



**Høgskolen
i Innlandet**

Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk

Ole Andreas Bjørnstad

Masteroppgave

**Elevs refleksjoner rundt
naturvitenskapens egenart og
naturvitenskapelige praksiser**

Students' reflections on the nature of science and
science inquiry

Grunnskolelærerutdanning 5.-10. trinn

2022

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage JA NEI

© Ole Andreas Bjørnstad 2022

“Elevs refleksjoner rundt naturvitenskapens egenart og naturvitenskapelige praksiser”

Hovedveileder: Anne Bergljot Øyehaug

Høgskolen i Innlandet – Fakultetet for lærerutdanning og pedagogikk

Antall ord: 30241

Forord

Denne oppgaven markerer slutten på fem innholdsrike, krevende, spennende og lærerike år ved Høgskolen i Innlandet (INN). Det føles som en stor lettelse endelig å være ferdig. Når en skriver masteroppgave så føler jeg at en aldri har «mental pause», den er over deg hele tiden – som en evig eksamensperiode. Det har vært fem år med tidvis hardt arbeid, og fem år hvor mye har skjedd i livet. For to og et halvt år siden ble jeg far for første gang, og det har vært med på å sette alt annet i livet i perspektiv.

Arbeidet med denne masteroppgaven startet for litt over ett år siden hvor jeg så smått begynte å lage en prosjektbeskrivelse til det som nå er en ferdig oppgave. Jeg var usikker på hva jeg skulle skrive om, men fant relativt tidlig ut at SWH kunne være interessant, og dette inngikk også i deler av undervisningen. Tidligere hadde jeg utført noe utforskende arbeid i praksis i forbindelse med høgskolen, og synes derfor dette kunne være et spennende tema for en masteroppgave.

Det er mange som fortjener en takk nå som jeg endelig er ferdig. Takk til veileder Anne, som har stilt opp og svart på e-poster til alle tider av døgnet, og i ferier. Vil også rette en stor takk til kontaktlæreren i den klassen hvor jeg intervjuet elever. Takk for at du la alt til rette og hjalp til så godt du kunne. Videre rettes en stor takk til Kristine som har holdt ut med en masterstudent i hus, og som har gitt meg den tiden jeg trengte til å jobbe med oppgaven. Uten din hjelp og støtte hadde jeg ikke kommet i mål.

Nå ser jeg fremover til å begynne karrieren i læreryrket, og at jeg kan få utbytte av noe av den kunnskapen jeg nå sitter igjen med etter denne studien.

Håper denne oppgaven kan være til inspirasjon og nytte for andre som ønsker å studere det samme.

Hamar, mai 2022

Ole Andreas Bjørnstad

Sammendrag

Formålet med dette studiet var å utforske elevenes refleksjoner rundt sentrale perspektiver på naturvitenskapens egenart (NOS), og naturvitenskapelige praksiser (SI). Refleksjonene rundt NOS ble undersøkt i lys av Lederman et al. (2002) sine syv NOS-perspektiver. Videre ble elevenes refleksjoner rundt sentrale naturvitenskapelige praksiser (SI), undersøkt i sammenheng med Lederman et al. (2014) sine åtte SI-perspektiver.

Oppgaven er en kvalitativ casestudie hvor fire elever fra to 10. klasser gjennomførte et undervisningsopplegg hvor de undersøkte hvordan gjæringsprosesser påvirkes av ulike variabler. Undervisningsopplegget var basert på Science Writing Heuristic (SWH). I etterkant av undervisningen ble det foretatt semistrukturerte intervjuer basert på Lederman et al. (2002) sin Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS), og noen spørsmål knyttet til undervisningsopplegget.

Datamaterialet bestod av lydopptak som ble transkribert og analysert ved bruk av det teoretiske rammeverk til Kartal et al. (2018) og Øyehaug & Dale (2022). Elevenes refleksjoner rundt NOS ble gradert til naiv, delvis, og informert forståelse etter det teoretiske rammeverket. Elevenes refleksjoner rundt SI ble analysert etter hvordan disse kunne sees i sammenheng med SI-perspektivene.

Resultatene fra studiet viste at elevene hadde en gjennomgående delvis forståelse av Lederman et al. (2002) sine NOS-perspektiver, med unntak av teorier og lover der samtlige ble gradert til naiv forståelse. Videre demonstrerte to elever informert forståelse av sosial og kulturell påvirkning. I analysen av hvordan elevene reflekterer rundt SI, kom det frem at elevenes refleksjoner kunne knyttes til de fleste av Lederman et al. (2014) sine SI-perspektiver, men at forbindelsen til disse var noe uklare.

Abstract

The purpose of the study was to explore students' reflections on key perspectives of the nature of science (NOS), and scientific inquiry (SI). The reflections on NOS were examined in the light of Lederman et al. (2002)'s seven NOS perspectives. Furthermore, students' reflections on key scientific practices (SI) were examined in the context Lederman et al. (2014)'s eight SI perspectives.

The thesis is a qualitative case study where four students from two 10th grades completed a teaching program where they investigated how fermentation processes are affected by different variables. The teaching program was based on Science Writing Heuristic (SWH). Following the teaching, semi-structured interviews were conducted based on Lederman et al. (2002)'s Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS), and some questions related to the teaching program.

The data material consisted of audio recordings that were transcribed and analyzed using the theoretical framework of Kartal et al. (2018) and Øyehaug & Dale (2022). According to the theoretical framework, the students' reflections on NOS were graded to a naive, partial, and informed understanding. The students' reflections on SI were analyzed according to how these could be seen in connection with the SI perspectives.

The findings from the study indicated that students had a consistent partial understanding of Lederman et al. (2002)'s NOS perspectives, except for theories and laws where all were graded to naive understanding. Furthermore, two students demonstrated an informed understanding of social and cultural influence. In the analysis of how the students reflect on SI, it emerged that the students' reflections could be linked to most of Lederman et al. (2014)'s SI perspectives, but that the connection to these was somewhat unclear.

