perspectives are also important in relation to informed decision-making. Regarding actions, in accordance with Vision III, the study shows that students report changes in consumer habits. They have started asking questions about different products and have attempted to search for alternative products. They

have also informed others to make them stop purchasing products with environmental toxins. However, students do not express a willingness to get involved in organizations or political groups that work for a solution to the problem. Critical and politically active citizens are something that is advocated within Vision III of scientific literacy (Sjöström & Eilks, 2018). The students in this study describe themselves as critical (that is, asking questions) in the context of consumption, which together with the described actions (and conditions for it) form part of what is described in Vision III. However, there are no descriptions of critical and politically active students as described by Andrews (2021) and Sjöström and Eilks (2018).

It is important to mention that the design of the teaching sequence may have a great impact on how students' scientific literacy develops. For example, students need support in order to be able to construct evidence-based arguments (e.g., Chung et al., 2016), understand and consider several perspectives in their argumentation (e.g., Wu & Tsai, 2007), and be able to argue with an elaborated approach (e.g., Sadler & Donnelly, 2006; Simon, Erduran, & Osborne, 2006), for example by presenting counter-arguments and evaluating others' arguments. The teaching sequence aimed to support students' argumentation and other skills linked to scientific literacy. The results of the present study indicate that the teaching fulfilled its purpose. While it is not possible to know exactly how the students in this study would argue without support, since it has not been investigated, I have presented previous research on students' argumentation and highlighted the students' descriptions of how they have improved their argumentation with the help of teaching. A relevant and current societal issue can increase students' involvement (Aikenhead, 2006; Chang & Chiu, 2008). The students' perception of the SSI as important and interesting may have contributed to students developing their consumer awareness and trying to share their knowledge to others.

The present study also highlights the need for teachers to teach students about the process of argumentation, as well as the context of the SSI, in order to support students to achieve high-quality argumentation and support them in their role as democratic citizens. Previous research has highlighted several difficulties regarding the inclusion of SSA in science education. As science teachers may not have sufficient knowledge about argumentation, it can be difficult to support students without proper guidance. Consequently, teacher education needs to include the teaching of argumentation for future science teachers. Some suggestions have been made as to how teachers may be able to overcome some of these difficulties. For example, they could work together with other teachers in other subjects (such as social sciences or language teachers) who might have more knowledge and experience of argumentation. The lesson design that has been presented in this thesis may also serve as a support for teachers when working with SSA.

REFERENSER

- Aikenhead, G. (2006). *Science education for everyday life: Evidence-based practice*. New York: Teachers College Press.
- Albe, V. (2008). Students' positions and considerations of scientific evidence about a controversial socioscientific issue. *Science and Education*, 17, 805–827. <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9086-6>
- Almers, E. (2009). *Handlingskompetens för hållbar utveckling: tre berättelser om vägen dit*. Jönköping: Högsolan för lärande och kommunikation. <http://hj.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A211689&dswid=-8909>
- Anderhag, P., Wickman, P.O., Bergqvist, K., Jakobson, B., Hamza, K.M., & Säljö, R. (2016). Why do secondary school students lose their interest in science? Or does it never emerge? A possible and overlooked explanation. *Science Education*, 100(5), 791–813. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1002/sce.21231>
- Andrews, A. (2021). Lärande för hållbar utveckling skapar inte kritiska medborgare. I S.O.S. – *Skola & Samhälle*. Hämtad 2021-06-04 på <https://www.skolaochsamhalle.se/flode/skola/alice-andrews-larande-for-hallbar-utveckling-skapar-miljomedvetna-konsumenter-snarare-an-kritiska-medborgare/>
- Anwar, N. P., & Ali, M. A. (2020). The effect of socio-scientific issue (SSI) based discussion: A student-centred approach to the teaching of argumentation. *Scholarship of Teaching and Learning in the South*, 4(2), 35–62. <https://doi.org/10.36615/sotls.v4i2.76>
- Atabey, N., & Topcu, M. (2018). The effects of socioscientific issues based instruction on middle school students' argumentation quality. *Journal of Education and Practice*, 8, 61–71. <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JEP/article/view/40439>
- Barbour, R.S. (2013). Analysing focus groups. I U. Flick (Red.), *Handbook of qualitative data analysis* (313–326). London: Sage Publications.
- Bartholomew, H., Osborne, J., & Ratcliffe, M. (2004). Teaching students “Ideas-about-Science”: five dimensions of effective practice. *Science Education*, 88(5), 655–682. <https://doi.org/10.1002/sce.10136>

- Bossér, U., Lundin, M., Lindahl, M., & Linder, C. (2015). Challenges faced by teachers implementing socio-scientific issues as core elements in their classroom practices. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), 159–176. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1107835>
- Breiting, S., Hedegaard, K., Mogensen, F., Nielsen, K., & Schnack, K. (2009). *Action competence, Conflicting interests and Environmental education – The MUVIN Programme*. Research Programme for Environmental and Health Education, DPU. Aarhus: Aarhus University. Hämtad 2021-05-10 på https://www.dpu.dk/fileadmin/www.dpu.dk/en/research/researchprogrammes/environmentalandhealtheducation/forskning_miljoe-og-sundhedspaedagogik_20090707140335_action-competence-muvin.pdf
- Broman, K. (2015). *Chemistry: Content, context and choices towards students' higher order problem solving in upper secondary school*. Umeå Universitet. Doktorsavhandling. <http://umu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A777015&dsid=1064>
- Broman, K., Ekborg, M., & Johnels, D. (2011). Chemistry in crisis? Perspectives on teaching and learning chemistry in Swedish upper secondary schools. *NorDiNa – Nordic Studies in Science Education*, 7(1), 43–60. <https://doi.org/10.5617/nordina.245>
- Bryce, T., & Gray, D. (2004). Tough acts to follow: The challenges to science teachers presented by biotechnological progress. *International Journal of Science Education*, 26(6), 717–722. <https://doi.org/10.1080/0950069032000138833>
- Bryman, A. (2013). *Samhällsvetenskapliga metoder*. Malmö: Liber.
- Chang, S.N., & Chiu, M.H. (2008). Lakatos' scientific research programmes as a framework for analysing informal argumentation about socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 30, 1753–1773. <https://doi.org/10.1080/09500690701534582>
- Chang Rundgren, S.N., & Rundgren, C.-J. (2010). SEE-SEP: From a separate to a holistic view of socioscientific issues. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(1), 1–24. https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v11_issue1_files/changsn.pdf
- Cho, K., & Jonassen, D. H. (2002). The effects of argumentation scaffolds on argumentation and problem-solving. *Educational Technology Research and Development*, 50(3), 5–22. <https://doi.org/10.1007/BF02505022>
- Christenson, N. (2015). *Socioscientific argumentation. Aspects of content and structure*. Doktorsavhandling. Karlstad: Karlstad Universitet. <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A806023&dsid=2627>
- Christenson, N., & Chang Rundgren, S.N. (2015). A framework for teachers' assessment of socio-scientific argumentation: An example using the GMO issue. *Journal of Biological Education*, 49, 204–212. <https://doi.org/10.1080/00219266.2014.923486>
- Christenson, N., Chang Rundgren, S.N., & Höglund, H.O. (2011). Using the SEE-SEP model to analyze upper secondary students' use of supporting reasons in arguing socioscientific issues. *Journal of Science Education and Technology*, 21, 342–352. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9328-x>

- Christenson, N., Chang Rundgren, S.N., & Zeidler, D.L. (2014). The relationship of discipline background to upper secondary students' argumentation on socioscientific issues. *Research in Science Education*, 44, 581–601. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9394-6>
- Christenson, N., Gericke, N., & Chang Rundgren, S.N. (2017). Science and language teachers' assessment of upper secondary students' socioscientific argumentation. *International Journal of Science and Math Education*, 15, 1403–1422. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9746-6>
- Chung, Y., Yoo, J., Kim, S-W., Lee, H., & Zeidler, D.L. (2016). Enhancing students' communication skills in the science classroom through socioscientific issues. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(1), 1–27. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9557-6>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education*. Routledge. NY.
- Dawson, V., & Carson, K. (2017). Using climate change scenarios to assess high school students' argumentation skills. *Research in Science & Technological Education*, 35(1), 1–16. <https://doi.org/10.1080/02635143.2016.1174932>
- DeBoer, G.E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582–601. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200008\)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L)
- Ekborg, M., Ideland, M., Lindahl, B., Malmberg, C., Ottander, C., & Rosberg, M. (2012). *Samhällsfrågor i det naturvetenskapliga klassrummet*. Gleerups, Malmö.
- Ekborg, M., Ottander, C., Silfver, E., & Simon, S. (2013). Teachers' experience of working with socio-scientific issues: a large scale and in depth study. *Research in Science Education*, 43, 599–617. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9279-5>
- Erduran, S., Ozdem, Y., & Park, J-Y. (2015). Research trends on argumentation in science education: a journal content analysis from 1998-2014. *International Journal of STEM Education*, 2:5, 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0020-1>
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88, 915–933. <https://doi.org/10.1002/sce.20012>
- Eriksson, M. (2014). *Att ta ställning. Gymnasieelevers argumentation och beslutsfattande om sociovetenskapliga dilemman*. Licentiatuppsats. Karlstad: Karlstad Universitet. <http://kau.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A746525&dsid=5385>
- Eriksson, M., & Rundgren, C-J. (2012). Vargfrågan – Gymnasieelevers argumentation kring ett sociovetenskapligt dilemma. *NorDiNa – Nordic Studies in Science Education*, 8(1), 43–58. <https://doi.org/10.5617/nordina.358>

- Europeiska rådet/Europeiska Unionens råd. (2021). *Kamp mot desinformation*. Hämtad 2021-05-17 på <https://www.consilium.europa.eu/sv/policies/coronavirus/fighting-disinformation/>.
- Folkhälsomyndigheten. (2021). *Covid-19*. Hämtad 2021-05-17 på <https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/utbrott/aktuella-utbrott/covid-19/>.
- Forskning.se. (2021). *PFAS kan förorena miljön genom vårt avfall*. Hämtad 2021-05-24 på <https://www.forskning.se/2021/05/19/pfas-kan-foroarena-miljon-genom-vart-avfall/>
- Fowler, S.R., Zeidler, D.L., & Sadler, T.D. (2009). Moral sensitivity in the context of socioscientific issues in high school science students. *International Journal of Science Teacher Education*, 31(2), 279–296. <https://doi.org/10.1080/09500690701787909>
- Fridh Kleberg, C. (20 maj 2020). Amerikanska vaccinståndare tar sikte på coronavaccin. *SVT Nyheter*. Hämtad 2021-05-17 på <https://www.svt.se/nyheter/utrikes/amerikanska-vaccinstandare-tar-sikte-pa-coronavaccin>.
- GOE-TEX. (2021a). *GOE-TEX BRAND*. Hämtad 2021-05-17 på <https://www.goe-tex.com/se>.
- GOE-TEX. (2021b). *Reducing our chemical impacts & ensuring responsible chemical use*. Hämtad 2021-05-29 på <https://www.goe-tex.com/sustainability/protect-the-planet/reduce-chemical-impacts>
- Graneheim, U.H., & Lundman, B. (2004). Qualitative content analysis in nursing research: concepts, procedures and measures to achieve trustworthiness. *Nurse Education Today*, 24(2), 105–112. doi:10.1016/j.nedt.2003.10.001
- Gray, S. D., & Bryce, T. (2006). Socio-scientific issues in science education: implications for the professional development of teachers. *Cambridge Journal of Education*, 36(2), 171–192. <https://doi.org/10.1080/03057640600718489>
- Hodson, D. (2013). Don't be nervous, don't be flustered, don't be scared. Be prepared. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 13, 313–331. <https://doi.org/10.1080/14926156.2013.845327>
- IQ.se. (u.å.). *Fakta om alkohol*. Hämtad 2021-07-25 på <https://www.iq.se/fakta-om-alkohol/>
- Jarman, R., & McClune, B. (2010). Developing students' ability to engage critically with science in the news: identifying elements of the 'media awareness' dimension. *The Curriculum Journal*, 21(1), 47–64. <https://doi.org/10.1080/09585170903558380>
- Jidesjö, A. (2012). *En problematisering av ungdomars intresse för naturvetenskap och teknik i skola och samhälle – Innehåll, medierna och utbildningens funktion*. Doktorsavhandling. Linköping: Linköpings Universitet. <http://liu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A535843&dsid=5385>
- Johansson, D. (20 maj 2020). Brittiska forskaren: 'Trumps uttalande hämtat från antivaccinationsrörelsen'. *SVT Nyheter*. Hämtad 2021-05-17 på <https://www.svt.se/nyheter/utrikes/brittiska-forskaren-trumps-uttalande-hamtat-fran-antivaccinationsrorelsen>

- Jonell, M., Crona, B., Brown, K., Rönnbäck, P., & Troell, M. (2016). Eco-labeled Seafood : Determinants for (Blue) Green Consumption. *Sustainability*, 8, 884. <https://doi.org/10.3390/su8090884>
- Juntunen, M.K., & Aksela, M.K. (2013). Life-cycle thinking in inquiry-based sustainability education – Effects on students’ attitudes towards chemistry and environmental literacy. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 3, 157–180. <https://ojs.cepsj.si/index.php/cepsj/article/view/244>
- Karahan, E., & Roehrig, G. (2017). Secondary school students’ understanding of science and their socioscientific reasoning. *Research in Science Education*, 47, 755–782. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1007/s11165-016-9527-9>
- Kelly, G.J., Druker, S., & Chen, C. (1998). Students’ reasoning about electricity: Combining performance assessments with argumentation analysis. *International Journal of Science Education*, 20, 849–871. <https://doi.org/10.1080/0950069980200707>
- Kemikalieinspektionen. (2021a). *Högfluorerade ämnen – PFAS*. Hämtad 2021-05-17 på <https://www.kemi.se/kemiska-amnen-och-material/hogfluorerade-amnen---pfas>
- Kemikalieinspektionen. (2021b). *Kandidatförteckningen*. Hämtad 2021-05-24 på <https://www.kemi.se/lagar-och-regler/reach-forordningen/kandidatfor-teckningen>
- Kinslow, A.T. (2018). *The development and implementation of a heuristic for teaching reflective scientific skepticism within a socioscientific issue instructional framework*. Opublicerad doktorsavhandling. Columbia: University of Missouri.
- Kinslow, A.T., Sadler, T.D., & Nguyen, H.T. (2019). Socio-scientific reasoning and environmental literacy in a field-based ecology class. *Environmental Education Research*, 25:3, 388–410. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1080/13504622.2018.1442418>
- Kitzinger, J., & Barbour, R.S. (1999). Introduction: the challenge and promise of focus groups. I R.S. Barbour, & J. Kitzinger (Red.), *Developing Focus Group Research: Politics, Theory and Practice* (1–21). London: Sage Publications.
- Klosterman, M.L., & Sadler, T.D. (2010). Multi-level assessment of scientific content knowledge gains associated with socioscientific issues-based instruction. *International Journal of Science Education*, 32, 1017–1043. <https://doi.org/10.1080/09500690902894512>
- Knutsson, M. (20 mars 2020). Analys: 'Polariserad debatt och desinformation om coronaviruset'. *SVT Nyheter*. Hämtad 2021-05-17 på <https://www.svt.se/nyheter/inrikes/analys-polariserad-debatt-och-desinformation-om-coronaviruset>.
- Kolstø, S.D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291–310. <https://doi.org/10.1002/sce.1011>
- Kolstø, S.D. (2006). Patterns in students’ argumentation confronted with a risk-focused socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 28, 1689–1716. <https://doi.org/10.1080/09500690600560878>

- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *Den kvalitativa forskningsintervjun*. 2 uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Laugksch, R.C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71–94. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C)
- Lazarou, D., Sutherland, R., & Erduran, S. (2016). Argumentation in science education as a systemic activity: An activity-theoretical perspective. *International Journal of Educational Research*, 79, 150–166. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2016.07.008>
- Lee, H., Yoo, J., Choi, K., Kim, S.W., Krajcik, J., Herman, B.C., & Zeidler, D. (2013). Socioscientific issues as a vehicle for promoting character and values for global citizens. *International Journal of Science Education*, 35(12), 2079–2113. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.749546>
- Lee, Y.C. (2007). Developing decision-making skills for socio-scientific issues. *Journal of Biological Education*, 41, 170–177. <https://doi.org/10.1080/00219266.2007.9656093>
- Lin, T.-C., Lin, T.-J., & Tsai, C.-C. (2014). Research trends in science education from 2008 to 2012: a systematic content analysis of publications in selected journals. *International Journal of Science Education*, 36(8), 1346–1372. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.864428>
- Linell, P. (1994). *Transkription av tal och samtal: Teori och praktik*. Arbetsrapport från tema kommunikation, 1994:9. Linköping: Linköpings universitet.
- Livsmedelsverket. (2021). *PFAS – Poly- och perfluorerade alkylsubstanser*. Hämtad 2021-05-17 på <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/pfas-poly-och-perfluorerade-alkylsubstanser>
- Lundström, M., Ekborg, M., & Ideland, M. (2012). To vaccinate or not to vaccinate: how teenagers justified their decision. *Cultural Studies of Science Education*, 7(1), 193–221. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9384-4>
- Lundqvist, E., Säljö, R., & Östman, L. (Red.). (2013). *Scientific literacy: teori och praktik*. Malmö: Gleerups.
- Macagno, F. (2016). Argument relevance and structure. Assessing and developing students' uses of evidence. *International Journal of Educational Research*, 79, 180–194. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2016.07.002>
- Mogensen, F. (1995). *Handlekompetence som didaktisk begrep i miljøundervisningen*. Köpenhamn: Danmarks lærerhøjskole. Forskningscenter for Miljø- og Sundhedsundervisning.
- Morgan, D.L. (1997). *Focus groups as qualitative research*. Thousand Oaks, Calif.: SAGE.
- Naturskyddsföreningen. (u.å.). *Vår tids värsta miljögift?* Hämtad 2016-09-10 på <https://www.naturskyddsforeningen.se/Vad-ar-pfas>.

- Naturvårdsverket. (2021). *Högfluorerade ämnen i miljön – PFAS*. Hämtad 2021-05-17 på <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Manniska/Miljogifter/Organiska-miljogifter/Perfluorerade-amnen/>
- Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553–576. <https://doi.org/10.1080/095006999290570>
- Nielsen, J.A. (2012). Co-opting science: a preliminary study of how students invoke science in value-laden discussions. *International Journal of Science Education*, 34, 275–299. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.572305>
- Norris, S.P., & Phillips, L.M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224–240. <https://doi.org/10.1002/sc.10066>
- Ottander, C., & Ekborg, M. (2012). Students' experience of working with socioscientific issues - a quantitative study in secondary school. *Research in Science Education*, 42, 1147–1163. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9238-1>
- Owens, D.C., Sadler, T.D., & Friedrichsen, P. (2021). Teaching practices for enactment of socio-scientific issues instruction: an instrumental case study of an experienced biology teacher. *Research in Science Education*, 51, 375–398. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9799-3>
- Owens, D.C., Sadler, T.D., & Zeidler, D.L. (2017). Controversial issues in the science classroom. *Phi Delta Kappan*, 99, 45–49. <https://doi.org/10.1177/0031721717745544>
- Presley, M.L., Sickel, A.J., Muslu, N., Merle-Johnson, D., Witzig, S.B., Izci, K., & Sadler, T.D. (2013). A framework for socio-scientific issues based education. *Science Educator*, 22, 26–32. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1062183>
- Rafolt, S., Kapelari, S., & Kremer, K. (2019). Kritisches Denken im naturwissenschaftlichen Unterricht – Synergiemodell, Problemlage und Desiderata. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 25, 63–75. <https://doi.org/10.1007/s40573-019-00092-9>
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship – Teaching Socio-Scientific Issues*. Open University Press, Birkshire, England.
- Rietz, L., Jönsson, A., & Lundström, M. (2021). Students' use of justifications in socioscientific argumentation. *Nordina – Nordic Studies in Science Education*, 17(3), 247–264.⁴⁰
- Riksrevisionen. (2021). *Pisa-undersökningen 2018 – arbetet med att säkerställa ett tillförlitligt elevdeltagande, RiR 2021:12*. Hämtad 2021-05-02 på <https://www.riksrevisionen.se/rapporter/granskningsrapporter/2021/pisa-undersokningen-2018---arbetet-med-att-sakerstalla-ett-tillforlitligt-elevdeltagande.html>

⁴⁰ DOI-nummer saknas vid tidpunkten för tryck av denna licentiatuppsats eftersom publicering av artikeln sker någon månad efter tryckning.