Innhold

FORORD	IV
SAMMENDRAG	V
ABSTRACT	VI
1. INNLEDNING	1
1.2 OPPGAVENS STRUKTUR.....	4
2. TEORETISKE PERSPEKTIVER	5
2.1 NATURVITENSKAPENS EGENART (NOS)	5
2.2 UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER.....	5
2.3 SWH-MODELLEN	7
2.4 ULIKE TILNÆRMINGER TIL NOS.....	10
2.5 LEDERMANS PERSPEKTIVER PÅ NOS	11
2.6 ELEVERS FORSTÅELSE AV NOS.....	14
2.6.1 Kartlegging av elevers forståelse av NOS.....	16
2.7 LEDERMANS PERSPEKTIVER PÅ SI.....	17
2.8 ELEVERS FORSTÅELSE AV NATURVITENSKAPELIGE PRAKSISER (SI)	19
2.9 UNDERVISNING OM NOS OG SI.....	21
3. METODE	23
3.1 FORSKNINGSDESIGN.....	23
3.1.1 Case studie.....	23
3.2 ELEVENES BAKGRUNNSKUNNSKAPER	23
3.3 DEN UTFORSKENDE UNDERVISNINGEN.....	24
3.3.1 Den første økten.....	25
3.3.2 Den andre økten.....	28
3.3.3 Den tredje økten.....	31
3.4 INTERVJU SOM METODE.....	32
3.4.1 Utformingen av intervjuguiden.....	33
3.4.2 Pilotintervjuet	34
3.4.3 Intervjukonteksten.....	35
3.5 UTVALGET	35
3.6 PÅVIRKNINGSFAKTOR FOR RESULTATER	36
3.7 RAMMEVERK FOR ANALYSE AV DATA	37
3.7.1 Analysen av datamaterialet	39
3.8 FORSKNINGSETISKE PERSPEKTIVER.....	43
4. RESULTATER	44
4.1 ELEVENES FORSTÅELSE AV NATURVITENSKAPENS EGENART (NOS)	44
4.1.1 En oversikt over informantene.....	45
4.2 RESULTATER THOMAS	45
4.3 RESULTATER JONAS	51
4.4 RESULTATER ELISE	56
4.5 RESULTATER KAROLINE	61
4.6 ELEVENES REFLEKSJONER RUNDT NATURVITENSKAPELIGE PRAKSISER (SI)	66
4.7 RESULTATER THOMAS	67
4.8 RESULTATER JONAS	69
4.9 RESULTATER ELISE	71
4.10 RESULTATER KAROLINE	73
5. DISKUSJON	76
5.1 ELEVENES FORSTÅELSE AV DE SYV NOS-PERSPEKTIVENE.....	76
5.2 ELEVERS REFLEKSJONER RUNDT SI.....	84
5.4 IMPLIKASJONER FOR UNDERVISNING.....	86
5.5 IMPLIKASJONER FOR VIDERE FORSKNING	88

6. OPPSUMMERING	90
REFERANSER	92
VEDLEGG 1 – NSD SØKNAD	1
VEDLEGG 2 – GODKJENNING NSD	1
VEDLEGG 3 – INTERVJUGUIDEN.....	1

Liste over tabeller, figurer og bilder

TABELL 1: SKJEMATISK OVERSIKT OVER UNDERVISNINGSSOPPLEGGET SWH.....	9
TABELL 2: KODINGSTABELL FOR ELEVERS FORSTÅELSE AV NOS, UTVIKLET MED BAKGRUNN I KARTAL ET AL. (2018, s. 5) OG ØYEHAUG & DALE (2022), OG TILPASSET EGEN STUDIE.	41
TABELL 3: OVERSIKT OVER ELEVENES FORSTÅELSE AV DE ULIKE NOS-PERSPEKTIVENE.....	45
FIGUR 1 : ELEVENES GJENNOMSNIITLIGE FORSTÅELSE AV DE ULIKE NOS-PERSPEKTIVENE	45
FIGUR 2: THOMAS SIN FORSTÅELSE AV DE ULIKE NOS-PERSPEKTIVENE.....	46
FIGUR 3: JONAS SIN FORSTÅELSE AV DE ULIKE NOS-PERSPEKTIVENE	51
FIGUR 4: ELISE SIN FORSTÅELSE AV DE ULIKE NOS-PERSPEKTIVENE.....	57
FIGUR 5: KAROLINE SIN FORSTÅELSE AV DE ULIKE NOS-PERSPEKTIVENE	62
BILDE 1: FLASKER MED VANN, SUKKER OG GJÆR MED ULIK TEMPERATUR.....	27
BILDE 2: FREMGANGSMÅTEN I PLANLEGGINGSFASEN TIL FORSØKET	28
BILDE 3: VISER UTSTYRET SOM BLE LAGT FREM TIL FORSØKET	29
BILDE 4: VISER UTDRAG FRA ELEVENES FORSKNINGSHEFTE.....	30
BILDE 5: VISER FLASKER MED ULIK GJÆRMENGDE FRA DEN ENE GRUPPEN	31

1. Innledning

Naturvitenskapen påvirker i stor grad hvordan vi lever livene våre, både når det gjelder i arbeidslivet, hverdagen, og måten vi kommuniserer med hverandre. Innsikt i naturvitenskapen er sentralt for å imøtekomme utfordringer vi står ovenfor i dagens samfunn som blant annet relaterer seg til miljø, helse, teknologi og klima (Nilsen et al., 2021). Naturfag er et viktig fag i skolen som belyser fagfeltene kjemi, fysikk, biologi, geofag og teknologi, og har som mål å gi elever grunnleggende forståelse av disse, samtidig som naturfaget skal kunne inspirere til videre studier (Nilsen et al., 2021). Et sentralt mål for naturfagsundervising handler derfor om den naturfaglige allmenndannelsen, hvilket innebærer kunnskapen og kompetansen i og om naturvitenskap som er nødvendig for at elever skal kunne delta i et demokratisk samfunn, og håndtere dens utfordringer etter avsluttet skolegang (Nilsen et al., 2021; OECD, 2016). Videre skal elevene få utfolde seg, stille spørsmål, og gjøre praktiske og utforskende oppgaver for å bygge erfaringer slik at de kan forstå verden med et naturfaglig blikk. Elevene skal også få utvikle skaperglede, og evne til å tenke nytt for å løse nye problemer (Utdanningsdirektoratet, 2020).

For at elever skal få økt kunnskap i naturvitenskap, argumenterer Driver et. al (1996, s. 1), Kolstø (2006), og Sjøberg (2012) for at en forståelse av naturvitenskapens egenart (NOS) og de tilhørende prosessene er sentralt. Lederman et al. (2019, s. 197-198) argumenterer videre for viktigheten av å forstå hvordan kunnskapen i de ulike fagdisiplinene skapes ved innsikt i naturvitenskapelige praksiser (SI), og forståelsen av naturvitenskapens egenart (NOS). Disse to begrepene er nært knyttet til hverandre, men har et klart skille (Lederman et al., 2014, s. 66). NOS handler om hvordan naturvitenskapelig kunnskap blir til og hvordan den blir påvirket av ulike faktorer. SI beskriver derimot selve prosessen av hvordan naturvitenskapelig kunnskap produseres (Lederman et al., 2014, s. 66). Et eksempel på naturvitenskapelig praksiser kan være hvordan vi observerer og gjør tolkninger. NOS på sin side sier noe om hvordan våre observasjoner og tolkninger vil være påvirket av den som observerer (Lederman et al., 2002, s. 499). Naturvitenskapelige praksiser har ofte blitt sett på som en læringsstrategi fremfor et læringsmål i seg selv (Abd-El-Khalick et al., 2004). Derfor vil det å ha forståelse for SI, ikke kunne sidestilles med å gjennomføre utforskende arbeid (Gyllenpalm et al., 2021). Videre vil det være viktig å ha en forståelse for hvordan de naturvitenskapelige praksisene (SI) gjennomføres og hvorfor. Dette er sentralt for å forstå arbeidet i skolen, og tolkning av

naturvitenskapelig informasjon i media (Gyllenpalm et al., 2021). Likevel viste en nylig studie som undersøkte svenske elevers kunnskaper om naturvitenskapelige praksiser, at de hadde liten forståelse av dette (Gyllenpalm et al., 2021). Lignende funn er også gjort i Eliyahu et al. (2021), som fant at elever ikke oppnådde en informert forståelse av viktige perspektiver ved SI selv om de arbeidet med naturfaglige praksiser.

Forskningslitteraturen peker på at NOS øker muligheten for å kunne forstå hvordan naturvitenskapen endres og påvirkes av kulturelle og sosiale faktorer, og på denne måten gjør undervisningen mer autentisk for elevene (Driver et al., 1996; Yacoubian, 2020). Derfor er kritisk tenkning en viktig egenskap for å kunne forstå NOS, på lik linje med hvordan forskere bruker dette i sitt arbeid (Yacoubian, 2015, 2020). Videre er derfor konsensusen mellom forskere, naturfagslærere, og ulike utdanningsinstitusjoner at det er viktig å undersøke elevers NOS-forståelse (Abd-El-Khalick et al., 1998); (Duschl, 1990); (Meichtry, 1999). Studier viser likevel at elevers forståelse uteblir (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a); (Duschl, 1990); (Lederman, 1992); (Ryan & Aikenhead, 1992).

NOS er et mye diskutert begrep, og innenfor litteraturen er det mange måter det defineres og omtales på. Én av disse tilnærmingene til NOS er utredet av Lederman et al. (2002, s. 499-502), og består av syv ulike perspektiver som beskriver kunnskapsutviklingen. Denne tilnærmingen til NOS er benyttet i flere studier. I en nylig studie av Øyehaug & Dale (2022), som undersøkte elevers forståelse av NOS i lys av disse perspektivene, fant at elevene hadde en jevnt delvis forståelse. Videre hadde alle elevene en naiv forståelse for skillet mellom teorier og lover, som samsvarer med andre studier (Parker et al., 2008; Petersen et al., 2020). Dette tyder på at elever har utfordringer med å forstå ulike deler av disse perspektivene. For at elever skal få en bedre forståelse av NOS, argumenterer Ledermann et al. (2002) at det er sentralt å lære om den utforskende prosessen i arbeidet.

Utforskende arbeid har fått en sentral rolle i den nye læreplanen under kjerneelementet «naturvitenskapelige tenkemåter og praksiser» (Haug & Mork, 2021, s. 13). Videre har utforskende arbeid lenge vært et fokusområde innen naturvitenskapelig utdanning (Lederman et al., 2014). Når elever jobber med utforskende arbeid er det mindre detaljstyring enn i tradisjonell undervisning. Undervisningen vil bære preg av rammestyring fremfor punktstyring. Med rammestyrt undervisning vil elevene få veiledning mot målet ved bruk av rammer og støttestrukturer (Knain et al., 2019, s. 70–71).

En slik støttestruktur er Science Writing Heuristic (SWH), som er blitt utviklet for utforskende arbeid rundt laboratorieaktiviteter av Carolyn Keys, Brian Hand, Vaughan Prain and Susan Collins (1999). Denne modellen inneholder ulike trinn for å veilede elever og lærere i undervisningen. Bruk av SWH i undervisning har vist at elevene får økt forståelse av NOS (Keys et al., 1999; Sinthuwa & Sangpradit, 2018).