- Roberts, D.A. (2007). Scientific literacy/Science literacy. I S.K. Abell, & N.G. Lederman (Red.), *Handbook of Research on Science Education* (729–780). Mahwah, NJ: LEA Publishers. <https://doi.org/10.4324/9780203824696>
- Romine, W.L., Sadler, T.D., Dauer, J.M., & Kinslow, A. (2020). Measurement of socio-scientific reasoning (SSR) and exploration of SSR as a progression of competencies. *International Journal of Science Education*, 42(18), 2981–3002. <https://doi.org/10.4324/9780203824696>
- Rundgren, C.-J., & Eriksson, M. (2014). Umweltgifte in Fischen aus der Ostsee : Eine Strategie zum Umgang mit kontroversen Fragestellungen im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Der Mathematische und Naturwissenschaftlich Unterricht (MNU)*, 67(6), 332–336. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:su:diva-107163>
- Rundgren, C.-J., Eriksson, M., & Chang Rundgren, S.N. (2016). Investigating the intertwinement of knowledge, value, and experience of upper secondary students' argumentation concerning socioscientific issues. *Science & Education* 25, 1049–1071. <https://doi.org/10.1007/s11191-016-9859-x>
- Rydén, F. (Regissör). (2013). *Den andra vågen* [Dokumentär]. Folke Rydén Production. <https://vimeo.com/151523238>
- Sadler, T.D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 513–536. <https://doi.org/10.1002/tea.20009>
- Sadler, T.D. (2009). Situated learning in science education: socioscientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45, 1–42. <https://doi.org/10.1080/03057260802681839>
- Sadler, T.D., & Donnelly, L.A. (2006). Socioscientific Argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28, 1463–1488. <https://doi.org/10.1080/09500690600708717>
- Sadler, T.D., Barab, S.A., & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education*, 37(4), 371–391. <https://doi.org/10.1007/s11165-006-9030-9>
- Sadler, T.D., Foulk, J.A., & Friedrichsen, P.J. (2017). Evolution of a model for socio-scientific issue teaching and learning. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 75–87. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1124931>
- Sadler, T.D., Klosterman, M.L., & Topçu, M.S. (2011). Learning science content and socioscientific reasoning through classroom explorations of global climate change. I T.D. Sadler (Red.), *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research* (45–77). Dordrecht: Springer.
- Sadler, T.D., Romine, W.L., & Topçu, M.S. (2016). Learning science content through socio-scientific issues-based instruction: A multi-level assessment study. *International Journal of Science Education*, 38, 1622–1635. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1204481>

- Sadler, T.D., & Zeidler, D.L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision-making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 112–138. <https://doi.org/10.1002/tea.20042>
- Sagmeister, K.J., Shinagl, C.W., Kapelari, S., & Vrabl, P. (2021). Students' experiences of working with a socio-scientific issues-based curriculum unit using role-playing to negotiate antibiotic resistance. *Frontiers in Microbiology* 11:577501. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.577501>
- Settlage, J., & Southerland, S.A. (2012). *Teaching science to every child. Using culture as a starting point*. Routledge. NY.
- Schreier, M. (2012). *Qualitative content analysis in practice*. Los Angeles, Calif.: SAGE.
- Shamos, M. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2–3), 235–260. <https://doi.org/10.1080/09500690500336957>
- Simonneaux, L., & Simonneaux, J. (2009). Students' socio-scientific reasoning on controversies from the viewpoint of education for sustainable development. *Cultural Studies of Science Education* 4, 657–687. <https://doi.org/10.1007/s11422-008-9141-x>
- Sjöberg, S. (2010). *Naturvetenskap som allmänbildning: en kritisk ämnesdidaktik*. Lund: Studentlitteratur.
- Sjöberg, S., & Schreiner, C. (2010). *The ROSE project. Overview and key findings*. Oslo Universitet. Hämtad 2015-03-07 på <http://roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-Sjoberg-Schreiner-overview-2010.pdf>
- Sjöström, J. (2015). *Vision III of scientific literacy: Science education for sustainability*. Malmö. <http://muep.mau.se/handle/2043/19283>
- Sjöström, J., & Eilks, I. (2018). Reconsidering different visions of scientific literacy and science education based on the concept of bildung. I Y. Dori, Z. Mevarech, & D. Baker (Red.), *Cognition, Metacognition, and Culture in STEM Education. Innovations in Science Education and Technology*, 24, (65–88). https://doi.org/10.1007/978-3-319-66659-4_4
- Sjöström, J., Frerichs, N., Zuin, V.G., & Eilks, I. (2017). Use of the concept of Bildung in the international science education literature, its potential, and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 53:2, 165–192. <https://doi.org/10.1080/03057267.2017.1384649>
- Skolverket. (2011a). *Läroplan för gymnasieskolan*. Hämtad 2021-02-05 på <https://www.skolverket.se/undervisning/gymnasieskolan/laroplan-program-och-amnen-i-gymnasieskolan/laroplan-gy11-for-gymnasieskolan>
- Skolverket. (2011b). *Ämne – Kemi*. Hämtad 2019-02-23 på <https://www.skolverket.se/undervisning/gymnasieskolan/laroplan-program-och-amnen-i->

- gymnasieskolan/gymnasieprogrammen/amne?url=1530314731%2Fsyllabuscw%2Fjsp%2Fsubject.htm%3FsubjectCode%3DKEM%26tos%3Dgy%26p%3Dp&sv.url=12.5dfce44715d35a5cdfa92a3
- Skolverket. (2013). *PISA 2012. 15-åringars kunskaper i matematik, läsförståelse och naturvetenskap*. Rapport 398. Stockholm: Skolverket.
<https://www.skolverket.se/publikationsserier/ovrigt-material/2013/pisa-2012---15-aringars-kunskaper-i-matematik-lasforstaelse-och-naturvetenskap?id=3126>
- Skolverket. (2016). *Checklista för källkritik*. Hämtad 2016-12-04 på
<http://www.skolverket.se/skolutveckling/resurser-for-larande/kollakallan/kallkritik/fakta/lathund-1.151074>
- Skolverket. (2021). *Nya ämnesbetygsreformen*. Hämtad 2021-06-13 på
<https://www.skolverket.se/undervisning/gymnasieskolan/aktuella-forandringar-pa-gymnasial-niva/nya-amnesbetygsreformen>
- SOU (2010:28). *Vändpunkt Sverige – ett ökat intresse för matematik, naturvetenskap, teknik och IKT*. Betänkande av Teknikdelegationen. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/statens-offentliga-utredningar/2010/04/sou-201028/>
- SOU (2020:43). *Bygga, bedöma, betygssätta – betyg som bättre motsvarar elevernas kunskaper*. Betänkande av Betygsutredningen 2018. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/statens-offentliga-utredningar/2020/08/sou-202043/>
- Stukát, S. (2014). *Att skriva examensarbete inom utbildningsvetenskap*. Lund: Studentlitteratur.
- Talens, J. (2016). Teaching with socio-scientific issues in physical science: Teachers' and students' experiences. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 5(4), 271–283. <https://doi.org/10.11591/ijere.v5i4.5954>
- Tidemand, S., & Nielsen, J.A. (2017). The role of socioscientific issues in biology teaching: from the perspective of teachers. *International Journal of Science Education*, 39:1, 44–61. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1264644>
- Toulmin, S.E. (2003/1958). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tracy, S.J. (2010). Qualitative quality: Eight “big-tent” criteria for excellent qualitative research. *Qualitative Inquiry*, 16(10), 837–851.
<https://doi.org/10.1002/9781118901731.iecrm0016>
- Tursunovic, M. (2002). Fokusgruppsintervjuer i teori och praktik. *Sociologisk Forskning*, 39(1), 62–89. <https://sociologiskforskning.se/sf/article/view/19429>
- Venville, G.J., & Dawson, V.M. (2010). The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 952–977.
<https://doi.org/10.1002/tea.20358>
- Vesterinen V-M., Tolppanen, S., & Aksela, M. (2016). Toward citizenship science education: what students do to make the world a better place? *International Journal of Science Education*, 38:1, 30–50. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1125035>

- Vetenskapsrådet. (2017). *God forskningssed*. Stockholm: Vetenskapsrådet.
<https://www.vr.se/analys/rapporter/vara-rapporter/2017-08-29-god-forskningssed.html>
- Wibeck, V. (2010). *Fokusgrupper: om fokuserade gruppintervjuer som undersökningsmetod*. Lund: Studentlitteratur.
- Wu, Y-T., & Tsai, C-C. (2007). High school students' informal reasoning on a socio-scientific issue: Qualitative and quantitative analyses. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1163–1187. <https://doi.org/10.1080/09500690601083375>
- Zeidler, D.L. (2014). Socioscientific issues as a curriculum emphasis: Theory, research and practice. I N.G. Lederman, & S.K. Abell (Red.), *Handbook of Research in Science Education* (Vol. 2, 697–726). New York: Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780203097267>
- Zeidler, D.L., Herman, B.C., & Sadler, T.D. (2019). New directions in socioscientific issues research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1:11, 1–9.
<https://doi.org/10.1186/s43031-019-0008-7>
- Zeidler, D.L., & Nichols, B.H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49–58. <https://doi.org/10.1007/BF03173684>
- 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.
<https://doi.org/10.1002/tea.10008>

BILAGOR

Lista över bilagor

Bilaga 1 - Lärarhandledning

Bilaga 2 - Enkät 1

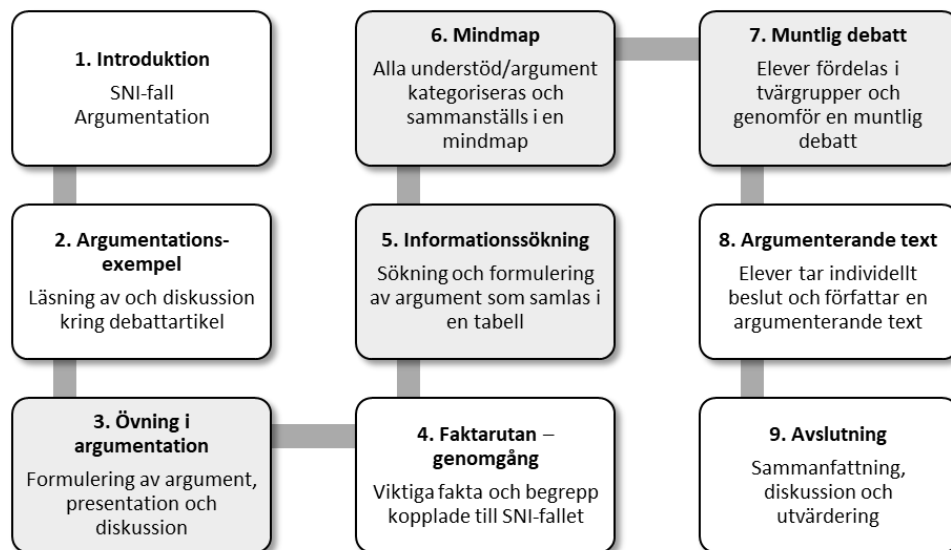
Bilaga 3 - Enkät 2

Bilaga 4 - Intervjuguide

Bilaga 5 - Informationsbrev och samtyckesblankett

Lärarhandledning – SNI-fall om organiska miljögifter

I följande materiel beskrivs en undervisningssekvens med särskild fokus på argumentation i en samhällsfråga med naturvetenskapligt innehåll, ett så kallat SNI-fall. SNI-frågan kan användas i flera ämnen knutna till naturvetenskap eller hållbar utveckling, men har under detta projekt nyttjats i kursen kemi 2. Figur 1 beskriver lektionsgången som är baserad på tio lektionstillfällen (om 80 minuter). Tanken är att eleverna ska få träna på argumentation innan det är skarpt läge.



Figur 1. De olika momenten i undervisningssekvensen. Grå boxar representerar smågruppsaktiviteter. Vita boxar innebär helklassaktiviteter alternativt individuella aktiviteter.

Steg 1 – Introduktion

Området organiska miljögifter presenteras genom följande aktiviteter:

I. Eleverna tar ställning till ett antal påståenden med efterföljande diskussion (Tabell 1). Eleverna diskuterar med varandra och motiverar skriftligt varför de valt de olika alternativen.

Tabell 1. Vilket alternativ väljer du?

En dator utan flamskyddsmedel	En dator med flamskyddsmedel
En flamskyddad lampskärm	En lampskärm utan flamskyddsmedel
Skor med impregneringsmedel	Skor utan impregneringsmedel
En mobiltelefon som lätt blir smutsig	En mobiltelefon som stöter bort smuts
Solskyddskräm som är vattenfast	Solskyddskräm som är vattenlöslig

Läraren presenterar därefter följande:

Olika kemikalier används för att uppnå önskade egenskaper hos olika produkter. Det kan till exempel handla om:

- Skydd mot brand (elektronik, möbler t.ex.).
- Vatten- och fettavvisande material i textil som kläder, möbler, smartphones, matförpackningar osv.
- Mjukgörare i plaster.
- Bekämpningsmedel för att förhindra t.ex. insektsangrepp.
- Brandskum som effektivt släcker bränder
- Smink och hudvårdsprodukter. T.ex. solskyddskräm som ska kunna sitta kvar på huden trots bad.

Det finns flera tusentals kemikalier som används vid tillverkning och i olika produkter. Många av kemikalierna hittar vi sedan i naturen. Eftersom ämnena är persistenta (svårnedbrytbara) finns de kvar mycket länge i naturen. Forskarna vet inte om eller hur de flesta av dessa ämnen påverkar oss, men vissa ämnen har bevisats vara farliga.

Begreppen högfluorerade ämnen, fluorerade ämnen, polyfluorerade ämnen och perfluorerade ämnen är alla olika namn för PFAS som står för poly- och perfluorerade alkylsubstanter. Ämnesgruppen räknas som organiska miljögifter.

II. SNI-frågan presenteras i korthet innan eleverna ser nedanstående film. Eleverna får veta att de ska ta ställning till om de skulle köpa en jacka eller matförpackningar som innehåller PFAS. Det finns två olika varianter på frågan, och eleverna får välja vilken de vill svara på (se s. 6-7). De skriftliga varianterna av frågan presenteras dock först i steg 5.

III. Filmen ”Den andra vågen” (Folke Rydén, 2013, 27 minuter) visas (dokumentären finns i två versioner, den ena är 27 minuter och den andra 56 minuter lång). Dokumentären är bland annat tillgänglig via <https://balticsea2020.org/alla-projekt/information> (56 min) och <https://vimeo.com/151523238> (27 min)

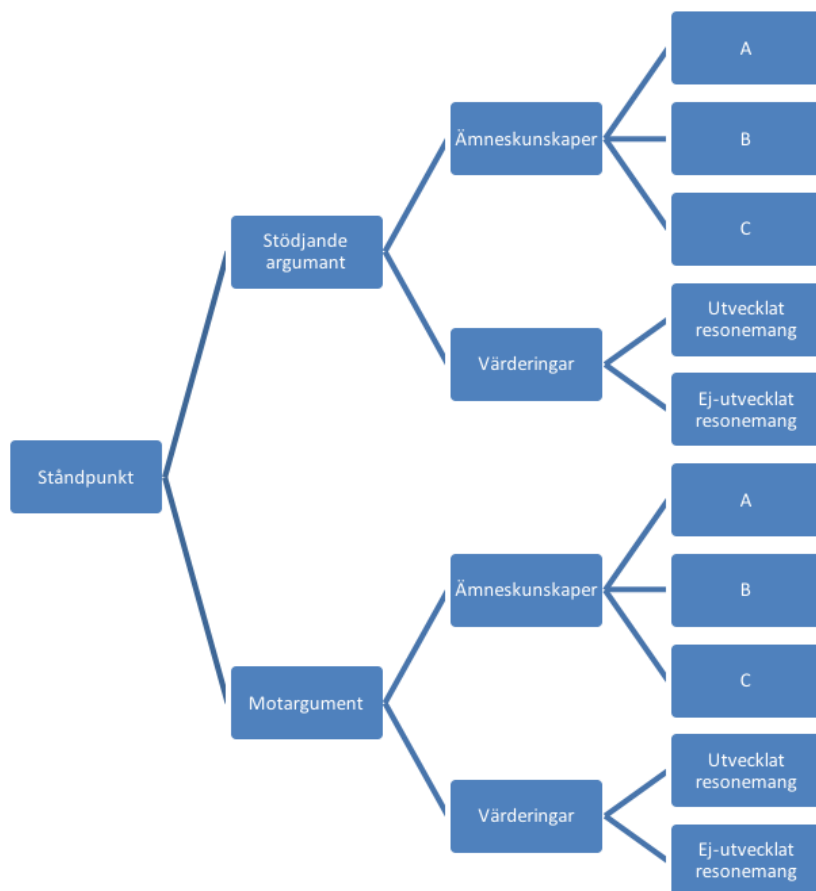
IV. Eleverna får en debattartikel som de ska läsa till nästa lektion. Den handlar om att vi bör minska vår plastanvändning och anknyter till problematiken kring miljögifter. Artikeln används av Skolverket som ett exempel på debattartikel och kan hittas på följande länk:

https://www.skolverket.se/download/18.1d7693d81684bec9282737/1548151622143/debattartikel-exempeltext-7-9_gy-1-3-naturvetenskap-teknik.pdf

V. Modellen för argumentation (Christenson & Chang Rundgren, 2015) presenteras (Figur 2). Eleverna får i uppgift att fundera över debattartikelns argument i förhållande till modellen.

Steg 2 – Exempel på argumentation

Den lästa artikeln diskuteras med utgångspunkt i modellen. Inför detta har läraren förberett genom att plocka ut stödjande argument samt motargument från artikeln som kopplats till modellen.



Figur 2. Modellen för argumentation (Christensen, 2016; Christenson & Chang Rundgren, 2015)

A – Ämneskunskapen som presenteras innehåller felaktigheter.

B – Kunskaper som inte är direkt relevanta för ämnet

C – Korrekt och relevant ämneskunskap

Steg 3 – Övning i argumentation

För att eleverna ska få träna på att argumentera får de en övningsfråga att ta ställning till. Denna fråga diskuteras i mindre grupper. Övningsfrågan som valts för detta projekt lyder:

Etanol är alkoholen som finns i alkoholhaltiga drycker. Ämnet är skadligt men brukas i stor omfattning i dagens samhälle. Tycker du att alkohol ska vara fortsatt tillåtet?

Del 1 – påbörjas vid samma lektion som Steg 2

- För att uppgiften inte ska ta upp allt för mycket tid utgår eleverna i denna övning från en given källa: <http://www.iq.se/sv/fakta-om-alkohol/alkohol-i-kroppen>. De kan ändå diskutera de källkritiska frågorna: <http://www.skolverket.se/skolutveckling/resurser-for-larande/kollakallan/kallkritik/fakta/lathund-1.151074>
- Varje grupp ställer upp ett antal argument som stöder deras ställningstagande. Tre stycken väljs ut som viktigast.
- Motargument tas upp. Eleverna väljer ut ett som de tycker är viktigast.
- Faktabaserade argument källhänvisas.
- Argumenten placeras in i modellen.
- Argumenten sammanställs i en presentation som delas med läraren efter första tillfället.

Mellan lektionerna

- Läraren sammanställer de olika gruppernas argument i förhållande till modellen.

Del 2

- Elevgrupperna presenterar sina argument för två andra grupper.
- Grupperna ger feedback på varandras argumentation. De diskuterar argumenten utifrån modellen för argumentation.
- Det andra tillfället avslutas med en gemensam diskussion utifrån de sammanställda argumenten. Anonymiserade elevexempel av olika typer av argument presenteras av läraren och diskuteras i helklass. Här kan även elevers motiveringar av sina val i steg 1 tas upp till diskussion i förhållande till modellen.

Steg 4 – Faktarutan

På denna lektion presenterar läraren viktiga grunder kring SNI-fallet, i detta fall miljögifter.

Exempel på innehåll:

- Definition av miljögift.
- Begrepp: Persistent, bioackumulation, cocktaileffekt, synergisk effekt.
- Olika ämnen: Flamskydd, Hormonstörande ämnen, Bekämpningsmedel, DDT, PCB, perfluorerade ämnen - vatten/fettavstötande.
- Vad används de olika ämnena till? Vad ger de för önskvärda egenskaper?
- Vilka följder får det när ämnena kommer ut i naturen? Sjukdomar? Djurliv?
- Osäkerhet, otillräcklig forskning.
- REACH, kandidatlistan.
- Introduktion kring högfluorerade ämnen, PFAS. PFOA, PFOS.

Steg 5 – Informationssökning och formulering av argument

- De två frågorna presenteras och eleverna väljer en av de två varianterna. “Att köpa eller inte köpa?” eller “Att äta eller inte äta?” (se nedan).
- Tipsa om några lämpliga källor. Livsmedelsverket, Kemikalieinspektionen, Naturvårdsverket och GORE-TEX hemsida är några förslag.
- När eleverna använder källor är det viktigt med ett källkritiskt tänk. Lathunden för källkritik kan användas här. Elevernas urval av källor är viktigt för den slutliga produkten.
- Redan i denna fas bör eleverna vara medvetna om att de ska källhänvisa i sin text, för att undvika att allt för mycket tid går åt till det räcker det att de källhänvisar som i debattartikeln de läst (det innebär att de till exempel nämner den organisation eller myndighet som ligger bakom informationen, t.ex.: ”Enligt Livsmedelsverket är det viktigt att...”).
- För att strukturera sina olika argument arbetar eleverna med den tabell som finns längre ner i detta dokument (Tabell 2).

Tips på källor:

- Kemikalieinspektionen: <http://www.kemi.se/om-kemikalieinspektionen/verksamhet/handlingsplan-for-en-giftfri-vardag/hogfluorerade-amnen-pfas>
- Livsmedelsverket: <http://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonnskade-amnen/miljogifter/pfas-poly-och-perfluorerade-alkylsubstanser/>
- GORE-TEX: <http://www.gore-tex.se/sv-se/experience/ansvar/miljoansvar/perfluorerade-amnen>
- Karolinska institutet: <http://ki.se/imm/perfluorerade-och-polyfluorerade-amnen>
- Naturvårdsverket: <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Manniska/Miljogifter/Organiska-miljogifter/Perfluorerade-amnen/>

Tanken är inte att eleverna ska få direktlänkar. Informationssökning och källkritik är en del av arbetsprocessen.

Att köpa eller inte köpa?

För att kunna vara ute i naturen i alla sorters väder är det viktigt att ha funktionsdugliga kläder. Det finns ett stort utbud av fritidsjackor som är både vatten- och fett-avvisande. Det gör att jackan håller dig torr, samtidigt som den inte så lätt blir smutsig. För att jackan ska få dessa egenskaper används fluorerade ämnen (PFAS). Dessa ämnen kan användas både vid tillverkning av materialet till jackan (t.ex. GORE-TEX) och också i impregneringsmedel, som jackan då och då bör impregneras med, för att den ska behålla sina egenskaper.



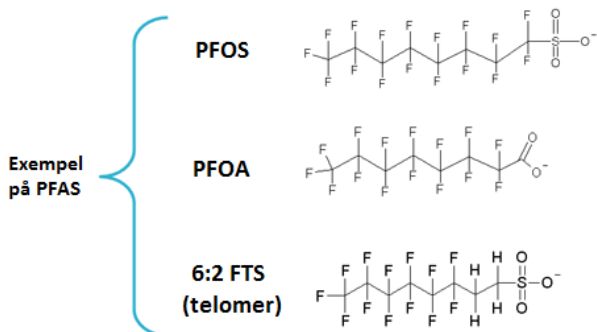
Foto: Mandelmedia, Flickr

Det finns ett antal olika PFAS som används, och de som innehåller åtta kolatomer (C8) har varit vanligast. PFOS med åtta kolatomer har förbjudits inom EU. En annan, PFOA, har fasats ut på många håll då den visat sig vara farlig. I stället byter företagen till fluorerade ämnen med kortare kolkedjor, ofta med en kedjelängd på sex kolatomer. Det är i dag osäkert hur dessa ämnen påverkar miljön när de släpps ut.

Frågan som du ska ta ställning till är:

Skulle du köpa en jacka som innehåller poly- eller perfluorerade ämnen?

Du ska i slutet av arbetsområdet skriva en argumenterande text där du beskriver bakgrunden till ditt beslut.



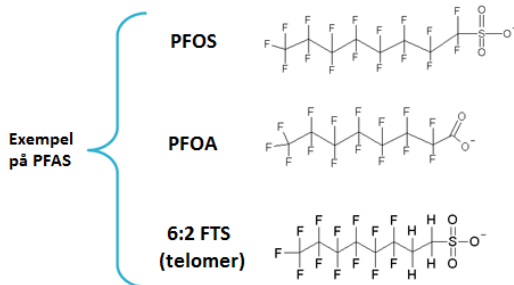
Exempel på poly- och perfluorerade ämnen.