Hensikten med denne oppgaven var derfor å benytte SWH i utforskende undervisning, som er aktuelt i forbindelse med den nye læreplanen, som vektlegger bruk av utforskende arbeidsmåter, kritisk tenkning, og naturfaglig litterasitet (Utdanningdirektoratet, 2020). SWH kan være et egnet verktøy i dette arbeidet ifølge Sinthuwa & Sangpradit (2018) sin SWH-studie, samtidig som det har effekt på metakognisjon, samarbeid og økt læringsutbytte i faget (Akkus et al., 2007a; Cavagnetto et al., 2010; Hand et al., 2004). SWH-modellen utfordrer elevene i større grad enn tradisjonelt forsøksarbeid ved blant annet å koble påstander og bevis, og kan med dette være med på å øke elevens NOS-forståelse ved at de deltar i autentiske vitenskapelige prosesser (Akkus et al., 2007, s. 1748-1750).

Ut ifra mine undersøkelser av relevant litteratur, foreligger det ingen studier fra norske eller nordiske klasserom med SWH. Denne studien kan derfor være et bidrag til forskningen i denne delen av verden. Ifølge Petersen et al (2020, s. 2) har studier rundt studenters forståelse av slike perspektiver hovedsakelig blitt utført i engelskspråklige land, og i senere år også inkludert Asia. Årsaken til dette ligger i deres lange tradisjoner med undervisning knyttet til NOS (Petersen et al., 2020, s. 2). Med bakgrunn i dette og interessante forelesninger ved høyskolen, var SWH noe jeg ønsket å undersøke videre i en masteroppgave.

Driver et al. (1996, s. 1) og (Kolstø, 2006) og Lederman et al. (2019) argumenterer for at forståelsen av NOS og SI er sentralt for elevens forståelse av naturvitenskapen. I denne studien ble derfor fokuset rettet mot NOS og SI ved å benytte SWH. Videre ønsket jeg å undersøke hvordan elever reflekterer rundt NOS og SI i denne konteksten. Med utgangspunkt i denne tilnærmingen ble det utviklet to forskningsspørsmål for å belyse dette området:

Forskningsspørsmål 1: Hvordan reflekterer ungdomsskoleelever over sentrale prinsipper ved naturvitenskapens egenart (NOS) i en utforskende kontekst?

Forskningsspørsmål 2: Hvordan reflekterer ungdomsskoleelever over sentrale perspektiver ved naturvitenskapelige praksiser (SI) i en utforskende kontekst?

1.2 Oppgavens struktur

Denne oppgaven setter søkelyset på hvordan elever reflekterer over NOS og SI i en utforskende kontekst med SWH. Dette er en kvalitativ casestudie hvor semistrukturerte intervjuer ble brukt som metode for innsamling av data. For å belyse forskningsspørsmålene vil jeg først trekke frem relevant teori, samtidig som aktuelle studier presenteres i den løpende teksten. Naturvitenskapens egenart (NOS) vil ha en sentral rolle, og selv om dette begrepet tolkes forskjellig, vil Lederman et al. (2002, s. 499-502) sine perspektiver på NOS være utgangspunktet for denne oppgaven. Lederman et al. (2002, s. 509) sin VNOS-C (Views of Nature of Science Questionnaire) er basert på disse perspektivene og dannet utgangspunktet for intervjuguiden. Lederman et al. (2014, s. 68-71) sine SI-perspektiver trekkes også frem da elevenes refleksjoner rundt naturvitenskapelige praksiser ble knyttet opp mot disse.

I metode-delen gjør jeg rede for de metodiske valgene og gir en presentasjon av det teoretiske rammeverket som ble brukt i analysen av dataene. Rammeverket for analysen tok utgangspunkt i Kartal et al. (2018, s. 5) og Øyehaug & Dale (2022), og ble tilpasset egen studie. Her beskrives også undervisningsopplegget, utvikling av intervjuguiden, og hvordan intervjuene ble gjennomført. Avslutningsvis trekker jeg frem ulike faktorer som kan ha påvirket studiens gyldighet, og hvordan jeg har gjort forskningsetiske hensyn.

Deretter vil resultatene fra analysen av de transkriberte intervjuene bli presentert. Resultatene belyses ved å trekke frem sitater fra intervjuene. Videre vil resultatene drøftes mot teorien og forskningen i oppgaven. Avslutningsvis drøfter jeg implikasjoner for undervisning og videre forskning. Vedlegg og annen relevant informasjon vil komme til slutt i oppgaven.

2. Teoretiske perspektiver

2.1 Naturvitenskapens egenart (NOS)

NOS defineres gjerne som vitenskapens epistemologi og sosiologi, måten en forstår vitenskap på, hvordan verdiene og overbevisningene ligger til grunn for vitenskapelig kunnskap, og hvordan utviklingen av denne kunnskapen foregår (Lederman, 1992).

Nature of science (NOS), eller naturvitenskapens egenart på norsk, omhandler hvordan kunnskapskonstruksjon foregår, og hva som kjennetegner naturvitenskapelig kunnskap (Sjøberg, 2012). Driver et al. (1996, s. 1) og (Kolstø, 2006) argumenterer for at elevers forståelse av NOS og dets prosesser er sentralt for å kunne håndtere vitenskapelig informasjon, og for å delta i et demokratisk samfunn. Driver et al. (1996, s. 2-3) nevner at det gjennom tidene er blitt gjort mye studier på elevers forståelse av de fleste sjangere innenfor naturvitenskapen. Disse studiene har avdekket mye misoppfatninger om sentrale emner som er med på å forklare verden rundt oss med et naturfaglig blikk. Når vi snakker om NOS, er det viktig å skille mellom naturfaglig kunnskap og kunnskap om naturfag. Naturfaglig kunnskap handler om å forstå den naturlige verden, for eksempel hvordan vannets kretsløp fungerer. Kunnskap om naturfag handler om arbeidsmåtene og prosessene (Driver et al., 1996, s. 2–4).

2.2 Utforskende arbeidsmåter

Utforskende arbeidsmåter har fått en sentral rolle i den nye læreplanen (LK20), under kjerneelementet «*naturvitenskapelige tenkemåter og praksiser*» (Haug & Mork, 2021, s. 13). Videre har utforskende arbeid lenge vært et stort fokus innen naturvitenskapelig utdanning (Lederman et al., 2014). Ordet «utforskning» har blitt mye debattert i nyere tid, og det er av denne grunn at ordet «praksiser» nå er tatt i bruk. En av grunnene til dette er at ved bruk av disse praksisene skal elevene få et tydeligere bilde av hva de skal gjøre, og at forståelsen av naturvitenskapelige begreper blir en sentral del av læringen. Når elevene forstår de naturvitenskapelige praksisene, så vil de på denne måten få et større læringsutbytte av utforskende arbeid. Sentralt i arbeidet vil koblingen mellom undervisningen og de naturvitenskapelige praksisene spille en viktig rolle (Haug & Mork, 2021, s. 13). Ledermann et al. (2002) påpeker også at det å lære om den utforskende prosessen er sentralt for å få en økt forståelse av NOS.

Utforskende arbeidsmåter eller «Inquiry Based Science Teaching» innebærer at elevene arbeider på en måte hvor de øver på å stille spørsmål, finne svar ved hjelp av bevis, og hvordan de kan underbygge dette ved hjelp av egne og andres resultater og data (Knain & Kolstø, 2019, s. 17). Det å lære elevene at en må ta hensyn til både egen og andres empiri når de jobber utforskende er en sentral del av dette arbeidet – på lik linje med hvordan forskere arbeider når de studerer sammenlignbare studier i sin forskning. Utforskende arbeidsmåter skiller seg fra «tradisjonell undervisning», som typisk foregår ved at læreren gjennomgår stoff på tavla før elevene arbeider med fagstoffet i læreboka. Ved bruk av utforskende arbeidsmåter definerer Knain & Kolstø (2018, s. 19), tre viktige faktorer. Disse er at det først formuleres et spørsmål innledningsvis, deretter samler elevene inn data og informasjon for å kunne finne og vurdere svar, før de avslutningsvis forsøker å formulere egne svar basert på egne og andres resultater eller empiri. Det å jobbe utforskende kan sies å være en syklisk prosess, ved at man ofte må gjenta denne prosessen hvis en ikke kommer frem til de ønskede resultatene, eller hvis det oppstår nye spørsmål (Knain & Kolstø, 2019, s. 20).

Selv om slike prosesser ofte fremstilles med en bestemt rekkefølge, så er likevel ikke denne alltid gitt, og ofte vil prosessen foregå anderledes slik at metodikken ikke nødvendigvis er stegvis (Haug & Mork, 2021, s. 24). Slik følger utforskende arbeid sjeldent en lineær handlingsrekke, da nye spørsmål og observasjoner underveis kan endre måten en går frem i prosessen. På tross av dette fremstilles ofte metodebruken i naturfag som lineær og kan feilaktig tolkes som den naturvitenskapelige metoden, som også kalles hypotetisk-deduktiv metode. Denne fremgangsmåten brukes gjerne opp i mot hypotesetesting og eksperimenter, og er kun én av flere metodiske tilnærminger som en kan ta i bruk ved utforskende arbeid (Haug & Mork, 2021, s. 25–26). En slik stegvis form for metodikk blir kritisert av Erduran & Dagher (2014) ved at den i for stor grad blir vektlagt i naturfagundervisning, og at dette er med på å gi elever et feilaktig bilde av kunnskapsutviklingen. I realiteten bruker forskere et mangfold av metoder i deres arbeid, hvor den hypotetisk-deduktive kun gjenspeiler én av mange metoder (Erduran & Dagher, 2014). Haug & Mork (2021, s. 26) argumenterer for at stegvise metoder som typisk er brukt i naturfagsundervisning med fordel kan benyttes, så lenge elevene lærer at denne metoden kun utgjør én av mange tilnærminger til kunnskap.

En studie på utforskende arbeidsmåter i et stort samarbeidsprosjekt internasjonalt har vist at elever som jobber utforskende har utfordringer med å forstå hensikten med arbeidet de gjør og hvorfor de gjør det (Lederman et al., 2019). Dette gjelder også lærere som ofte har lite

erfaring med dette fra tidligere (Arias et al., 2016). Dette fører til at lærere strever med å få elevene til å gi forklaringer rundt datainnsamlinger, underbygning av påstander med evidens, og deltakelse i argumentasjon (Arias et al., 2016). Furtak et al. (2012) metaanalyse reflekterer rundt hvilken effekt utforskende arbeid har på elevers læring, og fant at det er av stor betydning at læreren aktivt veileder elevene når de arbeider utforskende for økt læringsutbytte. Haug & Mork (2021, s. 33) uttrykker at modellering, forklaringer av de ulike naturvitenskapelige praksisene, og hvordan disse henger sammen er en viktig støttestruktur i dette arbeidet.

2.3 SWH-modellen

SWH er en arbeidsform og støttestruktur i utforskende undervisning som kan vise til positive resultater gjennom studier (Knain, 2015). SWH har demonstrert effekt på elevenes metakognisjon, samarbeid og økt kunnskap i faget (Akkus et al., 2007; Cavagnetto et al., 2010; Hand et al., 2004). Undervisningsmodellen har også vist at den er med på å utligne prestasjonsgapet mellom elever i naturfagundervisningen (Akkus et al., 2007, s. 1745). SWH bruker en mal hvor det i forhold til det ordinære rapportformatet har blitt gitt mer plass til refleksjon, skriving, observasjoner, påstander, diskusjoner og bevis (Erkol et al., 2010).