Att äta eller inte äta?

Har du tänkt på att matförpackningar av olika slag inte tycks släppa igenom fukt eller fett? Hur kul skulle det vara om den pappersomslagna hamburgaren eller påsen med mikropopcorn kladdade ner de ytor de kommer i kontakt med? Matförpackningar görs därför både vatten- och fettavvisande. För att förpackningar ska få dessa egenskaper kan högfluorerade ämnen (PFAS) användas.



Göteborgsposten, 16 januari 2016



Exempel på poly- och perfluorerade ämnen.

Det finns ett antal olika PFAS som används, och de som innehåller åtta kolatomer (C8) har varit vanligast. PFOS med åtta kolatomer har förbjudits inom EU. En annan, PFOA, har fasats ut på många håll då den visat sig vara farlig. I stället byter företagen till fluorerade ämnen med kortare kolkedjor, ofta med en kedjelängd på sex kolatomer. Det är i dag osäkert hur dessa ämnen påverkar miljön när de släpps ut.

Frågan som du ska ta ställning till är:

Skulle du köpa och äta produkter som du vet innehåller poly- eller perfluorerade ämnen?

Du ska i slutet av arbetsområdet skriva en argumenterande text där du beskriver bakgrunden till ditt beslut.

Tabell 2. Tabell att använda vid sammanställning av information. Tabellen ges i större version (med fler rader) till eleverna.

Ståndpunkt:		
Stödjande argument		Eventuell källa Hur trovärdig är källan? Varför?
Ämneskunskap	Värdering	
Motargument		
Ämneskunskap	Värdering	

Steg 6 – Kategorisering av argument

Under denna lektion gör eleverna en mindmap av sina argument där de grupperar argumenten efter olika kategorier som de själva ställer upp. Det skulle kunna vara miljö, politik, lagar, funktion osv. När de gjort klart sin mindmap ska de diskutera vilka argument som de tycker är viktigast för att ta ställning i frågan. De diskuterar dessa argument i förhållande till modellen.

Steg 7 – Muntlig debatt

Eleverna delas in i tvärgrupper där de debatterar kring frågan, halva gruppen är för och andra halvan är mot att köpa och använda varor med högfluorerade ämnen. Slutligen diskuteras de argument som prioriterats i föregående lektion. Syftet är att eleverna ska få ta del av de andra gruppernas argument. Det är en fördel om eleverna får veta vilken sida de ska argumentera för först några få dagar innan debatten eftersom de då måste vara förberedda med argument för båda sidor.

Steg 8 – Individuellt beslut i en argumenterande text

Eleverna skriver sin argumenterande text. Till sin hjälp har de materialet de arbetat med i grupperna. Följande text bör finnas till hands under hela arbetsområdet, tillsammans med modellen för argumentation:

Tipslista

- Starta med svaret på frågan. Återkoppla till det i slutet av texten.
- En god argumentation ska styrkas av **relevanta ämneskunskaper**.
- När värderingar används som argument ska de presenteras med ett **välutvecklat resonemang**.
- Det är en fördel om argumenten kommer från **olika ämnesområden**. (Exempel: argumentation kring skatt på sockerrik mat blir starkare om argumenten kommer från flera olika områden som t.ex. hälsa (sjukdomar, övervikt, njutning, matvanor), ekonomi (dyrare mat/godis, skatteinkomster, sjukvårdskostnader) och politik (våga föra fram förslaget, röster, väljare). Dessutom är det en styrka om man kan se det från både **individperspektiv och samhällsperspektiv**.
- En stark argumentation tar upp **motargument** för att visa att det finns andra perspektiv. I samband med detta **bemöts motargumenten**.
- **Källhänvisningar** ska finnas i din text. Om du ska hänvisa till något som Naturskyddsföreningen skriver på sin hemsida, räcker det att du skriver t.ex.: ”Enligt Naturskyddsföreningen...”. Det kan se ut som i debattartikeln ni har läst.

Steg 9 – Gemensam diskussion och utvärdering

Gruppen för en sammanfattande diskussion och eleverna utvärderar arbetsområdet i en anonym enkät.

Referenser

Christenson, N., & Chang Rundgren, S.N. (2015). A framework for Teachers' Assessment of Socio-scientific Argumentation: An example using the GMO issue. *Journal of Biological Education*, 49, 204–212. <https://doi.org/10.1080/00219266.2014.923486>

Christenson, N. (2016) *Ramverk för bedömning av argumentation om samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll*. Hämtad den 2016-10-03:
<https://liu.se/natdid/forskning/1.669641?l=sv>

Bilaga 2 - Enkät 1

Utvärdering av arbetsområdet Argumentation & Miljögifter

Arbetsområdet har varit intressant

- ☐ Stämmer inte ☐ Stämmer lite ☐ Stämmer bra ☐ Stämmer mycket bra

Ämnet högfluorerade ämnen känns relevant

- ☐ Stämmer inte ☐ Stämmer lite ☐ Stämmer bra ☐ Stämmer mycket bra

Jag har lärt mig mer om argumentation i naturvetenskapliga samhällsfrågor

- ☐ Stämmer inte ☐ Stämmer lite ☐ Stämmer bra ☐ Stämmer mycket bra

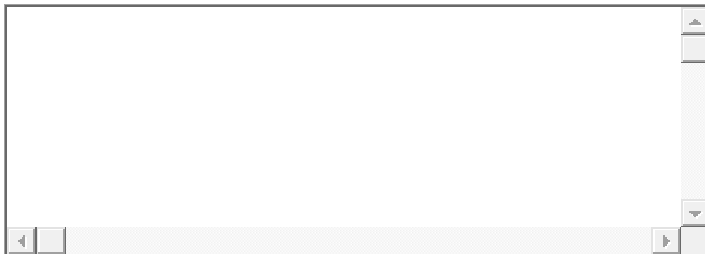
Jag har fått mer kunskap om miljögifter

- ☐ Stämmer inte ☐ Stämmer lite ☐ Stämmer bra ☐ Stämmer mycket bra

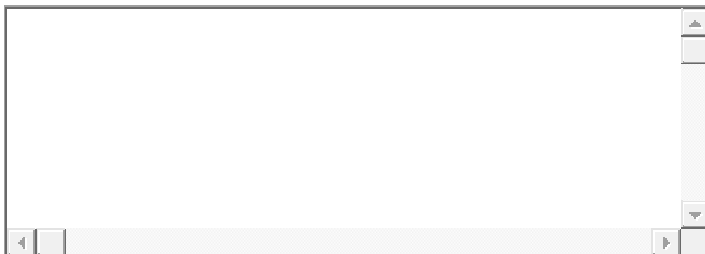
Jag har känt mig motiverad under arbetsområdet

- ☐ Stämmer inte ☐ Stämmer lite ☐ Stämmer bra ☐ Stämmer mycket bra
-

Vad har du lärt dig under arbetsområdet?

A large, empty rectangular text box with a thin black border. It has a vertical scrollbar on the right side and a horizontal scrollbar at the bottom, indicating it is a multi-line text input field.

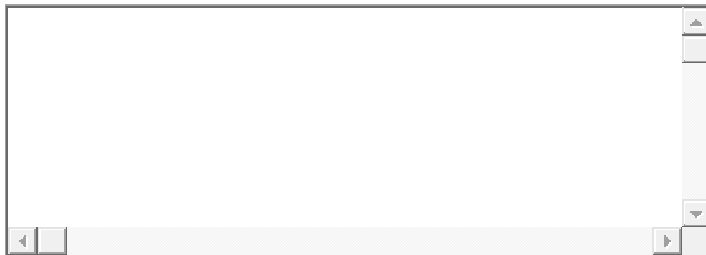
Hur skulle du beskriva din motivation i detta moment jämfört med tidigare kemiundervisning?

A large, empty rectangular text box with a thin black border. It has a vertical scrollbar on the right side and a horizontal scrollbar at the bottom, indicating it is a multi-line text input field.

Hur skulle du beskriva ditt lärande i detta moment jämfört med tidigare kemiundervisning?

A large, empty rectangular text box with a light gray border. It has a vertical scrollbar on the right side and a horizontal scrollbar at the bottom, indicating it is a scrollable area for text input.

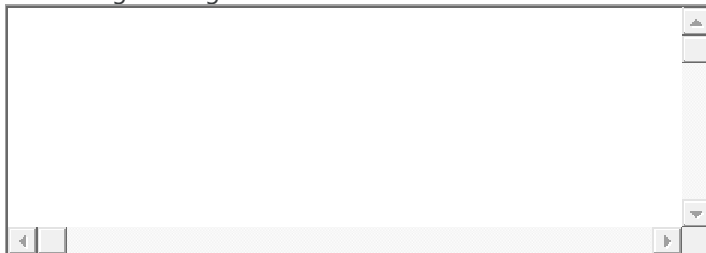
I undervisningen har du fått träna på att argumentera i samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll. Hur har undervisningen hjälpt dig med detta?

A large, empty rectangular text box with a light gray border. It has a vertical scrollbar on the right side and a horizontal scrollbar at the bottom, indicating it is a scrollable area for text input.

Följande aktiviteter har syftat till träning på argumentation:

1. Läsning & genomgång av debattartikel.
2. Övningsfråga om etanol.
3. Modellen för argumentation.
4. Diskussioner & tips.

På vilka sätt har ovanstående 4 aktiviteter varit (eller inte varit) till hjälp för att utveckla din förmåga att argumentera?

A large, empty rectangular text box with a light gray border. It has a vertical scrollbar on the right side and a horizontal scrollbar at the bottom, indicating it is a scrollable area for text input.

I arbetet med frågan ni skulle besvara har ni arbetat med:

1. Grupparbete
2. Informationssökning
3. Tabell för argument
4. Mindmap
5. Debatt

På vilka sätt har dessa fem varit (eller inte varit) till hjälp i ditt förberedelsearbete?

A large, empty rectangular text box with a light gray border. It features a vertical scrollbar on the right side and a horizontal scrollbar at the bottom, indicating it is a scrollable area for text input.

Nämner tre saker som du tycker har varit bra. Beskriv varför du tycker att de varit bra.

A large, empty rectangular text box with a light gray border. It features a vertical scrollbar on the right side and a horizontal scrollbar at the bottom, indicating it is a scrollable area for text input.

Har du förslag på hur undervisningen skulle kunna förbättras? Beskriv!

A large, empty rectangular text box with a light gray border. It features a vertical scrollbar on the right side and a horizontal scrollbar at the bottom, indicating it is a scrollable area for text input.

Övrigt. Är det något du funderat på som inte kommit fram i svaren på de andra frågorna! Skriv det här. Alla åsikter är av värde!



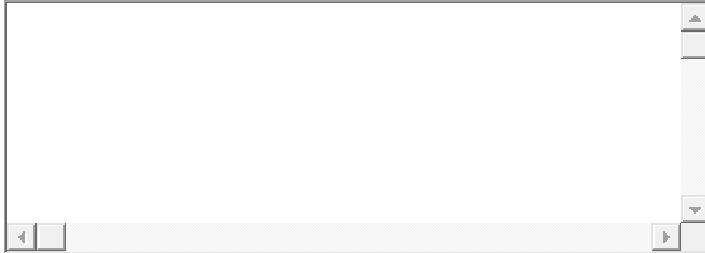
Samtycker du till att dina svar används för forskningsändamål i den studie du tidigare informerats om? Dina svar är anonyma.

- ☐ Ja
- ☐ Nej

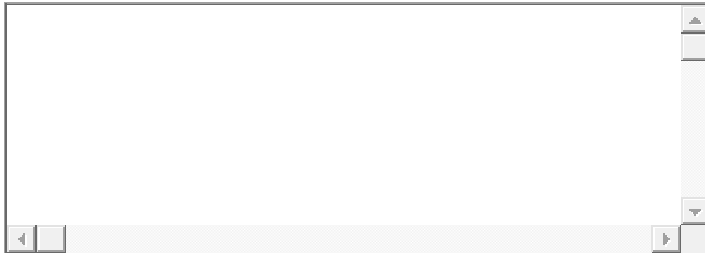
Bilaga 3 – Enkät 2

Om tiden efter arbetsområdet Argumentation & Miljögifter

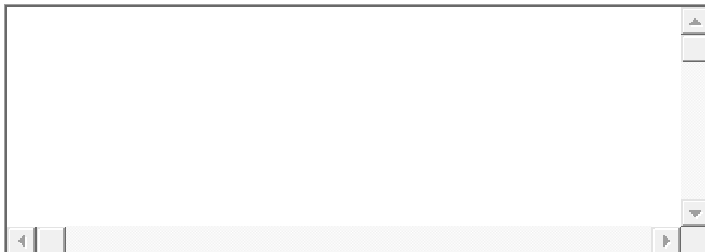
Vad är dina spontana tankar om arbetsområdet argumentation och miljögifter så här i efterhand?

A large, empty rectangular text box with a light gray border. It features a vertical scrollbar on the right side and a horizontal scrollbar at the bottom, indicating it is a scrollable area for text input.

När du tänker efter på tiden som varit sedan dess, på vilka sätt har de kunskaper du fick med dig i det området kommit till uttryck fram tills nu? Har de varit användbara? Hur i så fall?

A large, empty rectangular text box with a light gray border. It features a vertical scrollbar on the right side and a horizontal scrollbar at the bottom, indicating it is a scrollable area for text input.

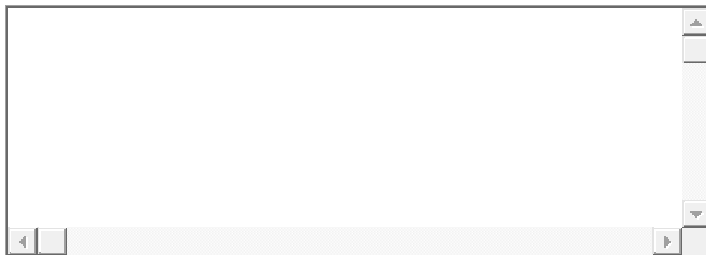
Har det du lärde dig inom ämnesområdet påverkat ditt skolarbete sedan dess? Hur i sådana fall?

A large, empty rectangular text box with a light gray border. It features a vertical scrollbar on the right side and a horizontal scrollbar at the bottom, indicating it is a scrollable area for text input.

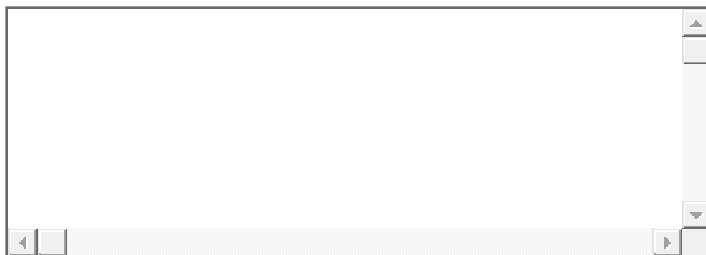
Har det du lärde dig inom ämnesområdet påverkat dig på din fritid sedan dess? Hur i sådana fall?

A large, empty rectangular text input box with a thin grey border. It features a vertical scrollbar on the right side and a horizontal scrollbar at the bottom, indicating it is a multi-line text area.

Har du köpt några PFAS-produkter sedan dess? Hur har dina tankar gått kring det valet?

A large, empty rectangular text input box with a thin grey border. It features a vertical scrollbar on the right side and a horizontal scrollbar at the bottom, indicating it is a multi-line text area.

Finns det något du vill tillägga?

A large, empty rectangular text input box with a thin grey border. It features a vertical scrollbar on the right side and a horizontal scrollbar at the bottom, indicating it is a multi-line text area.

Samtycker du till att dina svar används för forskningsändamål i den studie du tidigare informerats om? Dina svar är anonyma.

☐ Ja ☐ Nej

Intervjuguide			
Moment 1 Nyckelbegrepp relaterade till lärande	Moment 2 Nyckelbegrepp relaterade till motivation	Moment 3 Citat från enkät 1	Moment 4 Om det ej diskuterats
I projektet	I projektet	Det är mycket eget ansvar.	Informationssökning/källkritik
I jämförelse med tidigare kemiundervisning	I jämförelse med tidigare kemiundervisning	Lärandet är bredare och mer komplext jämfört med tidigare.	Tabellen för argumentsamling
Argumentation	Miljögifter	Jag kände mig mer delaktig.	Debatten
Argumentationsmodellen	Arbetssätt	Jag lärde mig mer än under andra moment.	Den argumenterande texten
Miljögifter	Sätt att redovisa	Mindre press utan prov – lättare att lära.	Mindmap
Kemi i samhället		Vi fick flera tillfällen att öva argumentation.	
Kemins betydelse för individen		Tidskrävande men roligt. Det är här man breddar sina egenskaper.	
Arbetssätt			

Forskningsprojektet

”Elevers argumentation i samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll”

Under hösten 201X kommer ett forskningsprojekt genomföras i kursen kemi 2. Studien är en del av forskarskolan Communicate Science in School. Forskarskolan är ett samarbete mellan Lunds universitet, Högskolan Kristianstad, Malmö högskola, Halmstad högskola, Kommunförbundet Skåne och Karlshamns kommun och syftar till att utveckla skolan på vetenskaplig grund. Projektet leds av licentiand Louise Rietz som också är lärare på skolan.

Syftet med projektet är att undersöka hur ni elever argumenterar i skrift kring en samhällsfråga med naturvetenskapligt innehåll (förkortat SNI-fråga). Projektet genomförs under cirka fem veckor som en del av er ordinarie undervisning i kursen. Lektionerna kommer att handla om området miljögifter och består bland annat av argumentationsträning, informationssökning, gruppdiskussioner och en individuell skriftlig argumenterande text som avslutar arbetsområdet. Denna text kommer att fungera som en kunskapsredovisning bland andra i kursen. Elevdiskussioner kan komma att filmas eller spelas in vid något tillfälle.

Efter arbetsområdet genomförs elevintervjuer i grupp för att undersöka hur ni elever har upplevt arbetssättet och på vilket sätt ni anser att det påverkat er motivation och ert lärande i kemiämnet. Vid dessa intervjuer kommer ljud att spelas in, ingen utomstående kommer att lyssna på dessa inspelningar.

Datamaterialet i studien kommer bestå av:

- Individuellt skrivna argumenterande texter
- Ljudinspelade elevintervjuer
- Videoinspelade elevdiskussioner

Forskningsetik

Vetenskapsrådets forskningsetiska principer inom humanistisk- och samhällsvetenskaplig forskning kommer att följas. Det innebär bl.a. att samtliga deltagare informeras och tillfrågas om deltagande. Allt deltagande är frivilligt och kan när som helst avbrytas utan att något skäl behöver anges. Du som deltagare i studien kommer inte att kunna identifieras. Det insamlade materialet kommer att förvaras skyddat från utomstående och den insamlade informationen kommer endast att användas i forskningsändamål.

Om du önskar mer information kring studien, är du välkommen att kontakta mig:

Louise Rietz

Telefon: 0729-XXXXXX

Mejl: louise.rietz@uvet.lu.se

För samtycke till deltagande i studien, fyll i nedanstående:

- ☐ Jag har fått information om projektet ”Elevers argumentation i samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll” och **samtycker till att delta** i studien.

Mitt samtycke gäller:

- ☐ Att min individuellt skrivna text används i studien
- ☐ Deltagande i gruppintervju
- ☐ Deltagande i videoinspelad elevdiskussion

- ☐ Jag har fått information om projektet och vill **inte** delta. Jag kommer ändå att följa undervisningen, och utföra uppgifterna, men min argumenterande text kommer inte att användas i studien.

Underskrift

Namnförtydligande

Datum

Artikel I



Louise Rietz is a research student within the graduate school Communicate Science in School (CSiS) at Lund University. She is also a teacher in chemistry and biology at an upper secondary school. Her research interest is in socioscientific argumentation and scientific literacy.

Anders Jönsson is Professor of Education at Kristianstad University, Sweden. His main research interest is in classroom assessment and grading.

Mats Lundström is Associate Professor in Science Education at Malmö University. His research interest is mainly in socioscientific issues and scientific literacy.

LOUISE RIETZ

Department of Educational Sciences, Lund University, Sweden
louise.rietz@utb.karlshamn.se

ANDERS JÖNSSON

Faculty of Education, Kristianstad University, Sweden
anders.jonsson@hkr.se

MATS LUNDSTRÖM

Faculty of Teacher Education, Department of Natural Science, Mathematics and Society, Malmö University, Sweden
mats.lundstrom@mau.se

Students' use of Justifications in Socioscientific Argumentation

Abstract

Research focusing on students' argumentation in socioscientific issues (SSI) shows that students tend to base their arguments on values rather than knowledge. This study explores Swedish upper secondary chemistry students' written argumentation. The data consists of student texts written at the end of an intervention designed to develop skills related to high quality argumentation. The results show that after being taught about argumentation and the context of SSI, students mainly base their arguments on content knowledge. Value justifications are present in students' texts, but constitute a smaller proportion. Beside content knowledge- and value justifications, we found a third category – "reasoning" – in which students draw conclusions, or make predictions of future events, to support or refute a claim. The justifications in the argumentative texts include a breadth of subject areas in which chemistry knowledge plays an important role. This study suggests that content knowledge constitutes an important part in student argumentation.

INTRODUCTION

As citizens in a democratic society, individuals occasionally need to discuss or take a stand in societal issues where scientific knowledge is needed. Participation in such "socioscientific issues" (SSI)

require the use of “socioscientific argumentation” (SSA), both of which may be simulated in educational settings in order to put science content into a meaningful and relevant context (Sadler, 2009) or to prepare students for citizenship (Sadler & Zeidler, 2005). SSA tasks are generally regarded as complex and cognitively demanding for the students, for instance, because many SSI are related to a variety of different subject areas (Ratcliffe & Grace, 2003) and because students need to construct evidence-based arguments (Cho & Jonassen, 2002). Therefore, in order to help students gain a deeper understanding of a given SSI, Chung, Yoo, Kim, Lee, and Zeidler (2016) point to the importance of supporting science students’ use of evidence-based reasoning, and Sadler and Donnelly (2006) stress the importance of teacher guidance.

Given the complexity of SSI and SSA, science teachers may feel insecure and reluctant when it comes to including such topics in their teaching (Ekborg et al., 2012). Teachers may also circumvent the inclusion of SSI and SSA in fear of focusing less on the scientific content (Ekborg, Ottander, Silfver, & Simon, 2013; Hodson, 2013). Studies investigating students’ SSA lend support to this apprehension by showing that students tend to base their arguments on values rather than knowledge (Christenson, Chang Rundgren, & Zeidler, 2014; Lee, 2007).