SWH har et søkelys på NOS ved at det trekker frem deler fra det vitenskapelige samarbeidet underveis, hvor argumentasjon står tydelig frem. Argumentasjon er et grunnleggende aspekt innenfor NOS (Akkus et al., 2007, s. 1747). Når elever argumenterer rundt ulike løsninger og resultater, er dette med på å gi de førstehåndserfaringer rundt sentrale deler av forskningsarbeidet. Dette utfordrer elevene til å tenke kritisk, og de må resonere og argumentere for sine påstander (Akkus et al., 2007, s. 1748). Dette utfordrer i større grad enn tradisjonelt forsøksarbeid ved at elevene må koble påstander og bevis. Når de deltar i mer autentiske prosesser vil dette kunne gi økt forståelse av NOS (Akkus et al., 2007, s. 1748-1750). SWH øker forståelsen av kunnskapsutviklingen ved at de øver på å stille spørsmål som de skal undersøke, og at de må forsvare og argumentere for påstander. De må også sammenligne resultater med andre. Videre utfordres de til å reflektere rundt hvordan forståelsen endrer seg underveis i arbeidet (Akkus et al., 2007).

I studien til Keys et al. (1999), fant de at elever fikk økt forståelse av NOS ved bruk av SWH.

Keys et al. (1999) utførte pre- og posttester av elevene i sin studie. Disse avdekket at elevene i utgangspunktet hadde en naiv forståelse av NOS, men fikk gjennom SWH-undervisningen en mer informert og dypere forståelse.

Sinthuwa & Sangpradit (2018) tok i bruk SWH mot en gruppe elever, og sammenlignet dette med en gruppe som fikk ordinær utforskende undervisning. Utviklingen av forståelsen ble undersøkt med Lederman et al. (2002, s. 509) sitt VNOS-C spørreskjema på bakgrunn av intervjuer med elevene. Resultatene viste at SWH-gruppen utviklet forståelsen i betydelig større grad, og over 50 % viste økt forståelse i alle NOS-perspektiver. Elevene hadde størst utvikling rundt forståelsen av hvordan sosiale og kulturelle forhold påvirker naturvitenskapen (Sinthuwa & Sangpradit, 2018).

I en SWH studie fra Tyrkia hvor det ble brukt kontrollgrupper, konkluderte med at SWH-gruppen viste økt konseptuell forståelse, bedre måloppnåelse og holdninger til faget (Erkol et al., 2010). Studentene foretrakk denne metodikken som et resultat av økte evner til problemløsning, og læringsutbytte (Erkol et al., 2010). Lignende funn ble gjort i en annen SWH-studie med kontrollgrupper inn mot elevers forståelse av energioverføringer i økosystemer (Yoon & Karpudewan, 2022). Studien viste at SWH-gruppen markerte seg med betydelig bedre forståelse av abstrakte konsepter rundt energioverføringer, samtidig som de utviklet velformulerte argumenter. Yoon & Karpudewan (2022, s. 93), poengerte videre at SWH var et godt verktøy for tilrettelegging av undervisning.

SWH-metoden tar i bruk to maler, hvorav én lærer-mal (LM), og én elev-mal (EM). Malene inneholder punkter fra 1-7 som beskriver hvordan elevene jobber trinnvis i utforskende arbeid. Disse trinnene går ut på at elevene:

- aktiviserer forkunnskaper med bruk av idémyldring eller tankekart enkeltvis eller i grupper
- stiller spørsmål rundt det de ønsker å finne ut og formulerer problemstilling eller forskningsspørsmål for forsøket
- elevene utfører forsøket
- jobber sammen i grupper under forsøket, og svarer på spørsmål individuelt underveis
- deler og sammenligner resultatene sine med hverandre i grupper

- sammenligner resultater, hypoteser og oppfatninger med lærebøker eller andre kilder
- reflekterer over arbeidet og hvordan oppfatninger har endret seg underveis før de skriver en rapport eller en tekst i læreboksjangeren

(Knain, 2015).

Tabell 1: Skjematisk oversikt over undervisningsopplegget SWH

Steg	Lærerens mal	Elevenes mal
1	1. Kartlegge elevenes forståelse i forkant gjennom at elevene lager tankekart, enkeltvis eller i grupper	1. Innledende idéer: Hvilke spørsmål har jeg? Hvordan kan jeg finne ut av det?
2	2. Elevene arbeider i forkant av forsøk med uformell skriving, stille spørsmål, iaktta, utforske kreativt. Elevene formulerer problemstilling og framgangsmåte.	
3	3. Elevene gjør forsøk	2. Undersøkelser: Hva gjorde jeg?
4	4. Diskusjonsfase I: Skrive individuelt fra øvelsen (for eksempel journal)	3. Observasjoner: Hva så jeg? 4. Påstander: Hva kan jeg påstå?
5	5. Diskusjonsfase II: Dele og sammenligne tolkning av data i små grupper	5. Bevismidler: Hvordan kan jeg vite det jeg påstår? Hvorfor kommer jeg med akkurat disse påstandene?
6	6. Diskusjonsfase III: Sammenligne egne hypoteser og oppfatninger med lærebøker og andre kilder	6. Studier av fagkilder: Hvordan er mine oppfatninger sammenlignet med andres?
7	7. Diskusjonsfase IV: Individuell refleksjon og skriving (skrive forsøksrapport eller en tekst i læreboksjangeren)	7. Refleksjon: Har mine oppfatninger endret seg?

(Knain, 2015)

Malene sett under ett kan fremstå litt forvirrende i den grad at de ikke følger hverandre helt. Dette er derfor forsøkt kompensert for i tabell 1, slik at de ulike stegene sammenfaller bedre. Dette kommer for eksempel frem ved punkt 4 (LM) hvor elevene skal skrive individuelt fra øvelsen. Her inngår stegene 2, 3 og 4 (EM) i steg 4 (LM). Det samme gjelder steg 1 og 2 (LM), hvor steg 1 (EM) inngår i begge. Modellen viser hvordan naturvitenskapelige praksiser

som observasjon, argumentasjon, påstander og bevis inngår. Videre vil oppgaven se på noen ulike tilnærminger til NOS.

2.4 Ulike tilnærminger til NOS

NOS er et mye diskutert begrep, og innenfor litteraturen er det mange måter det defineres og omtales på. Den mest brukte tilnærmingen til NOS er basert på de generelle perspektivene, som på den ene siden omhandler perspektiver på naturvitenskapelig kunnskap (NOS eller NOSK), og perspektiver på naturvitenskapelige praksiser (SI) (Kampourakis, 2016, s. 667). NOS prinsippene viser ikke en tydelig forbindelse til de naturvitenskapelige praksisene, og Lederman et al. (2014) beskriver disse som Scientific Inquiry (SI). Disse blir beskrevet i neste kapittel.

I følge Kampourakis (2016, s. 669), er det innen studier blitt utviklet lister på generelle perspektiver på NOS som er blitt brukt av flere forskere (Lederman et al., 2002; McComas, 2008; Osborne et al., 2003). Disse generelle NOS-perspektivene har mange likhetstrekk, og blir derfor innen forskningen oppfattet som en konsensus på dette området (Kampourakis, 2016, s. 669). De generelle perspektivene på NOS er brukt i en betydelig mengde studier og andre praksiser. På tross av denne konsensusen har disse allikevel mottatt kritikk fra ulike hold (Kampourakis, 2016, s. 671).

Mye av denne kritikken er rettet mot at de generelle NOS-perspektivene ikke er tilstrekkelige nok for å beskrive kompleksiteten til denne delen av naturvitenskapen (Kampourakis, 2016, s. 671). For eksempel mener Clough (2006), at Lederman et al. (2002, s. 499-502) sine NOS-perspektiver danner et forenklet og lite nyansert bilde av naturvitenskapen. For å imøtekomme denne kritikken utviklet Irzik & Nola (2014) det de kaller en «family resemblance approach»(FRA), eller familielikhetstilnærming på norsk. Bakgrunnen for dette var at de så på de generelle perspektivene på NOS som for smale, og at de ga NOS for lite dybde ved at de blant annet ikke tok hensyn til hvordan ulike disipliner innen naturvitenskapen opererer (Irzik & Nola, 2014). Ved å ta i bruk FRA ville dette ta hensyn til hvordan de ulike disiplinene opererer, og selv om de er like på mange områder, så har de også enkelte forskjeller (Irzik & Nola, 2014). På bakgrunn av dette arbeidet utviklet Erduran & Dagher (2014) en modell som sammenstiller denne tilnærmingen som er tiltenkt bruk i

naturfagsundervisningen. En slik modell mener de er med på å fremme et mer nyansert bilde, samt gi elevene et mer autentisk bilde av naturvitenskapen.

I denne studien blir Lederman et al. (2002, s. 499-502) sine perspektiver brukt for å undersøke elevens forståelse av NOS. Disse vil derfor ha en sentral rolle gjennom oppgaven. Selv om det har hersket uenigheter rundt de ulike NOS-perspektivene blant forskere fra ulike disipliner (Smith et al., 1997), så er noen av disse mindre kontroversielle, og det er disse som Ledermann et al. (2002) har brukt som grunnlag i sin VNOS-guide. VNOS blir utdypet senere i oppgaven. VNOS dannet utgangspunktet for intervjuguiden som er benyttet i denne masteroppgaven. Lederman et al. (2002, s. 499-502) definerer syv ulike perspektiver på NOS, men understreker at dette er et komplekst begrep som det hersker noe uenighet rundt. Disse perspektivene blir beskrevet i neste kapittel.

2.5 Ledermans perspektiver på NOS

Den empiriske naturvitenskapen – tolkning av empiri

Den empiriske naturvitenskapen eller «The empirical nature of scientific knowledge», er den første kategorien som Lederman et al. (2002, s. 499) definerer. Den omhandler at vi baserer vår kunnskap om naturen rundt observasjoner av den naturlige verden. Disse observasjonene gjøres av mennesker eller instrumenter som er utviklet av mennesker (Lederman et al., 2002, s. 499). Uavhengig av hvor fornuftige påstander og begrunnelser som blir gjort er, så vil det alltid være en forutsetning at det foreligger empiriske bevis som støtter en påstand i naturvitenskap (McComas & Kampourakis, 2015, s. 57). Videre omhandler denne kategorien viktigheten av å skille observasjon og tolkning. Observasjon på den ene siden er hva vi kan se eller sanse, og er derfor noe de som observerer kan være enige om. Videre er tolkning basert på hvordan vi trekker slutninger av våre observasjoner, og er i motsetning noe vi ikke kan sanse, men en forklaring på observasjonen. Dette skillet er avgjørende å forstå for å skape mening innenfor store deler av vitenskapen (Lederman et al., 2002, s. 500).