The above-mentioned problems indicate a need to develop strategies for how to approach SSA in science education. For example, Christenson and Chang Rundgren (2015) have developed an assessment framework to help teachers recognize, and communicate, quality criteria in students’ SSA. The framework may serve as scaffolding support for both teachers and students during the argumentative process, as it points to important aspects to consider. According to Christenson and Chang Rundgren (2015), SSA requires knowledge about the subject (content) as well as knowledge about how to construct good arguments (structure), and the framework illustrates both of these dimensions. However, due to the complexity and cognitively demanding nature of both SSI and SSA, teachers should engage with the framework during the argumentative process in order to aid the students in understanding “the art of argumentation”. Therefore, in this study, we implemented an intervention aimed at guiding students in the argumentation process so that they could construct high-quality arguments. Introducing the framework to students enables teachers to communicate, for instance, the difference between value justifications and content knowledge justifications. By making students aware of expectations surrounding SSA, both with regard to content and structural aspects, teachers can help them improve their argumentation.

SOCIOSCIENTIFIC ARGUMENTATION

Studies investigating SSI-based teaching show several gains, including student learning of science content (Sadler, Romine, & Topçu, 2016; Venville & Dawson, 2010). For example, in a study by Ekborg et al. (2013) investigating teachers’ experiences of working with SSI, teachers found that students not only learned scientific facts but also improved their critical thinking and ability to search for information. Furthermore, the students developed an understanding of how to use scientific knowledge in their argumentation.

However, there are also some difficulties related to SSI-based teaching. For example, in a study by Chang and Chiu (2008), students had difficulties presenting counterarguments and evaluating others’ arguments. Lee (2007) investigated students’ decision-making skills and their use of evidence in an SSI of whether to ban smoking in restaurants. Students in this study had difficulties distinguishing between acceptable and unacceptable evidence, and they ascribed different degrees of importance to different arguments that were not always consistent with the evidence. Further, the students in Ekborg et al.’s (2013) study had difficulties with formulating questions, critically examining arguments, and using media to find more information about the SSI. They did not learn as much science as they did during ordinary lessons. However, according to the authors, the students may not have been given enough support when formulating questions and critically examining media, which could explain their lack of learning gains.

Some of the problems presented above concern the structure of argumentation, the handling of evidence, and media literacy (i.e. searching for and evaluating information). Consequently, previous research recommends, for example, that SSI-based teaching should highlight the structural dimensions of argumentation, as this could help students understand the advantages and disadvantages of their arguments (Chang & Chiu, 2008). In an intervention study by Zohar and Nemet (2002), students who received guidance in relation to both content knowledge and argumentation skills showed significant gains in both areas. The control group only received instruction concerning the content, and they showed no improvement in argumentation skills. These findings suggest that more content knowledge does not, in itself, lead to a higher quality argumentation. On the contrary, there is an obvious need for supporting the argumentation process as well. Despite this need, few authors have suggested specific ways for teachers to support students' argumentation.

Knowledge and values

Well-grounded SSA requires both scientific knowledge and values. Scientific knowledge is needed to understand the underlying issues, to make informed choices, and to argue for ones' point of view (Hodson, 2013). However, decision-making cannot be based solely on knowledge. Decisions must also be grounded in values, since SSI always contain some kind of moral considerations (Chang Rundgren & Rundgren, 2010; Sadler & Donnelly, 2006).

Nevertheless, problems may arise when values are given too much space to the detriment of knowledge. For example, Christenson et al. (2014) investigated upper secondary school students' written argumentation using the so called "SEE-SEP model" (Chang Rundgren & Rundgren, 2010) in four different SSI-cases and concluded that students tend to use values rather than knowledge to support their arguments. This was true for all four SSI topics, but the use of knowledge varied slightly, from 22 to 34 per cent (Christenson et al., 2014). Importantly, the cases were performed without any beforehand preparations by the students, although the topics were chosen according to what the students ought to have learned in previous courses. Another example is Sadler and Donnelly's (2006) study, where high-school students who participated in an SSI argumentation regarding genetic engineering problems did not use content knowledge to any notable extent, instead perceiving the SSI as moral problems.

Some conclusions and implications from the studies described above are relevant to the current study. For example, several participants in the study by Sadler and Donnelly (2006) expressed that they might have done better if they knew more about the circumstances surrounding the issues. Therefore, students' difficulties with presenting valid arguments might not be about lack of content knowledge but about lack of context. Accordingly, if students do not have an adequate understanding of the context, more content knowledge does not necessarily help. The reverse could also be true: context-specific knowledge depends on a strong content knowledge. Both content and context-specific knowledge seem to be needed in order to fully grasp the complexity of an SSI and to view the issue from different perspectives (Hodson, 2013; Sadler & Donnelly, 2006). Altogether, to enhance the quality of students' argumentation, teachers should provide opportunities for the students to understand the complexities underlying the SSI, not just the basic concepts related to it.

In addition to content and context-specific knowledge, students also need to learn structural knowledge about how to formulate an argument – such as argumentation structure, the status of evidence, and coherence of claims – in order to understand "the art of argumentation" (Sadler & Donnelly, 2006). The Swedish science curricula (SNAE, 2011) already emphasizes SSA, suggesting that students should be encouraged and given opportunities to practice their argumentation skills (Christenson et al., 2014).

Argumentation framework

Research about argumentation often uses Toulmin's (2003) argumentation pattern (TAP), which includes data, warrant, backing, qualifiers, claim, and rebuttal. The SEE-SEP model by Chang Rundgren

and Rundgren (2010) is another model that connects knowledge, values, and personal experiences to six different subject areas (e.g. Science, Economy). From these models, Christenson and Chang Rundgren (2015) have designed a framework to help teachers assess students' argumentation in SSI. They have also reviewed research on SSA to find elements that are considered to be of high quality. This resulted in two categories: qualities related to *structure* and *content*. Important aspects of the structure category are presenting justifications for a claim and including counterarguments in which other perspectives are considered. Quality indicators related to the content category are presenting data and content knowledge supporting the claims and considering the relevance and correctness of the content knowledge. Values and moral reasoning (which should be grounded) can also improve the quality of an argument.

Intervention studies

As noted above, despite the apparent need for supporting students' argumentation, few authors have suggested specific ways for teachers to provide such support. Findings from some of the exceptions are presented below.

In an intervention study by Lee (2007), students were guided towards informed decision-making by being presented with all the information they needed in order to construct their arguments. The students were also guided by questions in the argumentation process. However, the students were not specifically taught how to construct arguments. Furthermore, the SSI focused on health aspects and students' values and did not take other aspects (e.g. environmental effects or arguments related to economy) into account, thereby reducing the complexity.

In Venville and Dawson's (2010) study, students were specifically taught about argumentation during one lesson, followed by two lessons of whole-class discussions. The results show that students were able to produce more rational arguments (according to TAP) after the intervention. However, the authors point to limitations regarding the methods used to analyse data. For example, they did not consider the scientific accuracy of the data, claims, and warrants presented by the students. Therefore, the arguments may have been scientifically inaccurate or irrelevant but still classified as "rational and complex" (regarding argumentation structure).

Yet another example of explicit teaching of argumentation is provided by Zohar and Nemet (2002). In their study, students' written arguments were guided by questions about the reasons for their decisions, counterarguments, and rebuttals. This study also encompassed a more extensive intervention (12 hours), including discussions in smaller groups, whole-class discussions, and individually written assignments. The analysis of students' argumentation focused on the presence and number of justifications given for arguments, counterarguments, and rebuttals. However, the kind of justifications the students presented (e.g. knowledge, values, or subject area) was not analysed, except for the use of content knowledge in relation to genetics.

In summary, there are notable limitations in relation to the studies described above. First, the complexity of the SSI (for example, arguments from different subject areas or perspectives) has not always been taken into account. Second, whether arguments are based on correct and relevant information or not has also not always been considered. Finally, the topics chosen for the SSI are most commonly connected to biology and physics (cf. reviews of research on SSI, e.g. Sadler, 2004), such as global warming, energy, GMO, and cloning.

AIM AND RESEARCH QUESTIONS

Teaching students "the art of argumentation" is an important aspect of preparing them for citizenship, but SSI and SSA are complex and cognitively demanding tasks. Hence, previous research has pointed to the importance of teacher guidance during the argumentation process. However, there are several limitations to previous research, such as not taking the complexity of the SSI, or the correct-

ness of students' arguments, into account. There also seems to be a predominance of SSI interventions in relation to biology and physics, with fewer examples from chemistry.

Thus, this study aims to investigate students' written argumentation about an SSI focusing on per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in everyday products, where the complexity of the SSI is taken into account by considering arguments from several different areas (e.g. environmental and economic), as well as including the correctness and relevance of students' arguments. Furthermore, the argumentation will be analysed after the students have gone through a series of lessons designed to support the development of skills related to high quality argumentation, as suggested by Christenson and Chang Rundgren (2015). Therefore, an additional aim is to provide knowledge about how to support the implementation of SSI-based science teaching. Specifically, the study aims to answer the following questions:

- How do students support their claims in an SSI, after participating in an intervention focusing on SSA?
- Which subject areas are represented in students' justifications within the SSI of PFAS in everyday products?

METHODS

This is an intervention study in which the intervention consists of a teaching sequence focusing on teaching SSA to the students. The participants were 24 students (aged 16–17) from the same chemistry class in a Swedish upper secondary school. The students were either science or technology majors attending their second course in chemistry. All students were given information about the study (e.g. purpose, use of data, unrecognizability, and the right to withdraw consent) and were asked whether they wanted to participate. All students ($N = 25$) participated in the teaching sequence, but one student chose not to be a part of the research. The study data comprised students' argumentative texts, which were collected at the end of the intervention. The data was collected in a classroom setting, and all activities were part of the regular instruction. The texts were analysed both qualitatively and quantitatively. The research followed the ethical guidelines described by the Swedish Research Council (2017).

The students were familiar with the first author, as they knew her as a science teacher. However, the chemistry course they attended was led by another teacher, and the first author acted as an additional resource during the course. During the intervention, the first author acted as both an instructor, together with the other teacher, and a researcher. The choice of acting as an instructor during the intervention was based on the first author being prepared for the task and therefore having knowledge about argumentation and the SSI (presented below).

The SSI: Water- and fat-repellent substances in everyday products

The SSI used in this study is well suited for the chemistry subject and concerns highly fluorinated substances, more specifically, per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS). These substances are utilized to provide water- and fat-repellent properties in a variety of products used in everyday life. For the intervention, two questions were formulated in which the students were asked to decide whether to buy products containing PFAS or not. One question concerned a functional jacket, and the other food packaging, such as micro popcorn or packaging at fast-food restaurants. The issue contains several of the aspects an SSI should contain, as suggested by Ratcliffe and Grace (2003). Organic environmental toxins have major effects in society, both for the environment and human health; nevertheless, many of these substances provide desirable properties in various products. Therefore, the chosen case contains conflicts of interest and it becomes a question of utility compared to risk. PFAS is a relevant topic which has been reported in the media during the year when the study was conducted. There is great uncertainty regarding PFAS, as researchers do not yet know the extent of the effects these substances may have.

Teaching sequence

The intervention was performed in eight steps (Figure 1) during five weeks. The time it took for each step varied, but the total time was ten 80-minute lessons. During the intervention, the students practiced argumentation and studied the issue of PFAS in everyday products.

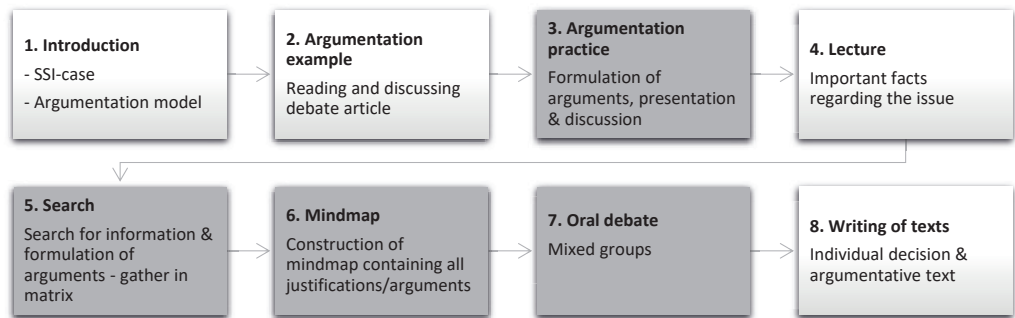


Figure 1. The different parts of the teaching sequence. Boxes in grey represent group activities.

The purpose of the first four steps was to introduce the SSI and to practice argumentation.

Step 1: The students were given a brief assignment consisting of five questions in which they were asked to choose among different alternatives and explain why they made that choice. Students' answers were then used as examples in discussions about claims and justifications. After this activity, the students were introduced to the subject area by watching a movie about environmental toxins. Finally, the argumentation framework (Christenson & Chang Rundgren, 2015) was presented, and the students were asked to read a debate article about plastics in the ocean for the upcoming lesson. They were also asked to think about what type of arguments (from the framework) the article contained.

Step 2: The debate article was discussed and the different arguments were placed into the framework. Examples were given of students' answers from the assignment in Step 1 in order to show the difference between grounded and non-grounded value justifications.

Step 3: The students were divided into groups and asked to take a stand on whether alcohol should be banned or not. They researched the effects of alcohol and discussed the issue. The goal was to formulate three arguments to support their opinion and one counterargument. The students compiled their arguments in a digital presentation, which they presented and discussed in relation to the argumentation framework with two other groups. They were also asked to discuss whether the arguments consisted of content knowledge from different perspectives.

Step 4: The students were given a lecture about important facts related to the subject area of environmental toxins. Central concepts were presented, and the students were given an introduction to the area and its complexity. The students were shown both pros and cons of chemicals used in everyday products.

Steps 1, 2, and 4 were mainly led by the first author, while the other steps were led jointly by both teachers. The next three steps (5–7) focused on preparations for the final task: the argumentative text.

Step 5: The students were presented with the two questions (described above), since the questions influenced which sources of information they would want to use. They searched for information, discussed different perspectives of the issue, and formulated arguments in groups. To get the students to

actively work with the argumentation framework, the first author put together a matrix (Figure 2) in which the students gathered information and their arguments.

Claim:		
Supporting arguments		Source (if applicable) Trustworthy? Why?
Content knowledge	Value	
Counter arguments		
Content knowledge	Value	

Figure 2. Matrix designed from the framework by Christenson and Chang Rundgren (2015).

Step 6: The students categorized the arguments in a mind map (e.g. “environmental” and “economic”).

Step 7: The students were put into new groups (2–3 students) to perform an oral debate about whether PFAS should be used or not. As support during the debate, all groups were allowed to bring their work material (i.e. the matrix with arguments and mind map). The students found out which side they were debating just a few days before the debate. Therefore, it was important for the students to prepare arguments for both sides in advance.

Step 8: The students were asked to answer a question about whether they would buy products (i.e. jacket or food packaging) containing PFAS and to write an argumentative text. When writing the final argumentative text, the students were allowed to bring the material they had worked with during the prefatory phase. They also had a list of instructions that highlighted important aspects of the argumentation framework as a support.

Data gathering

The data for this study consists of argumentative texts from 24 students, gathered at the end of the teaching sequence described above. The texts were written in digital form. As support during the writing of the texts, the students had access to the material they prepared beforehand. It took the students between 60 and 100 minutes to produce the texts, which had an average length of 800 words.

Analysis

A content analysis (Cohen, Manion, & Morrison, 2011) of the data was conducted. Initially, it was done deductively from the categories found in the argumentation framework by Christenson and Chang Rundgren (2015). The process was also inductive since other categories, as well as subcategories, emerged from the data throughout the coding process.

During the coding process, the texts were read a number of times and justifications were marked and sorted into a table. A justification was defined as a reason as to why a specific claim was made. For example, the sentence “*perfluorinated substances can cause cancer*” is seen as a justification since it can be followed by “*and therefore, I do not want to buy a jacket containing said substances*”. A sentence can also contain several justifications, as in the following one, which is considered to hold two justifications: “*high levels of the substances can cause liver damage and reproductive problems*”.

These justifications can be used as reasons for a specific claim on their own. At first, the justifications were sorted into the four categories from the framework by Christenson and Chang Rundgren (2015): *pros* and *cons* based on either *content knowledge* or *values*. These categories are called “Supporting justifications based on Content Knowledge” (SCK), “Supporting justifications based on Values” (SV), “Counter justifications based on Content Knowledge” (CCK), and “Counter justifications based on Values” (CV). The term *counter justification* connotes evidence, or a reason, employed to justify a counterargument.

Importantly, the content knowledge categories contain justifications that can be described as either content (i.e. school-subject knowledge) or context-specific knowledge (i.e. other knowledge related to the SSI). The distinction between the two is not always clear, since content and context-specific knowledge are related to each other. In this study, they are seen as concepts or facts that are related to the context of the SSI in question. Regarding the correctness of students’ content knowledge justifications, only those that were correct have been included in the results. However, incorrect content knowledge justifications (N = 4) were marked during the analysis. Justifications belonging to the value categories are connected to individual values, affections, and attitudes (a definition used by Christenson et al., 2014). During the analysis, we noticed that some justifications did not fit into either the content knowledge or the value-categories. It could be that the students draw conclusions, predict future events, or make a statement that are only valid under certain conditions. For example, one student wrote, “*If the process continues during a long period of time, it will lead to high concentrations of these chemicals, and that could result in unmanageable consequences*”. This sentence offers a reason as to why the student chooses to refrain from buying products containing PFAS, hence, a justification. It is related to content knowledge, but it is not a fact, since it will only come true if certain conditions apply, and it does not show any value statements. Therefore, the categories “Supporting justifications based on Reasoning” (SR) and “Counter justifications based on Reasoning” (CR) were added.

Difficulties also arose when the justifications were to be categorized, as the boundaries between the categories were not always clear. For example, based on the definition of the SR or CR categories described above, a justification stating that increasing disease rates will have a negative effect on individual and societal economy could be categorized as either SR or CR depending on the claim. The same justification could also be seen as content knowledge, since it describes cause and effect within the social science subject. One solution would be to ascribe two codes to the same justification, but that would greatly inflate the number of justifications, distorting the results. Therefore, the category that most adequately represented the justification was chosen. In this case, it was the SCK category. There were also difficulties in drawing a sharp line between content knowledge and values in cases where the justification held value statements based on content knowledge. Many of the justifications in the value categories were based on feelings that arose from the facts surrounding the effects of the substances. The sentence “*Isn’t it terrifying that the substances can travel that far and exist for so long?*” is an example of this. According to the main part of this sentence, the student thinks it is “*terrifying*”, which can be interpreted as a reason for not buying products containing PFAS. This reason is based on a feeling and is therefore a justification related to the value category SV. However, the second part of the sentence contains two justifications related to content knowledge. Since the student has already mentioned these justifications earlier in the text, they are not marked as new justifications. When knowledge and values are intertwined, and in cases where the student has not presented the fact earlier in the text, the fact-based part is placed in the content knowledge justification category and the value justification in the value justification category.

Values can be either explicitly or implicitly visible in decision-making (Kolstø, 2006). Explicit values are stated in words. In contrast, implicit values must be “read between the lines”. How an individual prioritizes between different content knowledge justifications is an example of this. In this study, the focus will be on the values that are explicitly expressed by the students. How students use values to prioritize among justifications will not be analysed. Further, the value categories in the assessment

framework by Christenson and Chang Rundgren (2015) make a distinction between grounded and non-grounded justifications. This distinction was made during the analysis, resulting in three justifications classified as non-grounded. The rest were considered grounded because they came with an explanation. Since there were only three non-grounded value justifications, they have not been further categorized. Nevertheless, they are presented in the results.

The justifications were sorted by the first author, who went through the data several times to ensure consistency, refinement, and exhaustiveness of coding as per the recommendation by Cohen et al. (2011). After discussions with the other authors and at research seminars, the justifications were re-sorted, by the first author, with a coherence of 97 per cent (compared to the first sorting). Approximately three per cent of the 699 justifications found were placed in another category during the last categorization. Table 1 presents the six categories.

Table 1. The six categories identified during the analysis.

Supporting arguments (pros)	Code	Counter arguments (cons)	Code
Supporting justifications based on content knowledge	SCK	Counter justifications based on content knowledge	CCK
Supporting justifications based on values	SV	Counter justifications based on values	CV
Supporting justifications based on reasoning	SR	Counter justification based on reasoning	CR

The justifications in each category were sorted into subcategories (see Table 3), which were each given a label describing the type of justification or the subject area the justification was most adequately represented by. Table 2 (below) presents an example of the data and coding.

Table 2. Examples from student texts and the definitions of the codes.

Example	Code	Subcategory	Definition
S5: <i>PFOS has been banned in EU countries due to its hazardous effects on health and environment. [...] PFOA is suspected to be carcinogenic to humans.</i>	SCK	Law/policy Health effects	Students present facts, concepts or theory related to content or context-specific knowledge to support a claim
S11: <i>It is uncertain whether the levels of PFAS in humans are poisonous [...] the level of PFAS in test animals is not equivalent to the levels in humans...</i>	CCK	Research field	Students present facts, concepts or theory related to content or context-specific knowledge to rebut a claim
S24: <i>The thought of being oblivious to the global effects of my jacket scares me.</i>	SV	Feelings	Students use values/affections/attitudes to support a claim
S11: <i>...PFAS have good properties. It would be unhygienic and unappetizing if food packaging did not repel water, dirt and fat.</i>	CV	Opinions/beliefs	Students use values/affections/attitudes to rebut a claim
S14: <i>Consumers control what is being produced. If they realize the danger with PFAS, they may force companies to change their production.</i>	SR	Consumption	Students draw conclusions/make conditions/make predictions of future events to support a claim
S8: <i>A Gore-Tex jacket lasts longer and you don't have to buy a new one as often – this leads to less consumption, which benefits the environment and the economy.</i>	CR	Consumption	Students draw conclusions/make conditions/make predictions of future events to rebut a claim

RESULTS

Six categories were identified during the analysis. Four of them (SCK, SV, CCK, and CV) stem from the framework by Christenson and Chang Rundgren (2015). Since some justifications in the students’ texts were conclusions based on reasoning that did not fit into either category, two more categories were added: SR and CR. Of the 24 students, all but one argued for the decision to refrain from buying products containing PFAS. The supporting justifications in each main category (i.e. Content knowledge, Values, Reasoning) are the justifications used to support the students’ chosen position. Accordingly, most justifications support the argument against buying products containing PFAS, whilst some (found in text number 18, see Figure 3) support the choice to buy the products. The same applies for the counter justifications. Most of them are reasons why one should buy the product, except for text number 18, which presents reasons not to buy products with PFAS as counter justifications.

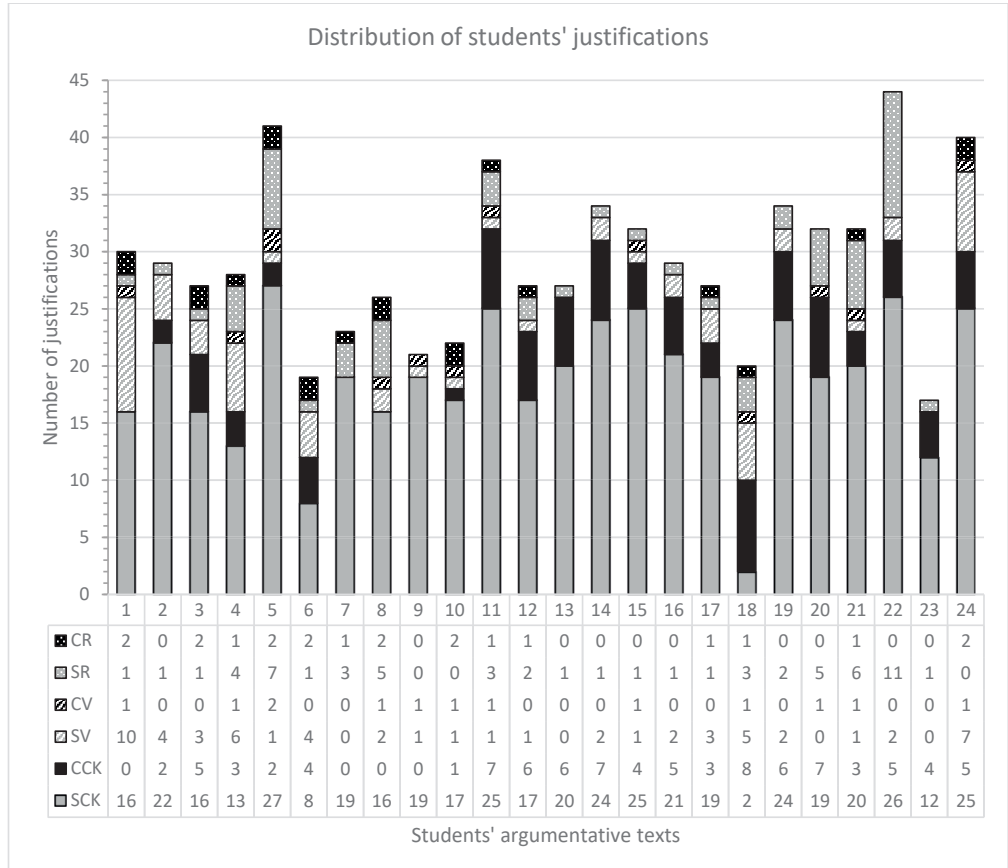


Figure 3. Distribution of justifications in each student’s text.

Table 3. Distribution of justifications between the six categories and subcategories.

Main categories	Subcategories	Supporting justifications		Counter justifications	
<i>Content knowledge</i>		Code SCK		Code CCK	
	Health effects	134		4	
	Properties	94		37	
	Source/presence/circulation	89		9	
	Research field	41		18	
	Ecology/Environment	48		-	
	Alternatives	27		10	
	Economy	1		11	
	Law/policy	9		2	
	Industrial usage	6		-	
	History	3		-	
	Consumption	-		2	
	Total:	452	64.7 %	93	13.3 %
<i>Values</i>		Code SV		Code CV	
	Opinions/beliefs	23		10	
	Ethics/morality	18		3	
	Feelings	10		-	
	Deliberations	8		-	
	Total:	59	8.4 %	13	1.9 %
<i>Reasoning</i>		Code SR		Code CR	
	Consumption	22		3	
	Health effects	10		-	
	Research field	10		-	
	Economy	3		5	
	Function	1		5	
	Ecology/Environment	5		-	
	Alternatives	2		3	
	Risk assessment	-		4	
	Properties	3		-	
	Law/policy	2		-	
	Source/presence/circulation	1		-	
	Harm reduction	-		1	
	History	1		-	
	Experience	1		-	
	Total:	61	8.7 %	21	3.0 %
	Total:	572	81.8 %	127	18.2 %
				699	100%

Justifications based on content knowledge

The students' justifications were placed in this main category if they contained content or context-specific knowledge. Content and context-specific knowledge are concepts or facts related to the SSI in question. No distinction was made between facts related to, for example, the school subject chemistry or context-related information linked to the SSI. The category is made up of supporting (SCK) and counter justifications (CCK) from eleven different subject areas (Table 3). Examples from both sides are presented below.

Supporting justifications – SCK

All students provided supporting justifications based on content knowledge in their texts, as can be seen in Figure 3. Some students (for example, students 6 and 18) presented fewer justifications based on content knowledge, but on average, the majority of the justifications in the texts belong to this category. SCK is the most frequently used category, making up 64.7 per cent of all justifications.

Many of the justifications in the SCK-category point to negative effects of PFAS. Almost all students chose to refrain from buying PFAS products, using the negative aspects of PFAS to support their choice. Various health effects are present in most texts, and the quote below (S21) is a typical example. This quote also highlights the uncertainty surrounding the research field of PFAS, which is another example of content knowledge:

S21: [A]nimal studies have shown that high concentrations can cause liver damage, affect fat metabolism, the immune system and the reproductive system. [...] The uncertainty [of effects on human health] is due to the lack of knowledge of individual substances, but foremost because of the uncertainty of effects of different substances in combination. (Code: SCK, Health effects, Research field)

While presenting justifications, the students often referred to different sources of information. For instance, S11 referred to the Swedish Environmental Protection Agency and the Swedish Chemical Agency while giving justifications related to the properties of PFAS, ecological effects, and the presence and circulation of the substances:

S11: The Swedish Environmental Protection Agency also writes that since these highly fluorinated substances are persistent and absorbed more quickly than they are broken down, they accumulate in the environment and in biological tissue. It is thus the top predators in the ecosystem that are most affected. PFAS have many different pathways in which they are spread, by water and air. [...] According to the Swedish Chemical Agency, PFAS spread easily over vast distances. High concentrations have been found in mammals in the Arctic. (Code: SCK, Properties, Ecology/environment, Source/presence/circulation)

Students used justifications based on content knowledge to rebut counter justifications, as is shown in the quote from S3 below, in which the student responds to the counter justification regarding the lack of viable alternatives to PFAS. The justification contains an example of a company that stopped using PFAS and started using other alternatives.

S3: The answer to this is that there are alternatives, new methods are constantly being researched and developed. "Fjällräven" is a company that has replaced all highly fluorinated substances. Instead they use polyurethane which is a biodegradable plastic compound. There are also other alternatives, for example, silicon based compounds based on chains of silica and oxygen which occur naturally in our bodies. They are water repellent and withstand chemical and electrical impact. (Code: SCK, Alternatives)

To summarize, three main themes can be identified in the SCK category, as outlined above. First, the students presented facts and information related to the SSI. Second, while presenting justifications, the students referred to information sources. Third, the students used content knowledge to rebut counter justifications in favour of their own claims.

Counter justifications – CCK

Regarding counter justifications, CCK, all students but four presented justifications from this category in their texts. The CCK category makes up 13.3 per cent of all justifications. The justifications used in this category contain facts and information speaking against students' claims. Other than that, this category is similar to the SCK category. As described above, students followed up on their counter justifications by rebutting them. In the quote below by S12 (who did not want to buy PFAS products), beneficial properties are presented, followed by negative aspects of the substances (not included in the quote):

S12: Functional jackets have many coveted properties such as water and fat repellence. In order to achieve these characteristics, the jackets are made of Gore-Tex and impregnated with PFAS. [...] PFAS is a collective name for poly- and perfluorinated alkyl substances such as PFOA and PFOS. These substances are temperature resistant, persistent to fire, stable to electricity, and have the ability to repel water, grease, and dirt. (Code: CCK, Properties)

The counter justifications also contain references to information sources. The quote below by S20 shows how this student used information about the research field from the Swedish Environmental Protection Agency to present a counter justification:

S20: Unfortunately, the Swedish Environmental Protection Agency shows, in the same article, that there is little knowledge about how PFAS really affect us at the levels we are exposed to daily, the doses used in animal experiments, which show harmful effects caused by PFAS, are much higher than the doses we are exposed to. (Code: CCK, Research field)

Justifications based on values – SV and CV

The value categories contain the four subcategories "Ethics/morality", "Opinions/beliefs", "Feelings", and "Deliberations". This main category is different from the content knowledge category because the subcategories do not describe the subject area to which the justifications are tied. This is because value justifications stem from personal values or are expressed opinions, and they contain ethical considerations (as in the quote from S17 below) or are based on feelings. The justifications do contain topics related to subject areas similar to the ones used as subcategories in the content knowledge and reasoning categories, but the subject area is secondary to what the student is basing his/her justification on. An example can be seen in the quote from S17, in which both value- and knowledge justifications are intertwined, since the student (as part of ethical considerations) presented the fact that PFAS is thought to disturb the reproductive system. This fact is a justification coded as SCK; however, we chose not to add that to the parenthesis below. The quote from S1 shows another example in which the student expressed feelings related to the uncertainty regarding the harmful effects of the substances.

S17: It is not right that the animals, which do not use these substances, have to take the consequences. [...] The substances are believed to disturb the reproductive system and by continuing our use, we are diminishing their chances of survival. We are harming innocent animals! (Code: SV, Ethics/morality)

S1: Other PFC's are being used today [...] but we do not know how they will affect us in the future. The uncertainty concerning perfluorinated substances and that they are found in our clothes are scary, and therefore I have chosen not to buy a jacket containing PFAS. (Code: SV, Feelings)

The majority of the students presented justifications from the value categories. SV makes up 8.4 and CV 1.9 per cent of all justifications. Most students (20 out of 24) have at least one supporting value-based justification in their text. Twelve of the students included justifications based on values in their counter arguments, as in the quote by S21:

S21: [Describes different functions of Gore-Tex materials]. *These features can be important when it comes to events with importance to safety, such as fire equipment. Fire equipment requires a durable material, but this super function is not always necessary.* (Code: CV, Opinions/beliefs)

During the analysis in this study, the distinction between grounded and non-grounded value justifications was made. Of the three non-grounded justifications, two belong to SV "Opinions/beliefs" and one to CV "Opinions/beliefs". The rest are grounded because they come with an explanation for the students' value justifications (see the justifications presented above). S18 below is an example of a non-grounded justification. The student did not expound the reason why PFAS would not be something to worry about in relation to emissions of carbon dioxide:

S18: *There is much more to worry about, for example, all the carbon dioxide emissions.* (Code: SV, non-grounded, Opinions/beliefs)

Justifications based on reasoning – SR and CR

The justifications placed in this main category are often related to content knowledge justifications, but they are not explicit facts or knowledge about the circumstances related to the SSI. What these justifications have in common is that the student draws conclusions based on knowledge related to the context. However, it is the conclusion per se that the argument is based on:

S5: [After describing effects on the ecosystem] *it would require very high concentrations over a long period of time, therefore, this is not an acute danger to the environment.* (Code: CR, Risk assessment)

S8: *We know that it affects health and fertility in animals. Then it is possible that it also affects us, since we are mammals as well.* (Code: SR, Health effects)

In other justifications in this main category, students reflect and predict possible future events, as in the two examples below. The justifications are also only valid under certain conditions; for instance, if one thing applies, it entails certain effects, and these effects are what the student uses as a justification:

S11: *If I and other consumers stop buying PFAS products it could lead to less pollution, since the demand of PFAS products decreases, and the companies are forced to find alternatives.* (Code: SR, Consumption)

S22: *If the alternative PFAS substances prove to be as harmful as PFOA or PFOS we are taking a huge risk by using them. [...describes known harmful effects of certain PFAS-compounds...] These are dangerous health effects, and we do not know if other PFAS have the same effects.* (Code: SR, Properties)

Supporting justifications sorted into the reasoning category (SR) make up 8.7 per cent of the total number of justifications. The category is present in 21 of the students' texts, whereof the subcategories of "Consumption", "Health effects", and "Research field" are the most common (Table 3). The CR category, with counter justifications based on reasoning, is small and constitutes only 3 per cent of all justifications. However, it is present in 14 texts, which is more than half of the texts. Its most relevant subcategories are "Function" and "Risk assessment", to which most of the CR-justifications belong (Table 3).

DISCUSSION

This study aimed to investigate how upper secondary chemistry students justify their claims in an argumentative text after being explicitly taught about SSA and the context surrounding the SSI. As suggested by the findings, and as can be seen in Figure 3, the students mainly base their arguments on content knowledge. This applies to both supporting arguments and counterarguments. Many of the content justifications are tied to chemistry- and biology-related knowledge. In contrast, earlier studies (e.g. Christenson et al., 2014; Sadler & Donnelly, 2006) have shown that students mainly base their arguments on values. Teachers may therefore avoid working with SSI in fear of losing focus on the scientific content. On the other hand, this study shows that content knowledge can play a substantial part in student argumentation. Implementing the framework developed by Christenson and Chang Rundgren (2015) in the classroom resulted in students using content knowledge as the primary ground for their arguments and also to ground their value justifications. The framework acted as a support for the students during the teaching sequence, leading up to the final assignment (i.e. the argumentative text). According to the framework, students' SSA is of a high quality, with some variation between different students. For example, all students provide both supporting and counter justifications in their texts. The justifications in the argumentative texts also contain a breadth of different subject areas, indicating a capability to view the SSI from different perspectives and to understand the inherent complexity. Further, justifications based on values are present in the students' texts, but they constitute a smaller proportion.

The main difference between the value category and the other two (i.e. content knowledge and reasoning) is that the subcategories describe the justifications at different levels. The subcategories in the content knowledge and the reasoning categories are labelled by the different subject areas to which they are tied. Content and context-specific knowledge consist of facts and concepts related to different subject areas. This is also true for the justifications belonging to the reasoning category, except that the students take the reasoning one step further by predicting future events or by conditioning their arguments. Therefore, the value subcategories are described differently because they describe the kind of values the students use in their justifications instead of subject area. In this study, four different subcategories were identified in relation to the value category: "Opinions/beliefs", "Ethics/morality", "Feelings", and "Deliberations". All of these originate from an individual's personal values. Although one can have feelings, opinions, or ethical considerations about a topic tied to one of the subcategories in the content knowledge and reasoning categories, it is not the content that is of importance when placing a justification in the value category; rather, it is the feeling or opinion that is in focus. In comparison with the SEE-SEP model (Chang Rundgren & Rundgren, 2010) – which connects values to subject areas (e.g. Sociology/Culture, Environment/Ecology) but otherwise makes no distinction between different value justifications (e.g. feelings, moral/ethical considerations) – this study presents an alternative way to describe students' use of values as grounds for their arguments.

Content and context-specific knowledge

Research has shown that teachers may refrain from working with SSI due to a fear of diverting students' attention away from scientific knowledge (Ekborg et al., 2013). In this study, we have shown that content knowledge can make up a considerable part of SSA when students have been properly prepared for the argumentative task. Nevertheless, it is interesting to discuss where to draw the line between subject knowledge (e.g. the curriculum for chemistry) and context-specific knowledge. Here, both subject knowledge (e.g. properties and behaviour of PFAS molecules) and knowledge concerning the context of the SSI (e.g. knowledge of the research field or EU regulations of PFAS) have been placed in the same category. Many of the justifications found in the students' texts have to do with the context of the chosen SSI and would not be present in another SSI topic; they are context-specific (Hodson, 2013). However, a large number of justifications are tied to the chemistry or biology subjects and allow students to put their knowledge into a wider context, in this case, the SSI of PFAS in everyday products. The Swedish curriculum has a clear focus on the subjects' relation to the individual and the society, SSI, decision-making competence, and argumentation skills in science education (SNAE, 2011), which calls for context-specific knowledge.

Conclusions and implications

Previous studies have shown that students use values more often than knowledge to justify their arguments (e.g. Christenson et al., 2014; Sadler & Donnelly, 2006) and that there is a need for supporting and encouraging students to use knowledge as grounds for their arguments. Through a structured and supportive design, this intervention study has successfully managed to support students in doing so. Further, this study highlights the need for teachers to teach students about the process of argumentation, as well as the context of the SSI, in order to support students to achieve high quality argumentation. These results support the findings of Zohar and Nemet (2002), who also stress the importance of teaching both content and argumentation. As science teachers may not have sufficient knowledge about argumentation, this can be difficult without proper guidance. Consequently, teacher education needs to include the teaching of argumentation for future science teachers. The lesson design that has been presented in this paper may also serve as a support for teachers when working with SSA.

There are methodological differences between this study and previous studies focusing on SSA. For example, as discussed earlier, this study presents an alternative way to analyse and describe value justifications. This study also contributes with a new category of justifications, in addition to content knowledge and values, called "justifications based on reasoning". The justifications placed in this category are part of what makes students' SSA interesting: they represent examples where students take their knowledge one step further by speculating, formulating hypotheses, and drawing own conclusions on which they ground their arguments. Future research should investigate this category further to see whether it occurs in different SSAs and which possibilities it may have for students' argumentation.

There are also several limitations in this study. First, it is a small-scale case study with a limited number of participants. Therefore, the extent to which the findings can be generalized to other students or contexts is not known. Second, the first author acted as both teacher and researcher, which may have influenced the students, for instance, in terms of effort. Knowledge about, and relationships with, the students may have also influenced the analysis. Hence, other researchers have been involved in the categorization of students' justifications on several occasions. Third, the students have gone through a series of lessons designed to support the development of argumentation skills. Consequently, the specific teaching design is likely to have had a strong influence on the results, which is why the design has been described in detail. However, this also means that the study provides relevant knowledge about how to support the implementation of SSI-based science teaching.

REFERENCES

- Chang, S.N., & Chiu, M.H. (2008). Lakatos' scientific research programmes as a framework for analysing informal argumentation about socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 30, 1753–1773. doi:10.1080/09500690701534582
- Chang Rundgren, S.N., & Rundgren, C.-J. (2010). SEE-SEP: From a separate to a holistic view of socioscientific issues. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(1). https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v11_issue1_files/changsn.pdf
- Cho, K., & Jonassen, D.H. (2002). The effects of argumentation scaffolds on argumentation and problem-solving. *Educational Technology Research and Development*, 50(3), 5–22. doi:10.1007/BF02505022
- Christenson, N., & Chang Rundgren, S.N. (2015). A framework for teachers' assessment of socio-scientific argumentation: An example using the GMO issue. *Journal of Biological Education*, 49, 204–212. doi:10.1080/00219266.2014.923486
- Christenson, N., Chang Rundgren, S.N., & Zeidler, D.L. (2014). The relationship of discipline background to upper secondary students' argumentation on socioscientific issues. *Research in Science Education*, 44, 581–601. doi:10.1007/s11165-013-9394-6

- Chung, Y., Yoo, J., Kim, S-W., Lee, H., & Zeidler, D. L. (2016). Enhancing students' communication skills in the science classroom through socioscientific issues. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(1), 1–27. doi:10.1007/s10763-014-9557-6
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research Methods in Education*. Routledge. NY.
- Ekborg, M., Ideland, M., Lindahl, B., Malmberg, C., Ottander, C., & Rosberg, M. (2012). *Samhällsfrågor i det naturvetenskapliga klassrummet* [Socioscientific issues in the science classroom]. Gleerups, Malmö.
- Ekborg, M., Ottander, C., Silfver, E., & Simon, S. (2013). Teachers' experience of working with socio-scientific issues: a large scale and in depth study. *Research in Science Education*, 43, 599–617. doi:10.1007/s11165-011-9279-5
- Hodson, D. (2013). Don't be nervous, don't be flustered, don't be scared. Be prepared. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 13, 313–331. doi:10.1080/14926156.2013.845327
- Kolstø, S.D. (2006). Patterns in students' argumentation confronted with a risk-focused socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 28, 1689–1716. doi:10.1080/09500690600560878
- Lee, Y.C. (2007). Developing decision-making skills for socio-scientific issues. *Journal of Biological Education*, 41, 170–177. doi:10.1080/00219266.2007.9656093
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science Education for Citizenship – Teaching Socio-Scientific Issues*. Open University Press, Birkshire, England.
- Sadler, T.D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 513–536. doi:10.1002/tea.20009
- Sadler, T.D. (2009). Situated learning in science education: socioscientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45, 1–42. doi:10.1080/03057260802681839
- Sadler, T.D., & Donnelly, L.A. (2006). Socioscientific Argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28, 1463–1488. doi:10.1080/09500690600708717
- Sadler, T.D., Romine, W.L., & Topçu, M.S. (2016). Learning science content through socio-scientific issues-based instruction: A multi-level assessment study. *International Journal of Science Education*, 38, 1622–1635. doi:10.1080/09500693.2016.1204481
- Sadler, T.D., & Zeidler, D.L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 112–138. doi:10.1002/tea.20042
- Swedish National Agency for Education. (2011). *Läroplan för gymnasieskolan* [Curriculum for Upper Secondary School]. Retrieved October, 2018, from: <https://www.skolverket.se/undervisning/gymnasieskolan/laroplan-program-och-amnen-i-gymnasieskolan/laroplan-gy11-for-gymnasieskolan>
- Swedish Research Council. (2017). *Good Research Practice*. Vetenskapsrådet. Stockholm. Retrieved 7 December, 2020, from: <https://www.vr.se/english/analysis/reports/our-reports/2017-08-31-good-research-practice.html>
- Toulmin, S.E. (2003/1958). *The Uses of Argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Venville, G.J., & Dawson, V.M. (2010). The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 952–977. doi:10.1002/tea.20358
- 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. doi:10.1002/tea.10008

Artikel II



Elevers upplevelser av ett SNI-fall och dess betydelse för elevers roll som demokratiska samhällsmedborgare

Abstract

This study explores the experiences of Swedish upper secondary school chemistry students working with a socioscientific issue about per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in everyday products, and how they perceive that this teaching has influenced them in their role as citizens in a democratic society. Data collection has been carried out on several occasions over a period of one and a half year after the teaching event, and data includes answers from questionnaires and focus-group interviews. The results show that the students are able to view the issue from different perspectives and to understand the inherent complexity. The results also suggest that the students developed their critical thinking skills and awareness as consumers. Furthermore, students report to have developed an interest in environmental issues and a feeling that they have opportunities to make a difference. These aspects constitute important conditions for active citizenship and informed decision-making.

Introduktion

Undervisning om samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll, SNI, erbjuder möjlighet att förse elever med redskap för att kunna agera som demokratiska samhällsmedborgare (Sadler, Barab & Scott, 2007), samtidigt som naturvetenskapligt ämnesinnehåll kan placeras i ett meningsfullt och relevant sammanhang (Sadler, 2009). Genom att arbeta med aktuella samhällsfrågor i skolan, såsom vaccination eller miljögifter, kan elever stifta bekantskap med problemområden som de sannolikt kommer att behöva ta ställning till. Vikten av att naturvetenskaplig undervisning tar upp dessa frågor betonas av exempelvis Sadler et al. (2007) som framhäver att naturvetenskaplig undervisning bör förbereda elever för aktivt deltagande i samhället. Hur samhället, och individerna inom det, handskas med olika frågor är avgörande för samhällsutvecklingen. Skolan har därför ett viktigt uppdrag i att utbilda samhällsmedborgare som kan fatta informerade beslut och som verkar för ett hållbart samhälle. I denna studie betraktas eleven som både en framtida och en nutida samhällsmedborgare, som med sina val och handlingar påverkar och formar samhället. Den här studien intresserar sig för hur elever som argumenterat om poly- och perfluorerade

alkylsubstanser (PFAS) i vardagsprodukter upplever att arbetet med SNI påverkat dem i deras roll som samhällsmedborgare, under och efter arbetsområdet.

Scientific literacy

Samhällsmedborgare förväntas ofta ta ställning i frågor som har en koppling till naturvetenskap. Det kan vara beslut på ett personligt plan som rör kost eller hälsa, men det kan också handla om att individen ska kunna förstå och delta i samhällsdebatten och i politiska beslut. Den kunskap som krävs för att fatta informerade beslut i frågor med naturvetenskapligt innehåll kallas för *scientific literacy* (SL). SL är ett svårdefinierat begrepp och många har gjort ansatser till att beskriva det. Viktiga kunskaper som är kopplade till begreppet, och som ofta återkommer i forskningslitteraturen, är exempelvis kunskap om naturvetenskapliga fenomen samt förmåga att tänka (natur-)vetenskapligt och kritiskt för att kunna göra informerade val (Settlage & Southerland, 2012).

Roberts (2007) har studerat hur SL har utvecklats och tolkats i styrdokument och forskning. Granskningen resulterade i två visioner. *Vision I* handlar om kunskap i naturvetenskap såsom begrepp, teorier och naturvetenskapens karaktär. *Vision II* inriktar sig istället på de kunskaper som en samhällsmedborgare behöver för deltagande i samhällsdebatten och för att fatta informerade beslut. De två visionerna är inte fristående från varandra, eftersom det kan behövas grundläggande kunskaper i naturvetenskap (Vision I) för att argumentera och fatta informerade beslut (Vision II). En utveckling av SL föreslås av Sjöström (2015) och Sjöström och Eilks (2018), som bygger vidare på Roberts (2007) två visioner och beskriver ytterligare en vision. Denna *Vision III* är mer handlingsinriktad och målet är förändringar på individ- och samhällsnivå. Vision III inriktar sig mot en mer politiserad naturvetenskaplig utbildning, vars mål är emancipation och individens aktiva deltagande i samhället. Ett syfte är att individen ska bli medveten om, samt inta ett kritiskt förhållningssätt till, olika samhällsfrågor.

Samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll

Samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll (SNI) är kopplade till naturvetenskap, samtidigt som de har en stor inverkan på individen och samhället (Ratcliffe & Grace, 2003). Exempel på ämnen som SNI-frågor kan beröra är konsumtion, energikällor, genteknik och vaccination. SNI är aktuella i medierna och innehåller ofta intressekonflikter mellan olika aktörer, vilket bidrar till att de innehåller motstridig information. Ytterligare av vikt i SNI är

innehållet av värderingar och etiska frågor (se t.ex. Nielsen, 2012). Denna typ av frågor har ingen given lösning med rätta svar. SNI i undervisning ger en kontext till det naturvetenskapliga stoffet, vilket kan underlätta elevers förståelse i ämnet, samtidigt som det kan bidra till att elever utvecklar förmågor som de kan ha nytta av i samhällslivet (Sadler et al., 2007; Talens, 2016). Eftersom SNI handlar om frågor som är aktuella inom forskningen där mycket fortfarande är oklart, behöver elever söka information i olika typer av informationskällor såsom akademiska tidskrifter, tidningar, tv/radio och internet, vilket innebär att medielitteracitet blir en viktig del i arbetet. Medielitteracitet innebär att kunna söka, finna, förstå, analysera, utvärdera, jämföra och kontrastera information från olika källor, och att dessutom använda informationen på ett lämpligt sätt för att bilda sig en uppfattning i en fråga (Hodson, 2013).

SNI-undervisning kan genomföras på många olika vis. Vanligen innehåller undervisningen elevcentrerade arbetsformer där elever söker information, tar del av tidningsartiklar/dokumentärer/debattartiklar, diskuterar, argumenterar och/eller fattar beslut (se t.ex. Presley et al., 2013). När elever arbetar med SNI använder och utvecklar de olika kompetenser som rör målet om demokratiskt medborgarskap och informerat beslutsfattande. Sadler et al. (2007) beskriver fyra sådana kompetenser som behövs för att framgångsrikt resonera kring och fatta beslut i SNI, vilka utgör vad författarna kallar *socioscientific reasoning* (SSR). SSR handlar om att (a) inse och förstå en frågas komplexitet, (b) se frågan från olika perspektiv, (c) förstå att frågan är under pågående utredning och därmed inte har något givet svar, samt att (d) hantera information med ett kritiskt förhållningssätt (jfr Simonneaux & Simonneaux, 2009; Romine, Sadler, Dauer & Kinslow, 2020).

Scientific literacy i undervisningen

Hur SL ska gestaltas i utbildning är omdebatterat (Sjöström & Eilks, 2018). Det inryms i de svenska ämnesplanerna för naturvetenskapliga ämnen, även om inte själva begreppet nämns. Exempelvis ska elever i gymnasieskolans kemiämne utveckla kunskaper inom fem olika områden: (1) att redogöra för och använda kemins begrepp, (2) att analysera och lösa problem, (3) att planera, genomföra och tolka experiment, (4) att diskutera frågor som rör kemins betydelse för individ och samhälle, samt (5) att använda kunskaper i kemi för att kommunicera och för att granska och använda information (Skolverket, 2011a). Områdena 4 och 5 kan jämföras med Roberts (2007) Vision II, medan de tre första har mer gemensamt med Vision I. Ämnesplanerna i de naturvetenskapliga ämnena betonar att undervisningen ska

”bidra till att eleverna, från en naturvetenskaplig utgångspunkt, kan delta i samhällsdebatten och diskutera etiska frågor och ställningstaganden”, vilket harmonierar med Vision II.

En mer progressiv utbildning, liknande det som Sjöström och Eilks (2018) beskriver som Vision III, förespråkas av flera forskare (se t.ex. Hodson, 2013; Vesterinen, Tolppanen & Aksela, 2016) men kan även motiveras utifrån läroplanen för den svenska gymnasieskolan, Gy11, som exempelvis innefattar följande:

Utbildningen ska främja elevernas utveckling till ansvarskännande människor, som aktivt deltar i och utvecklar yrkes- och samhällslivet. [...] Miljöperspektivet i undervisningen ska ge eleverna insikter så att de kan dels själva medverka till att hindra skadlig miljöpåverkan, dels skaffa sig ett personligt förhållningssätt till de övergripande och globala miljöfrågorna. Undervisningen ska belysa hur samhällets funktioner och vårt sätt att leva och arbeta kan anpassas för att skapa hållbar utveckling. (Skolverket, 2011b, Gymnasieskolans uppdrag)

Skolan ska aktivt och medvetet påverka och stimulera eleverna att omfatta vårt samhälles gemensamma värderingar och låta dessa komma till uttryck i praktisk vardaglig handling. (Skolverket, 2011b, Normer och Värden)

Dessa skrivningar visar att skolan har ett tydligt uppdrag att utbilda elever till att aktivt medverka och bidra till ett hållbart samhälle, bland annat utifrån ett miljöperspektiv.

Tidigare forskning

Tidigare forskning kring elevers upplevelser av SNI-undervisning är relativt begränsad. I flertalet studier ligger fokus snarare på hur elever resonerar/argumenterar (t.ex. Karahan & Roehrig, 2017), om och hur elever använder naturvetenskapliga kunskaper (t.ex. Christenson, Chang-Rundgren & Zeidler, 2014), alternativt lärares beskrivningar av att arbeta med SNI (t.ex. Ekborg, Ottander, Silfver & Simon, 2013). I en innehållsanalys av Tekin, Aslan och Yilmaz (2016), beträffande SNI-studier under åren 2004–2015, framgår att majoriteten av studierna berör elevers argumentation och ställningstaganden. Däremot är studier om elevers upplevelser av att arbeta med SNI sparsamt representerade. En studie av Ottander och Ekborg (2012), där 1500 elever fick besvara en enkät om hur de upplevt SNI-undervisning, är ett undantag. Enligt enkätsvaren upplever eleverna att de lärt sig naturvetenskaplig kunskap, att argumentera för sin sak och att söka och värdera information. Dessutom tyder resultaten på

att de SNI-fall som eleverna fann mest intressanta, också var de fall där eleverna menade att de lärt sig mest. Tidigare forskning visar på flera möjliga SL-relaterade kompetenser eller förmågor som kan utvecklas med stöd av SNI-undervisning, vilka presenteras nedan.

Kritiskt tänkande är en viktig kompetens, vilken elever förmodas kunna utveckla med stöd av SNI (se t.ex. Juntunen & Aksela, 2013). Ett exempel är studien av Talens (2016) där elever observerades och intervjuades för att undersöka hur de arbetat för att ta ställning i en SNI-fråga om energikällor. Resultaten tyder på att eleverna utvecklade ett kritiskt tankesätt, vilket beskrivs som en förutsättning för att kunna fatta informerade beslut. Enligt elevintervjuer och lärarobservationer utvecklades elevernas kritiska tänkande då de samlade, granskade, jämförde och analyserade information för att kunna ta ställning i SNI-frågan. I en annan studie, av Ekborg et al. (2013), där lärares perspektiv på SNI-undervisning undersöktes, beskriver lärare att eleverna förbättrade sin medielitteracitet. Att kunna söka och hantera information är nära knutet till kritiskt tänkande, vilket exempelvis Talens (2016) resultat antyder. I en studie av Sagmeister, Shinagl, Kapelari och Vrabl (2021) fick elever genom rollspel (posterpresentation/paneldebatt) diskutera antibiotikaresistens. Elevers enkätsvar visar att eleverna upplevde att de lärt sig organisera, analysera, utvärdera och presentera information, och att de lärt sig att använda informationen för att argumentera utifrån den tilldelade rollens perspektiv.

Utöver informationssökning och kritiskt tänkande kan elevers förmåga att se flera perspektiv och förstå frågans/frågornas komplexitet stöttas. Eleverna i Talens (2016) studie beskriver exempelvis att SNI-fallet fungerade som en ”ögonöppnare” för dem då de blev medvetna om olika aspekter beträffande frågan om energikällor. Eleverna insåg komplexiteten i frågan och förstod att det inte fanns något enkelt svar. Arbetet med SNI gav dem en större medvetenhet kring hur naturvetenskap och samhälle påverkas av varandra, vilket möjliggör ett aktivt samhällsmedborgarskap för eleverna (Talens, 2016). I en annan studie, av Juntunen och Aksela (2013), undersökte gymnasieelever livsrytmen hos en valfri produkt. Studiens syfte var att undersöka hur arbetet påverkade elevernas *environmental literacy* och attityder gentemot kemiundervisningen. Eleverna uppgav i enkäter och intervjuer att deras medvetenhet kring kopplingar mellan miljö och samhälle ökade. Eleverna vittnade också om nya insikter och perspektiv, vilket tyder på förståelse för komplexitet. Ett annat exempel är Lee et al. (2013) som undersökte hur ett SNI-fall om GMO (genetiskt modifierade organismer) påverkade elever och deras värderingar genom att analysera inspelade elevdiskussioner, men också genom enkäter och intervjuer med elever och lärare. Forskarna

drar slutsatsen att elever genom SNI utvecklar ansvarskänslor och en vilja att agera, vilket de menar är förutsättningar för aktiv handling. SNI visade sig även ha effekt på elevernas perspektivtagande, känslighet för moraliska och etiska aspekter, samt empati för människor som påverkas av frågan (se även Sadler et al., 2007). Dock visade eleverna inte någon större vilja att aktivt engagera sig i grupper eller föreningar som agerar för en lösning (Lee et al., 2013).

Ytterligare en aspekt som framkommer i tidigare forskning är hur SNI påverkar elevers tankar och handlingar kring konsumtion. I studien av Juntunen och Aksela (2013) reflekterade eleverna kring sina konsumentval och effekter därav. Flera menade att deras konsumentbeteende hade påverkats, men hälften av eleverna menade att deras miljöbeteende inte hade förändrats. Majoriteten av eleverna trodde dock att skolarbete kan påverka deras beteende, under förutsättning att det pågår under tillräckligt lång tid. Om några elever ändrar sina vanor kan det påverka andra att göra detsamma (Juntunen & Aksela, 2013). I en annan studie, av Vesterinen et al. (2016), undersöktes vilka handlingar elever utför för att bidra till en bättre värld. Eleverna beskrev att de genom sina handlingar (t.ex. välja ekologisk mat, återvinning) hoppades kunna öka medvetenheten kring miljöfrågor och påverka andra att förändra sitt beteende. Att öka medvetenhet hos andra bedömdes av eleverna vara det mest effektiva sättet att lösa de problem som diskuterades, särskilt när det gällde miljöfrågor (Vesterinen et al., 2016).

Genom SNI kan elever även utveckla kunskaper i naturvetenskap (Rietz, Jönsson & Lundström, 2021; Sagmeister et al., 2021; Venville & Dawson, 2010). I studien av Ekborg et al. (2013) beskriver lärarna i intervjuer och enkäter att elever lärde sig naturvetenskapliga fakta och att de även utvecklade förståelse för hur de kunde använda dessa fakta i sin argumentation. I en studie av Sadler, Romine och Topçu (2016) studerades elevers ämneskunskaper i genetik i för- och efter-tester. Resultaten visar att elever presterade bättre efter att ha arbetat med SNI – både angående sådana ämneskunskaper som låg nära det SNI-fallet behandlade, och även beträffande genetik kunskaper utanför det specifika innehåll som eleverna arbetat med.

Enligt Zeidler, Herman och Sadler (2019) har forskare försökt mäta elevers SSR i ett antal studier med varierande resultat. En interventionsstudie med lyckat resultat genomfördes av Kinslow, Sadler och Nguyen (2019). I en sex veckor lång intervention fick eleverna i en ekologifältstudie arbeta med ett SNI-fall om en planerad etanolanläggning i området.

Eleverna ringmärkte fåglar, tog vattenprover och läste in sig på SNI-kontexten. Slutligen skrev de en argumenterande text där de fick ta ställning och ge rekommendationer angående den planerade etanolanläggningen. Förtester och eftertester visade tydliga förbättringar i elevernas SSR.

Enligt den tidigare forskning som beskrivits ovan ger SNI bland annat möjlighet att utveckla kritiskt tänkande, att se flera perspektiv och inse komplexitet, söka och hantera information, ansvarskännande, empati och vilja att agera. Det finns dock en del utmaningar som bland annat består i att det kan vara svårt att påverka elevers miljövanor (Juntunen & Aksela, 2013) och att elever kan ha svårigheter med mer avancerade resonemang i SNI-kontexten (Sadler, 2009). Undervisningens utformning har också stor betydelse för hur elevers kritiska tänkande utvecklas (Sadler, 2009). Flertalet studier är dessutom genomförda i nära anslutning till SNI-undervisningen och visar därför inte hur eleverna påverkats på längre sikt.

Syfte och frågeställning

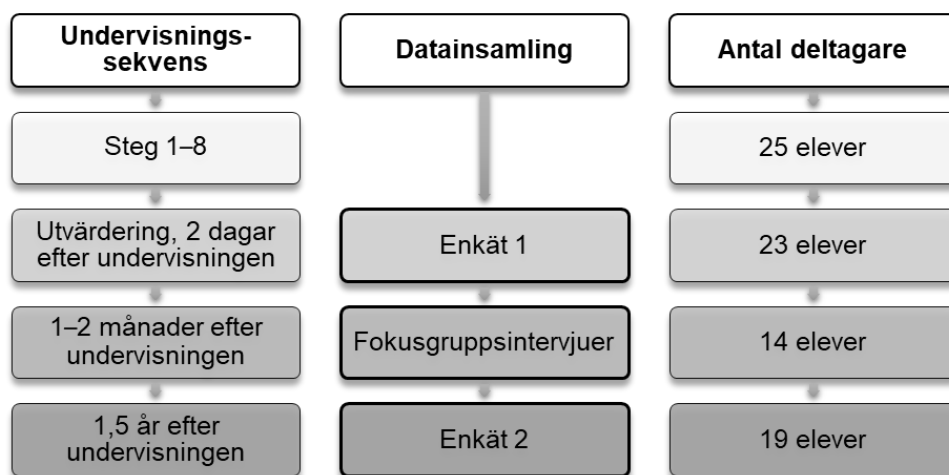
Arbete med SNI i skolan kan syfta till att utöka elevers möjligheter att agera som demokratiska samhällsmedborgare, samtidigt som det möjliggör att naturvetenskapligt ämnesinnehåll kan placeras i en större kontext. Tidigare forskning visar på flera möjliga kompetenser/förmågor som kan utvecklas av SNI och som kan relateras till SL. Studierna är dock gjorda i nära anslutning till själva SNI-undervisningen och visar inte hur SNI har påverkat eleverna på längre sikt. Vi vill med denna studie närmare undersöka hur SNI har påverkat eleverna på kortare och längre sikt genom att ställa frågor till eleverna vid flera uppföljningstillfällen. Datainsamlingen sträcker sig från några dagar efter undervisningens genomförande till ett och ett halvt år framåt i tiden.

Studien syftar till att undersöka gymnasieelevers upplevelser av att arbeta med SNI i ett fall om organiska miljögifter i kläder och matförpackningar i kursen kemi 2. Mer specifikt inriktar sig studien på hur elever upplever att SNI-fallet utvecklat dem i sin roll som samhällsmedborgare. Den forskningsfråga som denna artikel försöker besvara är:

- Hur upplever gymnasieelever att arbetet med SNI gett dem redskap för rollen som samhällsmedborgare?

Metod

Denna studie är en del i en interventionsstudie med syfte att undersöka hur elevers SL kan utvecklas genom SNI-argumentation, men också med syftet att undersöka elevers upplevelser av denna undervisning. För att möjliggöra studien utformades en undervisningssekvens kring argumentation om poly- och perfluorerade alkylsubstanser (PFAS), som ger vatten- och fettavvisande egenskaper i funktionsjackor och matförpackningar. SNI-fallet implementerades i kursen kemi 2 (Skolverket, 2011a) med 25 elever (16-17 år) från naturvetenskapsprogrammet och teknikprogrammet.

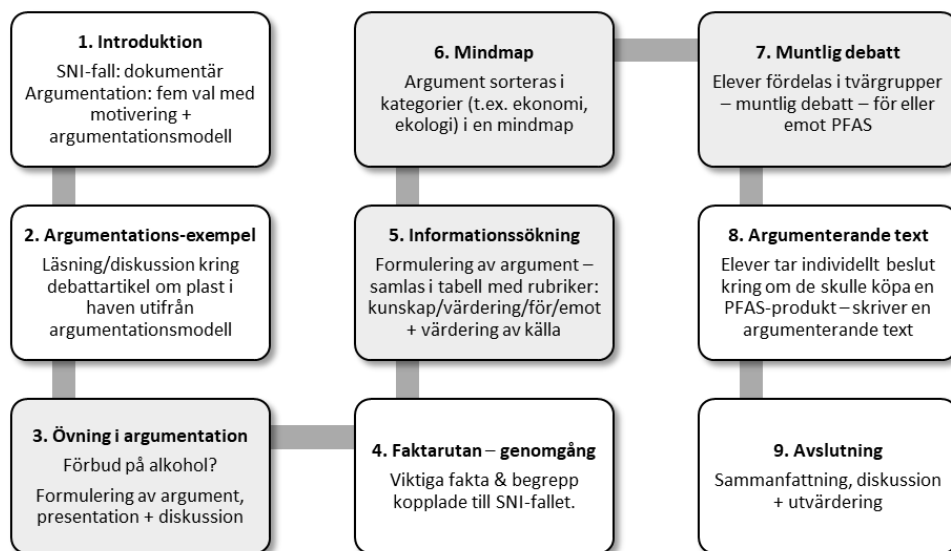


Figur 1. Datainsamlingen bestod av två enkäter och fyra fokusgruppsintervjuer.

För att undersöka elevers upplevelser av hur deras roll som samhällsmedborgare påverkats av SNI-undervisningssekvensen har enkäter och intervjuer genomförts vid olika tillfällen (se Figur 1). I studien söker vi kunskap om elevers upplevelser, vilka blir synliga genom tolkning av elevernas egna beskrivningar i både tal och skrift.

Undervisningssekvensen

En översikt av undervisningssekvensen presenteras i Figur 2 (se även Rietz et al., 2021). Undervisningssekvensen genomfördes under fem veckor, och leddes av försteförfattaren tillsammans med gruppens kemilärare. Eleverna var bekanta med försteförfattaren eftersom hon arbetade som lärare på skolan.



Figur 2. En översikt av undervisningssekvensen. Grå boxar representerar smågruppsaktiviteter.

SNI-fallet presenterades med en dokumentär om miljögifter i Östersjön. Eleverna fick också göra olika val (t.ex. skor med/utan impregneringsmedel) med motivering, vilka användes för vidare diskussion. En modell för argumentation (Christenson & Chang Rundgren, 2015) introducerades, som pekade på vikten av att presentera utvecklade argument för och emot baserade i både kunskaper och/eller värderingar. I undervisningen fick eleverna träna på argumentation samt läsa in sig på ämnesområdet. Vid informationssökning arbetade eleverna i grupper om 4–5 personer. Eleverna ombads resonera kring och värdera de källor de använde. I slutet av undervisningssekvensen genomfördes debatter i tvärgrupper, varefter eleverna skrev argumenterande texter. Eleverna fick ta ställning till om de skulle köpa produkter (funktionsjacka/matförpackningar) innehållande PFAS eller inte, samt motivera bakgrunden till sitt ställningstagande (se Figur 3).

Att köpa eller inte köpa?

För att kunna vara ute i naturen i alla sorters väder är det viktigt att ha funktionsdugliga kläder. Det finns ett stort utbud av fritidsjackor som är både vatten- och fett-avvisande. Det gör att jackan håller dig torr, samtidigt som den inte så lätt blir smutsig. För att jackan ska få dessa egenskaper används fluorerade ämnen (PFAS). Dessa ämnen kan användas både vid tillverkning av materialet till jackan (t.ex. GORE-TEX) och också i impregneringsmedel, som jackan då och då bör impregneras med, för att den ska behålla sina egenskaper.

Det finns ett antal olika PFAS som används, och de som innehåller åtta kolatomer (C8) har varit vanligast. PFOS med åtta kolatomer har förbjudits inom EU. En annan, PFOA, har fasats ut på många håll då den visat sig vara farlig. I stället byter företagen till fluorerade ämnen med kortare kolkedjor, ofta med en kedjelängd på sex kolatomer. Det är i dag osäkert hur dessa ämnen påverkar miljön när de släpps ut.

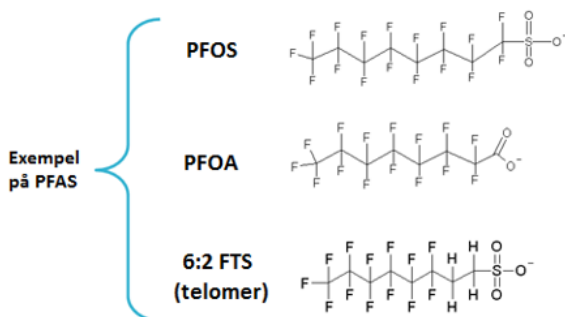


Foto: Mandelmedia, Flickr

Frågan som du ska ta ställning till är:

Skulle du köpa en jacka som innehåller poly- eller perfluorerade ämnen?

Du ska i slutet av arbetsområdet skriva en argumenterande text där du beskriver bakgrunden till ditt beslut.



Exempel på poly- och perfluorerade ämnen.

Figur 3. En av de två varianterna av SNI-frågan.

Enkäter

I slutet av undervisningssekvensen genomfördes en digital anonym utvärderingsenkät (enkät 1) som bestod av frågor kring hur eleverna uppfattat undervisningens olika delmoment, och hur dessa moment påverkat elevernas motivation och kunskapsutveckling beträffande argumentation och ämnesområdet miljögifter. Enkäten besvarades av 23 elever. Enkäten bestod av 14 frågor, men alla är inte relevanta för denna studie (eftersom deras syfte framförallt var att utvärdera arbetsområdet). Tre frågor kom att bli betydelsefulla för studien (se Tabell 1). Frågorna besvarades i fritext, utan längdbegränsning.

Ett och ett halvt år efter undervisningssekvensen genomfördes en sista datainsamling (enkät 2). Enkäten, som besvarades anonymt, bestod av sex fritextfrågor och besvarades av 19 elever. Den första frågan efterlyste spontana tankar om arbetsområdet, därefter följde frågor som handlade om hur kunskaperna kommit till uttryck efter arbetsområdet, och hur de inverkat på elevens fritid och skolarbete sedan dess (se Tabell 1).

Tabell 1. Enkätfrågorna.

Enkät 1	Enkät 2
1. Vad har du lärt dig under arbetsområdet?	1. Vad är dina spontana tankar om arbetsområdet argumentation och miljögifter så här i efterhand?
2. Hur skulle du beskriva ditt lärande i detta moment jämfört med tidigare kemiundervisning?	2. När du tänker efter på tiden som varit sedan dess, på vilka sätt har de kunskaper du fick med dig i det området kommit till uttryck fram tills nu? Har de varit användbara? Hur i så fall?
3. Hur skulle du beskriva din motivation i detta moment jämfört med tidigare kemiundervisning?	3. Har det du lärde dig inom ämnesområdet påverkat ditt skolarbete sedan dess? Hur i sådana fall?
	4. Har det du lärde dig inom ämnesområdet påverkat dig på din fritid sedan dess? Hur i sådana fall?
	5. Har du köpt några PFAS-produkter sedan dess? Hur har dina tankar gått kring det valet?
	6. Finns det något du vill tillägga?

Intervjuer

Intervjuer genomfördes för att få en mer mångfacetterad beskrivning av SNI-fallets betydelse för elevernas roll som samhällsmedborgare. Eleverna intervjuades i grupper om fyra, med undantag från en intervjugrupp där antalet elever var två (intervju 2). Totalt genomfördes fyra intervjuer på vardera 40-55 minuter med sammanlagt 14 elever. Intervjuerna genomfördes utanför elevernas ordinarie kemiundervisning, vilket kan ha bidragit till att flera elever i undervisningsgruppen tackade nej till att medverka.

Försteförfattaren intog rollen som moderator vid de halvstrukturerade intervjuerna som kan beskrivas som fokusgruppsintervjuer (Wibeck, 2010). Intervjuerna utgick från ett antal områden (moment 1-4, se Tabell 2) med tillhörande nyckelbegrepp som utgångspunkter för diskussionerna. Varje område och nyckelbegrepp visades för eleverna på en skärm, där de togs fram ett i sänder allt eftersom intervjuerna fortskred. I de fall det behövdes fick eleverna förtydligande frågor utifrån nyckelbegreppen för att starta diskussionen. Eleverna fick även se citat från enkät 1 för att initiera en diskussion kring citatens innehåll. Intervjuerna styrdes till stor del av elevernas samtal och eventuella följdfrågor formulerades därefter. Moderatorns roll var att försöka behålla fokus i samtalet och se till att alla deltagare fick utrymme att uttrycka sig. Vid inledningen av varje intervju betonades att alla åsikter/tankar var av värde och att det just var bredden av upplevelser som eftersöktes.

Tabell 2. Intervjuguiden som användes vid fokusgruppsintervjuerna.

Intervjuguide			
Moment 1 Nyckelbegrepp relaterade till lärande	Moment 2 Nyckelbegrepp relaterade till motivation	Moment 3 Citat från enkät 1	Moment 4 Om det ej diskuterats
I projektet	I projektet	<i>Det är mycket eget ansvar.</i>	Informationssökning/källkritik
I jämförelse med tidigare kemiundervisning	I jämförelse med tidigare kemiundervisning	<i>Lärandet är bredare och mer komplext jämfört med tidigare.</i>	Tabellen för argumentsamling
Argumentation	Miljögifter	<i>Jag kände mig mer delaktig.</i>	Debatten
Argumentationsmodellen	Arbetsätt	<i>Jag lärde mig mer än under andra moment.</i>	Den argumenterande texten
Miljögifter	Sätt att redovisa	<i>Mindre press utan prov – lättare att lära.</i>	Mindmap
Kemi i samhället		<i>Vi fick flera tillfällen att öva argumentation.</i>	
Kemins betydelse för individen		<i>Tidskrävande men roligt. Det är här man breddar sina egenskaper.</i>	
Arbetsätt			

Dataanalys

Data har analyserats genom kvalitativ innehållsanalys (Cohen, Manion & Morrison, 2011), vilken ger möjlighet att både beskriva och tolka kvalitativa data. Analysen startade med att svaren från enkäterna sammanställdes och intervjuerna transkriberades. Därefter genomlästes transkripten och enkätsvaren flera gånger för att få grepp om helheten. Data från enkäter och intervjuer har analyserats på samma vis, vilket bedömdes möjligt med avseende på enkätsvarens karaktär (fritextsvar). Insamlad data kodades av försteförfattaren i programmet Nvivo med syfte att markera meningsbärande enheter (Graneheim & Lundman, 2004) för att kondensera innehållet. De meningsbärande enheterna (t.ex. meningar/meningsutbyten med ett visst innehåll) delades sedan in i olika kategorier (se exempel i Tabell 3). Kodningen genomfördes med en induktiv ansats. De kategorier som visade sig i intervjuerna och enkäterna studerades sedan i förhållande till forskningsfrågan för att bilda teman. Till sist lästes transkripten och enkätsvaren igenom ytterligare gånger för att studera helheten i förhållande till skapade kategorier och teman. De olika teman som framkommit vid analysen har diskuterats med de andra författarna samt med andra forskare vid seminarier.

Tabell 3. Exempel på hur ett tema skapades.

Meningsbärande enhet	Kategori	Tema
Läser på innehållsförteckning	Handlingar	Den medvetna konsumenten
Slutat köpa micropopcorn		
Söker alternativ produkt		
Fått upp ögonen för hur det påverkar och var vi kommer in i det – vi köper grejerna och för det vidare	Medvetenhet	
Lärt oss att vi kan ställa krav på produkten		

Etik

Forskningen har följt de etiska riktlinjer som beskrivits av Vetenskapsrådet (2017). Inför undervisningssekvensen informerades eleverna om forskningsstudiens syfte, användning av data, att data behandlas konfidentiellt så att enskilda individer inte kan identifieras, samt om rätten att när som helst avbryta medverkan i studien. Därefter fick de skriftligt meddela om de önskade delta, samt i vilka delar.

Resultat

Vid analysen framkom fem olika teman som är kopplade till hur eleverna upplever att arbetet med argumentation i SNI har påverkat dem i deras roll som samhällsmedborgare. De olika temana (a) Förståelse för komplexitet och flera perspektiv, (b) Den medvetna konsumenten, (c) Nyfikenhet och intresse, (d) Att sprida kunskapen, samt (e) Utveckling av ett kritiskt förhållningssätt, presenteras nedan med hjälp av utdrag från enkäter och intervjuer. Temana har vissa beröringspunkter sinsemellan, men är ändå avgränsade från varandra tillräckligt mycket för att bilda egna teman. Temat Den medvetna konsumenten innehåller exempelvis till viss del sådant som skulle kunnat tillhöra temat Förståelse för komplexitet och flera perspektiv, eftersom elevernas kunskaper skapat en medvetenhet om olika perspektiv som är viktiga för en konsument.

För att illustrera elevernas uttalanden vid intervjuer och enkäter markeras varje citat på följande vis: vid excerpt från intervjuer anges en siffra (anger intervju) och en bokstav (anger elev), exempelvis 3J som anger att det är elev J i intervju 3, och vid citat från enkäter anges exempelvis ”enkät 2”.

Förståelse för komplexitet och flera perspektiv

Eleverna beskriver att de genom SNI-arbetet breddat sina kemikunskaper och fått en mer komplex bild av kemins betydelse i samhället, och att de efter arbetsområdet har fått en större medvetenhet kring aspekter från olika ämnesområden. Eleverna lyfter bland annat miljö, hälsa, etik, ekonomi, konsumtion, samt kopplingar mellan forskning och samhälle:

[Jag har fått] mer förståelse för hur kemin runt om oss påverkar [...] hur kemin driver vårt samhälle framåt både vetenskapligt och ekonomiskt. Till exempel hur produktionen av PFAS-ämnen påverkar ekonomiskt, vår miljö och samhället. Jag har även lärt mig om vilken påverkan man kan ha på naturen som konsument. (Citat 1, enkät 1)

[D]et finns olika effekter som kan påverka samhället. Så det handlade om kemi och etiska frågor liksom. Inte bara fakta om typ, ah det kan påverka till exempel fostren. På grund av att den förs vidare inom mamman och då blir det liksom en etisk fråga. Ska liksom barnet påverkas av sådana ämnen? (Citat 2, 3I)

I ovanstående citat beskriver elev 3I hur det etiska perspektivet fick ta plats i undervisningen. Eleven uttryckte också (ej i citat) att de haft nytta av att argumentera i kemirelaterade frågor som är så nära anknutna till samhället. Det starka fokuset på samhället i SNI-arbetet menar eleven i citat 3:

[Det]blir väldigt väldigt roligt tycker jag för jag fick upp ögonen lite för, alltså att se liksom hela systemet, inte bara kemin bakom det utan också, alltså kemins påverkan på det hela, så det tycker jag var intressant. (Citat 3, 2F)

I citaten ovan berättar elever om hur de lärt sig om kemiämnets koppling till andra områden. Utöver själva ämnesområdets olika aspekter beskriver eleverna också vikten av att lyssna på och ta in andras perspektiv för att på så vis förbättra sin argumentation:

Jag har förbättrat mig vad gäller källkritik och argumentation. Det hjälpte mig också att kunna vara nyanserad och dra långa slutsatser. En absolut viktig sak har varit att jag lärde mig ta hänsyn till mina kamraters kommentarer och tankar på området och på så sätt utveckla min argumentation. (Citat 4, enkät 2).

Andra elever berättar om hur de lärt sig att lyssna in andras argument och att acceptera andras perspektiv. Det går inte att bara förneka allt ”den andra sidan” kommer med i argumentationen, utan genom att lyssna och tänka på vad de säger kan eleverna skapa sig en

större förståelse i frågan. En insikt som flera elever uttrycker är att frågan om PFAS inte är särskilt enkel att lösa. De pekar på att det inte är lätt att hitta alternativ till PFAS, varken för konsumenter eller företag. Frågan är mycket mer komplex än den kan verka vid en första anblick. Eleven i citat 5 pekar på debatten som viktig för att vidga sina perspektiv inom området:

Jag har även lärt mig mer om miljögifter och att det faktiskt inte till 100 procent bara är negativa saker. Debatten var en tankeställare då de som var för användandet av PFAS hade riktigt bra argument. (Citat 5, enkät 1).

[Jag lärde mig] att kunna värdera saker från olika perspektiv. Till exempel perfluorerade ämnen, [...] det var inte liksom rätt och fel att använda perfluorerade ämnen. Det fanns mycket argument som är för, och massa som är emot. Det fanns inget rätt och fel, så man kunde liksom få olika perspektiv och lära sig... (Citat 6, 3G)

I citat 5 framgår att eleven har börjat inse komplexiteten genom att förstå att det inte är svart eller vitt, utan att det finns en slags gråskala. Eleven i citat 6 förklarar hur det fanns många argument för båda sidor i frågan om perfluorerade ämnen och att det inte fanns något tydligt rätt och fel, vilket bidrog till flera perspektiv, men också en insikt om att frågan är komplex.

Den medvetna konsumenten

Arbetsområdet har enligt eleverna gett upphov till nya tankar och vanor. Eleverna berättar exempelvis i intervjuerna hur de nya kunskaperna har förändrat deras sätt att tänka och att de nu tänker mer på miljögifter, både allmänt och i konsumtionssituationer. Ett exempel på detta presenteras i excerpt 1 där tre elever resonerar kring hur de lärt sig att ställa frågor, försöka ta reda på vad produkter innehåller och hur de försöker finna andra alternativ. De talar om insikten att de som konsumenter kan ställa krav för att på så vis bidra till en förändring.

Excerpt 1

3I: Kul att man lär sig saker man kan diskutera sen. Nu har jag lärt mig om perfluorerade ämnen och jag har lärt mig att fråga när jag köper en vara vad den innehåller eller vilka ingredienser som finns i en vara.

3J: Man har blivit mer medveten om... Man kommer ju på sig själv att man står och läser på produkterna och då aha okej, är det sånt här i denna, fanns det något annat

alternativ? Man diskuterar... Vi har diskuterat det ganska mycket hemma vid köksbordet nu efter.

3G: Vi kan... diskutera vilka alternativ finns det... till dessa ämnen, till exempel perfluorerade ämnen. Så när man ska till en butik så kan man... a, men finns det någon annan jacka till exempel som är gjort med vax eller något annat... liksom, alternativ. Så det finns alltid möjlighet till att liksom handla...

3I: Och vi har lärt oss att säga nej till vissa saker och inte bara acceptera allting som finns på marknaden.

3J: ... alltså, ställa lite krav på produkten.

Eleverna diskuterar i intervjuerna hur de tar reda på och ifrågasätter en produkts innehåll. Även i enkät 2, som genomfördes ett och ett halvt år efter arbetet med PFAS, berättar elever om situationer då de kontrollerat produktens innehåll inför ett köp för att på så vis göra ett medvetet val:

Haha, jag har börjat läsa vad som står på olika produkter jag köper, samt att jag väljer vad jag köper efter den kunskap jag fått. (Citat 7, enkät 2)

När jag köpte jacka senast kollade jag extra noga för att minska miljöpåverkan. (Citat 8, enkät 2)

I citat 9 resonerar en elev kring sin insikt att hen som konsument är en del av problemet, eftersom att den fortsatta konsumtionen av dessa varor bidrar till att ämnena sprids vidare.

Vi har liksom fått upp ögonen lite mer för, alltså hur det påverkar oss och var någonstans vi kommer in i det hela. Och att det faktiskt är vi som köper grejerna och för dem vidare [...] Vi är också en del av det kretsloppet. För skulle inte vi köpt jackor eller mat som är behandlad med den typen av kemi så skulle det inte förts vidare, men det är ju vi som är, alltså, det är vi som för det vidare... (Citat 9, 2F)

Något som syns i elevernas berättelser är att de upplever att de har makt att påverka. Utöver redan nämnda exempel, där elever berättar att det går att ställa krav som konsument, talar eleverna om att de kan påverka genom att agera på ett visst sätt (excerpt 2). Det är genom sina val och handlingar som de menar att de har makt att påverka.

Excerpt 2

4M: *Mm, just det här med miljögifterna då att det är ju vi själva som väljer om vi använder det i vardagen, eller vad vi köper i vardagen... så det är ju... innan [syftar på tidigare kemiundervisning] har det bara varit fakta och sen liksom, det händer hela tiden, men här är det liksom våra egna val som det handlar om.*

4N: *Det är någonting vi kan påverka. Genom att välja att köpa något annat, eller att inte äta [produkter förpackade med PFAS]...*

I citat 10 nedan jämför en elev lärandet i arbetsområdet med den övriga kemiundervisningen och även här nämns att det finns en känsla av att kunna påverka inom området i framtiden. Det är något som lyfts fram av eleverna vid flera tillfällen, att arbetsområdet har varit aktuellt, viktigt och intressant just eftersom det handlar om deras framtid, vilken eleverna upplever att de har möjlighet att påverka:

Man kan säga att det [lärandet] är komplicerat på så sätt som vi sagt att det finns inget rätt och fel. Men i boken så är det bara regler liksom, som man ska följa. Och, det är bestämda regler, men här så är det frågor, diskussion, om samhället, som handlar om oss själva. Som vi kan påverka i framtiden. Det handlar inte bara om hur, liksom, perfluorerade ämnen, hur strukturen ser ut och hur den reagerar tillsammans med saker, utan hur... vad är det för konsekvenser vi kan få på grund av det? (Citat 10, 3G)

Nyfikenhet och intresse

Elever vittnar om att de efter arbetsområdet har förändrat sitt tankesätt kring miljön och att de intresserar sig mer för miljöfrågor än de gjort tidigare. Eleven i citat 11 svarar på den första frågan i enkät 2 som handlar om spontana tankar kring arbetsområdet, och tar upp lärdomar som gynnat eleven på ett personligt plan, men även att det gynnat miljön eftersom eleven tänker på miljön på ett annat sätt än tidigare. Anledningen till detta, menar eleven, är för att arbetsområdet var ”intressant”. Eleven i citat 12 är mer nyfiken på miljörelaterade ämnen och har blivit mer benägen att läsa artiklar kring ämnet:

Har lärt mig mycket, både för min egen och miljöns skull. För min sida handlade den om att jag lärde mig söka säkra källor, vara kritisk och förbättra min förmåga att skriva argumenterande texter. För miljöns skull handlade det mer om att man personligen började tänka på miljön och ha ett helt annat perspektiv än man hade i början. Kanske för

att arbetsområdet var intressant jämfört med om vi skulle haft vanliga lektioner. (Citat 11, enkät 2)

Nu när jag tänker på det så tror jag att jag blev lite intresserad av ämnet miljögifter allmänt. Jag märker till exempel att jag är mer angelägen att läsa en artikel som handlar om miljöfrågor. (Citat 12, enkät 2)

Att sprida kunskapen

I intervjuer och enkäter beskriver eleverna hur de på olika sätt spridit sina kunskaper om miljögifter vidare till vänner och familj. Eleverna berättar att de använt sina kunskaper i försök att påverka andra genom att göra dem medvetna om miljögifter och därmed få dem att undvika konsumtion av produkter som innehåller skadliga ämnen. I en intervju (excerpt 3) berättar en elev (1C) om att hen försökt påverka familjen för att få dem att tänka på vad de köper, men även få dem att konsumera mindre plast. Plast var inte huvudfokus i arbetsområdet, men eleverna läste en debattartikel om plastanvändning som ett exempel på en argumenterande text, vilket kan ha bidragit till att eleven tagit upp ämnet med sin familj.

Excerpt 3

1C: Det har förändrat lite...

1D: mm, eftersom man inte visste något om det...

1C: ...både sig själv och så har man försökt påverka andra [...] förklarat lite hemma hur det är och så. Få dem att konsumera mindre plast, å, tänka på vad de köper...

M: Vad säger de hemma då?

1C: Nämen de tycker det är kul att man engagerar sig och de vet ju inte, de är fortfarande... de är också okunniga typ, som vi var innan vi började läsa. Så de visste ju ingenting. [...] De blev ju förvånade, ville dra sitt strå till stacken typ.

Elevernas uttalanden i intervjuer och enkäter visar att de tycker att det är viktigt att de sprider sin kunskap eftersom de själva, liksom många andra, inte kände till problematiken kring PFAS innan de fick arbeta med det i skolan. De vill påverka andra genom att sprida kunskap. Många elever lyfter att det endast är de (som läser kemi 2) på hela skolan som känner till problematiken kring PFAS och att det därför är viktigt att de hjälper till att sprida informationen. I enkät 2 svarar en elev på hur kunskaperna från arbetsområdet har kommit till uttryck under den tid som gått sedan SNI-undervisningen:

Nu reagerar jag lättare när det står namn på kemikalier vi pratat om därför att jag nu vet vad det är för ämnen och vilken skada de gör för människor och miljö. Jag har också kunnat berätta för andra varför de inte bör köpa vissa produkter eller varför de borde hålla utkik efter PFAS. (Citat 13, enkät 2)

Citat 13 visar att elever även lång tid efter arbetsområdet tänker på miljögifter och att de fortsatt sprida sina kunskaper till andra. I samband med att elever sprider sin kunskap vidare har både ämneskunskaper och kunskaper i argumentation kommit till användning:

Jag har försökt tänka på de saker som innehåller miljögifter och försökt att inte använda dom. Jag har även försökt förklara för mina föräldrar så att inte de köper dessa saker så där har argumentationen varit viktig. (Citat 14, enkät 2)

Utveckling av ett kritiskt förhållningssätt

Elever berättar om hur kunskaperna de fått i arbetet med SNI-fallet har hjälpt dem att utveckla ett kritiskt förhållningssätt. Eleven i citat 15 beskriver hur kunskaperna kring argumentation har gjort att hen kunnat läsa argumenterande texter med en mer kritisk blick:

[Kunskaper i] argumentation har varit användbart i skolarbetet men även då man ska argumentera i andra sammanhang som i diskussioner hemma. Det har även varit bra kunskap för att kunna vara mer kritisk mot andras argumenterande texter, t.ex. i tidningar. (Citat 15, enkät 2)

I citat 16 beskriver en elev hur kunskaperna kring miljögifter ger möjligheten att på egen hand undersöka, istället för att enbart förlita sig på andras uppgifter:

Det är ju typ generell kunskap som kan vara viktig i framtiden också. Att det är viktigt att veta, att utveckla nya produkter och kemikalier. Man har den kunskapen bakom så att man kan undersöka i det liksom, själv. Och inte bara att man måste lita på vad andra människor säger. (Citat 16, 2E)

Elever beskriver även hur de utvecklat sina förmågor inom informationssökning och källkritik och att de har haft nytta av detta i sitt arbete i skolan:

Området hjälpte mig att bli mer källkritisk och verkligen fundera på vilka källor jag använder i mina skolarbeten. (Citat 17, enkät 2)

[Kunskaperna påverkade skolarbetet] *angående hur jag nu letar information och värderar källor när vi ska skriva texter samt sättet att argumentera på.* (Citat 18, enkät 2)

Eleven i citat 19 beskriver hur hen har utvecklat sina kunskaper kring att söka och hantera information genom att läsa vetenskapliga artiklar på ett sätt som snabbare ger en uppfattning kring om de är användbara som informationskällor:

Att läsa artiklar har jag blivit bättre på. Jag har lärt mig mer strategier för hur man kan utnyttja en forskningsartikel på ett snabbt och smidigt sätt. T.ex. läsa endast sammanfattning och slutsatser till och börja med för att se om artikeln är något för mig eller inte. (Citat 19, enkät 2)

Diskussion

Denna studie syftar till att undersöka elevers upplevelser av hur SNI-undervisning påverkat dem i deras roll som samhällsmedborgare. Resultaten kan kopplas till Vision II (Roberts, 2007), och visar att elevernas arbete med SNI har lett till kunskaper som skapat en medvetenhet kring området som eleverna ger uttryck för på olika vis. De berättar om att de sett flera perspektiv och fått en större förståelse för komplexiteten i området. De vittnar om att de har blivit mer medvetna konsumenter och ändrat sina vanor. En slags nyfikenhet och intresse för miljöfrågor har utvecklats och eleverna beskriver att de upplever att de har möjlighet att påverka, vilket i sin tur gör ämnesområdet intressant och viktigt. De fem temana som på olika sätt är kopplade till eller utgör förutsättningar för SL framkom i både intervjuer och enkäter.

Vid en jämförelse med tidigare forskning bekräftar resultaten att elever utvecklar både kritiskt tänkande (se t.ex. Juntunen & Aksela, 2013; Talens, 2016) och medielitteracitet (se t.ex. Ekborg et al., 2013; Sagmeister et al., 2021), men också att dessa förmågor i efterhand har kommit till användning i olika situationer, exempelvis i skolarbete, diskussioner utanför skolan och läsning av vetenskapliga artiklar och argumenterande texter i tidningar. Dessa resultat kan relateras till Vision II (Roberts, 2007). Nyfikenhet och intresse för miljögiftsområdet, och miljöfrågor i stort, har också utvecklats hos eleverna. Det utgör goda förutsättningar för ett aktivt medborgarskap och ett informerat beslutsfattande, då det gynnar sökandet efter och mottagligheten för information i dessa frågor.

Sadler et al. (2007) beskriver kompetenserna ”se flera perspektiv” och ”inse komplexitet” var för sig. Vi har istället placerat dessa inom samma tema. Detta eftersom att komplexitet och perspektiv ofta är svåra att separera från varandra eftersom det handlar om att se frågan utifrån flera ämnesområden (t.ex. ekonomiskt/ekologiskt/socialt), att förstå att olika personer eller intressegrupper kan ha olika perspektiv i frågan (t.ex. företag/konsument/forskare) och att detta i sin tur gör frågan komplex. Den debatt som eleverna deltog i beskrivs av eleverna som viktig för insikten av frågans komplexitet, då de förstod att det fanns goda argument för båda sidor. Detta både genom att höra den andra sidans argument, och genom att argumentera på motsatt sida från sin egen åsikt. Genom att eleverna utvecklat sin förståelse för områdets komplexitet och sin förmåga att se flera perspektiv utvecklades också en medvetenhet om miljögiftsområdet som bidrar till att eleverna som samhällsmedborgare kan fatta informerade beslut i dessa frågor.

Beträffande aktiva handlingar, i linje med Vision III (Sjöström & Eilks, 2018), visar resultaten att eleverna förändrat sina vanor som konsumenter (jfr Juntunen & Aksela, 2013). Exempelvis genom att ställa frågor om produkters innehåll och söka efter andra alternativ för att på så vis ställa krav på en produkt. Eleverna upplever att de har makt att påverka i frågan och att de därmed har inflytande över sin egen framtid, vilket kan ge förutsättningar för ett aktivt medborgarskap. Ytterligare exempel på aktiva handlingar är elevernas strävan att sprida sina kunskaper till andra för att medvetandegöra problemet med miljögifter i vardagsprodukter och få andra att göra medvetna val för att bidra till en hållbar utveckling. I studien av Vesterinen et al. (2016) menar eleverna att det viktigaste sättet att arbeta för en hållbar utveckling är att göra andra medvetna om olika frågor. Även eleverna i vår studie accentuerade detta då de menade att de tidigare varit okunniga i området och att de ansåg det mycket viktigt att andra skulle få samma kunskap. Elevernas förändrade konsumentmedvetenhet, tillsammans med ändrade vanor och spridning av kunskaper visar på ett aktivt nutida medborgarskap enligt bland annat miljöperspektivet i gymnasieskolans läroplan (Skolverket, 2011b).

Något som framkommer i avsnittet med tidigare forskning är att elever som arbetar med SNI utvecklar ansvarskänslor, vilja att agera och känslighet för moraliska och etiska aspekter (Lee et al., 2013). Eleverna i vår studie visar ansvarskänslor genom att se det som deras ansvar att sprida kunskaperna vidare. Vilja att agera visar sig kanske snarare i elevernas beskrivningar av sina handlingar, men inte i faktiska uttryck om att vilja agera. Inte heller uttrycker

eleverna vilja att engagera sig i organiserad verksamhet som arbetar med dessa frågor (jfr Lee et al., 2013), men det är å andra sidan inte heller något som kommit på tal i enkätfrågor eller intervjuer. I resultatet förekommer det etiska perspektivet som en del av perspektivtagande, dock fördes inga djupare resonemang kring exempelvis empati som i studien av Lee et al. (2013). I en annan del av vår studie (se Rietz et al., 2021) där elevers argumenterande texter analyseras framkommer dock att eleverna delvis grundat sina argument i etiska och moraliska resonemang.

Det finns flera begränsningar i denna studie. För det första är det en studie med få deltagare och ett SNI-fall, vilket innebär att det finns en viss osäkerhet kring hur resultaten kan överföras till andra situationer med andra deltagare eller andra SNI-fall. Tidigare forskning (t.ex. Sadler, 2009) indikerar att undervisningsdesignen har stor betydelse för utfallet, men med ett liknande upplägg kan det finnas förutsättningar för liknande resultat även i andra SNI-fall. Dock är delar av resultatet kontextbundet, exempelvis konsumentmedvetenhet som inte skulle förekomma i SNI-fall utan konsumtionskoppling. För det andra agerade försteförfattaren som både lärare och forskare under SNI-undervisningen, och även om hon genomförde datainsamlingen i rollen som forskare så kände eleverna henne som en lärare. Detta kan ha påverkat resultaten, exempelvis kan eleverna ha försökt svara ”rätt”. Detta har exempelvis bemötts genom valet av fokusgruppsintervju som metod eftersom den lämpar sig i situationer då man vill minska intervjuarens styrande roll (Wibeck, 2010). Elevernas bekantskap med försteförfattaren kan emellertid ha bidragit till mer avslappnade och utvecklade samtal. Därutöver besvarades enkäterna anonymt, för att möjliggöra för eleverna att uttrycka sig mer fritt. Slutligen bör nämnas att eftersom ingen kvantitativ analys genomförts har vi svårt att uttala oss om hur de olika temana kommer till uttryck för alla elever i gruppen. Elva av tjugofem elever deltog exempelvis inte i intervjuerna och det förekom korta svar i enkäterna, vilka kan ha skrivits av dessa elever. De teman som presenteras i resultatavsnittet har dock skapats av kategorier där ett och samma innehåll förekommit vid ett flertal tillfällen av flera elever i både enkäter och intervjuer. Vid intervjuerna deltog fem pojkar och nio flickor. Detta gör könsfördelningen mer ojämn i intervjuerna än den var i gruppen i stort, där den var jämn (12 flickor/13 pojkar).

Slutligen

Studiens resultat visar att elever kan stödjas på olika sätt i sin roll som samhällsmedborgare genom att arbeta med SNI. Forskare menar att det krävs återkommande eller längre (Romine et al., 2020) perioder med SNI-undervisning för att det ska bidra till detta. Denna studies SNI-undervisning sträckte sig över fem veckor, vilket är relativt länge i förhållande till andra studier, som kan sträcka sig från enstaka tillfällen (Venville & Dawson, 2010) och upp till exempelvis 15 veckor (Romine et al, 2020). Att eleverna i denna studie ett och ett halvt år efter genomgången undervisning upplever att SNI-arbetet påverkar deras roll som samhällsmedborgare visar att även enstaka SNI-fall kan bidra till detta. Att elever får möta flera olika SNI under sin skolgång bör naturligtvis förstärka kompetenserna kopplade till SL ännu mer. Studiens resultat visar att naturvetenskapslärare skulle kunna stötta elevers samhällsmedborgarskap genom att på ett medvetet och strukturerat vis arbeta med SNI i undervisningen.

Intressant att undersöka vidare är om de kunskaper eleverna fått under SNI-fallet även avspeglas inom andra områden. Blir de mer medvetna konsumenter generellt, eller avgränsar det sig till miljögifter? Kan de se fler perspektiv och förstå komplexitet också inom andra områden, bara genom att ha arbetat med fallet om miljögifter? Sadler et al. (2007) beskriver de olika kompetenserna inom SSR som generella och oavhängiga av ämnesområde. Det talar för att förmågan att se flera perspektiv och inse en frågas komplexitet utvecklas även när det gäller andra SNI-fall. Dock kvarstår frågan kring hur elevernas konsumentmedvetenhet beträffande andra aspekter än PFAS i vardagsprodukter påverkas efter att ha arbetat med denna fråga.

Referenser

- Christenson, N., & Chang Rundgren, S.N. (2015). A framework for teachers' assessment of socio-scientific argumentation: An example using the GMO issue. *Journal of Biological Education*, 49, 204-212. doi:10.1080/00219266.2014.923486
- Christenson, N., Chang Rundgren, S.N., & Zeidler, D.L. (2014). The Relationship of discipline background to upper secondary students' argumentation on socioscientific issues. *Research in Science Education*, 44, 581-601. doi:10.1007/s11165-013-9394-6
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research Methods in Education*. Routledge. NY.

- Ekborg, M., Ottander, C., Silfver, E., & Simon, S. (2013). Teachers' experience of working with socio-scientific issues: a large scale and in depth study. *Research in Science Education*, 43, 599-617. doi:10.1007/s11165-011-9279-5
- Graneheim, U.H., & Lundman, B. (2004). Qualitative content analysis in nursing research: concepts, procedures and measures to achieve trustworthiness. *Nurse Education Today*, 24(2), 105-112. doi:10.1016/j.nedt.2003.10.001
- Hodson, D. (2013). Don't be nervous, don't be flustered, don't be scared. Be prepared. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 13, 313-331. doi:10.1080/14926156.2013.845327
- Juntunen, M.K., & Aksela, M.K. (2013). Life-cycle thinking in inquiry-based sustainability education – Effects on students' attitudes towards chemistry and environmental literacy. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 3, 157-180. <https://ojs.cepsj.si/index.php/cepsj/article/view/244>
- Karahan, E., & Roehrig, G. (2017). Secondary school students' understanding of science and their socioscientific reasoning. *Research in Science Education*, 47, 755-782. doi:10.1007/s11165-016-9527-9
- Kinslow, A.T., Sadler, T.D., & Nguyen, H.T. (2019). Socio-scientific reasoning and environmental literacy in a field-based ecology class. *Environmental Education Research*, 25:3, 388-410. doi:10.1080/13504622.2018.1442418
- Lee, H., Yoo, J., Choi, K., Kim, S-W., Krajcik, J., Herman, B.C., & Zeidler, D.L. (2013). Socioscientific Issues as a Vehicle for Promoting Character and Values for Global Citizens. *International Journal of Science Education*, 35(12), 2079-2113. doi:10.1080/09500693.2012.749546
- Nielsen, J.A. (2012). Co-opting science: A preliminary study of how students invoke science in value-laden discussions. *International Journal of Science Education*, 34(2), 275-299. doi:10.1080/09500693.2011.572305
- Presley, M.L., Sickel, A.J., Muslu, N., Merle-Johnson, D., Witzig, S.B., Izci, K., & Sadler, T.D. (2013). A framework for socio-scientific issues based education. *Science Educator*, 22, 26-32. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1062183>
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship. Teaching socio-scientific issues*. Maidenhead: Open University Press.
- Rietz, L., Jönsson, A., & Lundström, M. (2021). Students' use of justifications in socioscientific argumentation. *Nordina – Nordic Studies in Science Education*, 17(3), 247-264.

- Roberts, D.A. (2007). Scientific literacy/Science literacy. I S.K. Abell, & N.G. Lederman, (Red.). *Handbook of Research on Science Education*, 729-780.
doi:10.4324/9780203824696
- Romine, W.L., Sadler, T.D., Dauer, J.M., & Kinslow, A. (2020). Measurement of socio-scientific reasoning (SSR) and exploration of SSR as a progression of competencies. *International Journal of Science Education*, 42(18), 2981-3002.
doi:10.1080/09500693.2020.1849853
- Sadler, T.D. (2009). Situated learning in science education: socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1-42.
doi:10.1080/03057260802681839
- Sadler, T.D., Barab, S.A., & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education*, 37(4), 371-391.
doi:10.1007/s11165-006-9030-9
- Sadler, T. D., Romine, W. L., & Topçu, M. S. (2016). Learning science content through socio-scientific issues-based instruction: A multi-level assessment study. *International Journal of Science Education*, 38, 1622-1635. doi:10.1080/09500693.2016.1204481
- Sagmeister, K.J., Shinagl, C.W., Kapelari, S., & Vrabl, P. (2021). Students experiences of working with a socio-scientific issues-based curriculum unit using role-playing to negotiate antibiotic resistance. *Frontiers in Microbiology*, 11:577501.
doi:10.3389/fmicb.2020.577501
- Settlage, J., & Southerland, S.A. (2012). *Teaching Science to Every Child. Using Culture as a starting point*. Routledge. NY.
- Simonneaux, L., & Simonneaux, J. (2009). Students' socio-scientific reasoning on controversies from the viewpoint of education for sustainable development. *Cultural Studies of Science Education* 4, 657-687. doi:10.1007/s11422-008-9141-x
- Sjöström, J. (2015). *Vision III of scientific literacy: Science education for sustainability*. Malmö. <http://muep.mau.se/handle/2043/19283>
- Sjöström, J., & Eilks, I. (2018). Reconsidering different visions of scientific literacy and science education based on the concept of Bildung. I Y. Dori, Z. Mevarech, & D. Baker (Red). *Cognition, Metacognition, and Culture in STEM Education. Innovations in Science Education and Technology*, 24, 65-88. doi:10.1007/978-3-319-66659-4_4
- Skolverket. (2011a). Ämne – Kemi. Hämtad 2020-10-05 på <https://www.skolverket.se/undervisning/gymnasieskolan/laroplan-program-och-amnen-i-gymnasiesko->

lan/gymnasieprogrammen/amne?url=1530314731%2Fsyllabuscw%2Fjsp%2Fsubject.htm%3FsubjectCode%3DKEM%26tos%3Dgy%26p%3Dp&sv.url=12.5dfee44715d35a5cdfa92a3

- Skolverket. (2011b). Läroplan för gymnasieskolan. Hämtad 2021-02-05 på <https://www.skolverket.se/undervisning/gymnasieskolan/laroplan-program-och-amnen-i-gymnasieskolan/laroplan-gy11-for-gymnasieskolan>
- Talens, J. (2016). Teaching with socio-scientific issues in physical science: Teachers and students experiences. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 5(4), 271-283. doi:10.11591/ijere.v5i4.5954
- Tekin, N., Aslan, O., & Yilmaz, S. (2016). Research trends on socioscientific issues: A content analysis of publications in selected science education journals. *Journal of Education and Training Studies*, 4(9), 16-24. doi:10.11114/jets.v4i9.1572
- Venville, G.J., & Dawson, V.M. (2010). The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 952-977. doi:10.1002/tea.20358
- Vesterinen V-M., Tolppanen, S., & Aksela, M. (2016). Toward citizenship science education: what students do to make the world a better place? *International Journal of Science Education*, 38:1, 30-50. doi:10.1080/09500693.2015.1125035
- Vetenskapsrådet. (2017). *God forskningssed*. Stockholm: Vetenskapsrådet.
- Wibeck, V. (2010). *Fokusgrupper: om fokuserade gruppintervjuer som undersökningsmetod*. Lund: Studentlitteratur.
- Zeidler, D.L., Herman, B.C., & Sadler, T.D. (2019). New directions in socioscientific issues research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(11). doi:10.1186/s43031-019-0008-7

LUND STUDIES IN EDUCATIONAL SCIENCES

Previously published in the Series:

16. Ingrid Bosseldal, Janna Lundberg, Martin Malmström (red.) 2021. *Ögonblick. En vänbok till Anders Persson om människor och deras möten.*
15. Magnus Grahn 2021. *Den moderna skolans framväxt – 1960-talets förändringar i de gymnasiala skolformerna.* Red: Roger Johansson, Esbjörn Larsson, Hans Teke
14. Örbring, David 2020. *Making a curriculum – A study of knowledge in Swedish School geography.*
13. Svensson, Eva 2020. *Lärares användning av digitala resurser i undervisningen – “Kombinationen av ett praktiskt verktyg och en skicklig lärare”.*
12. Lagerholm, Charlotte 2020. *Tryckt bild eller avbildat tryck? Visuella representationer av begrepp relaterade till tryck i fysikläroböcker för högstadiet.*
11. Malm, Mimmi 2020. *Barn resonerar kring naturvetenskapliga fenomen – I sagans värld på förskolan.*
10. Lundberg, Janna 2020. *Samhällskunskap för alienerad elit – Observationsstudie av Särskilda läroverket.*
9. Blennow Katarina 2019. *The Emotional Community of Social Science Teaching.*
8. Ollinen, Karin 2019. *Digitala verktyg i en naturvetenskaplig undervisningspraktik – Lärares beskrivningar och hur deras TPACK påverkar undervisningen.*
7. Teke, Hans 2019. *Increasing Ethical Awareness – The Enhancement of Long-Term Effects of Ethics Teaching: A Quantitative Study.*
6. Karlsson, Ingemar 2019. *Elever i matematiksvårigheter – Lärare och elever om låga prestationer i matematik.*
5. Lind, Johan 2019. *Elevers förståelse av tekniska system och designprocesser – Det är tekniskt, ganska svårt och avancerat.*
4. Abrahamsson, Cristian 2019. *Elevenngamang ur ett NO-lärarperspektiv – Hur lärare uppfattar elevers engagemang och dess betydelse för lärarrollen och undervisningen.*
3. Bosseldal, Ingrid 2019. *Vart tog behaviorismen vägen? Social responsivitet mellan barn och vuxen, hund och människa.*

2. Pennegård, Eva 2019. *Att se undervisningen genom elevernas ögon – En studie om hur lärare och elever beskriver att lärares undervisning gynnar elevers lärande i naturvetenskapliga ämnen på högstadiet.*
1. Malmström, Martin 2017. *Synen på skrivande – Föreställningar om skrivande i mediedebatter och gymnasieskolans läroplaner.*

En individ i dagens samhälle kommer ständigt i kontakt med olika frågor som är kopplade till naturvetenskap. Val ska göras, beslut ska fattas. Ska jag vaccinera mig? Ska jag köpa den där vattentäta jackan? Vilket elbolag ska jag välja? Vilken fisk ska jag köpa? Ska jag skänka pengar till eller engagera mig i en miljöorganisation? Medborgare i ett demokratiskt samhälle behöver kunskaper som gör att de kan fatta informerade beslut och delta i samhällsdebatten. Sådana kunskaper kan relateras till begreppet scientific literacy.

Denna licentiatuppsats fokuserar på vilka kompetenser elever kan utveckla när de arbetar med argumentation i samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll (SNI) inom ramen för gymnasieskolans kemiundervisning. Särskilt uppmärksammas hur elevers scientific literacy utvecklas när de arbetar med och argumenterar i en fråga om miljögifter i vardagsprodukter. Studien utgår från en undervisningssekvens om miljögifter som syftade till att stötta elevers scientific literacy genom att innefatta undervisning om både ämnesområdet och argumentationsprocessen.

Studiens resultat visar att eleverna efter undervisningen kan genomföra argumentation av hög kvalitet som till stor del understöds med kunskap. Detta skiljer sig från tidigare studier där värderingar har tagit stor plats. Dessutom tyder resultaten på att eleverna har utvecklat sin förmåga att se flera perspektiv, förstå frågans komplexitet och att hantera information med ett kritiskt förhållningssätt, vilket kan underlätta ett informerat beslutsfattande. Eleverna vittnar även om en utvecklad konsumentmedvetenhet och att de spridit sina kunskaper till andra för att göra dem medvetna om problemet med miljögifter.

Studien pekar på vikten av att stötta elever i argumentationsprocessen, men också på att det är viktigt att skolans naturvetenskapliga ämnen hanterar SNI-frågor i undervisningen för att stötta elever i deras roll som samhällsmedborgare. Detta är ett av skolans grundläggande uppdrag.