Skillet mellom teorier og lover i naturvitenskap

Den andre kategorien baserer seg på at elever ofte har et forenklet syn på hva som kjennetegner teorier og lover, og hva som skiller dem. Typisk mener mange at teorier blir lover dersom det foreligger tilstrekkelig med støttende bevis, og at lover derfor har en høyere status (Lederman et al., 2002, s. 500). Forståelsen av at teori og lover står i et hierarkisk

forhold til hverandre, kan sees i studien til Kartal et al. (2018, s. 7), hvor lærere som deltok i studien typisk ga uttrykk for dette, samt at teorier ville bli til lover med tilstrekkelig bevis. I sistnevnte studie var det oppsiktsvekkende 83 % av lærerne som hadde en naiv forståelse av teorier og lover. Lignende funn er gjort av Parker et al. (2008), som fant at studentene forstod lover i naturvitenskap som teorier som hadde akkumulert tilstrekkelig med bevis. Videre forstod de teorier som mindre pålitelig kunnskap (Parker et al., 2008, s. 1684). På spørsmål om hvordan en skiller teorier og lover i denne studien svarte informantene at teorier er ubekreftede og at tilstrekkelig bevis vil gi de status som en naturvitenskapelig lov (Parker et al., 2008, s. 1685). En annen studie viste at forståelsen av teorier og lover utgjorde de største misoppfatningene av samtlige NOS-perspektiver, og at blant annet 57% forstod lover som veldokumenterte teorier (Petersen et al., 2020, s. 8). Denne studien som utførte pre- og postundersøkelser, fant at selv etter at NOS-undervisningen var gjennomført hadde elevene en upresis forståelse av perspektivet (Petersen et al., 2020, s. 8). Videre spiller teorier en stor rolle i naturvitenskapen ved at de er med på å forklare både det vi kan, og det vi ikke nødvendigvis kan observere. Teorier støttes ved at forskere utleder hypoteser og finner empiriske bevis som kan støtte oppunder de forskjellige teoriene. Lover på sin side beskriver sammenhengen av fenomener som vi kan observere (Lederman et al., 2002, s. 500). Teorier beskriver hvorfor disse sammenhengene eksisterer, og vil være med på å kunne finne svar på hvordan vi forstår fremtidige sammenhenger i naturvitenskapen (Parker et al., 2008, s. 1685).

Den kreative naturvitenskapen

Den tredje kategorien vektlegger hvordan kreativitet og oppfinnsomhet gjennomsyrrer naturvitenskapen. Selv om naturvitenskapen bygger på empiriske bevis og observasjoner av den naturlige verden, så vil forskeres evne til å bruke kreativitet i utarbeidelsen av teorier og modeller være av stor betydning for å produsere ny kunnskap (Lederman et al., 2002, s. 500). Kreativitet står også sentralt når forskere stiller spørsmål, finner metoder for nye undersøkelser, bearbeider data og konkluderer basert på evidens, og hvordan de benytter forskningen på nye områder (McComas & Kampourakis, 2015, s. 62). Som et eksempel på dette trekker Lederman et al. (2002, s. 500-501) frem Bohrs modell av atomet, som på en funksjonell måte beskriver en naturfaglig enhet selv om den ikke er en tro kopi av virkeligheten. Parker et al. (2008) fant at majoriteten av studentene uttrykte kreativitet som en sentral del av deres arbeide, og at denne ble uttrykt spesielt gjennom deres valg av eksperimentell tilnærming. Petersen et al. (2020, s. 8) fant at hele 80,6 % av elevene så en forbindelse mellom kreativitet og forskeres evne til å resonnerer logisk. Videre har andre

studier vist det motsatte, hvor studenter ikke anser kreativitet som en del av forskerarbeidet (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000b).

Teoriladethet og subjektivitet i naturvitenskap

Den fjerde kategorien omhandler hvordan forskere, selv med sin vitenskapelige tilnærming vil være preget av hvordan deres forkunnskaper, erfaringer, og forståelse av teorier påvirker deres arbeid innenfor naturvitenskapen (Lederman et al., 2002, s. 501; McComas & Kampourakis, 2015, s. 63). Når forskere arbeider og gjør undersøkelser, vil alle disse faktorene påvirke hvordan de trekker slutninger fra observasjoner, og hvordan de vektlegger de ulike observasjonene. Et eksempel på dette trekkes frem i VNOS-C 8, hvor det stilles spørsmål om hvordan to ulike forskergrupper kan trekke forskjellige tolkninger basert på samme datamateriale rundt utryddelsen av dinosaurene (Lederman et al., 2002, s. 516). Selv om ulike konklusjoner blir gjort innenfor vitenskapen, vil den ikke ha mindre nytteverdi, fordi den vil uansett bli fagfellevurdert og nøye gjennomgått av andre forskere gjennom diskusjon og evaluering av data (McComas & Kampourakis, 2015, s. 63–64).

Den sosiale og kulturelle konteksten

Den femte kategorien omhandler hvordan utviklingen av vitenskap må sees i sammenheng med hvordan den påvirkes av sosiale og kulturelle forhold. Faktorer som påvirker i denne sammenheng kan være politikk, sosioøkonomiske faktorer, maktstrukturer i samfunnet, religion, og filosofi (Lederman et al., 2002, s. 501). Lederman et al. (2002, s. 501) eksemplifiserer dette ved å trekke frem hvordan det har hersket ulikt syn rundt menneskelig evolusjon. I starten var den preget av en mannskultur som var knyttet opp mot menneskejegeren til tidlig på 1970-tallet (Lovejoy, 1981), men senere fikk feministiske forskere økt annerkjennelse som førte til en tilsvarende teori som omhandlet den kvinnelige samleren (Hrdy, 1986). På tross av ulike tilnærminger samsvarte begge med fremlagte bevis (Lederman et al., 2002, s. 501).

Petersen et al. (2020, s. 8) fant at studentene i sin studie av elevers forståelse av NOS hadde en jevnt god forståelse av dette perspektivet, og at 73 % erkjente at eksistensen av ulike kulturelle verdier hadde stor betydning for naturvitenskapen.

Naturvitenskapelig metode

Den sjettede kategorien omhandler hvordan produksjon av naturvitenskapelig kunnskap ikke er gitt med én bestemt metode. En typisk misoppfatning er at mange tror en trinnvis metode

alltid brukes av forskere. Forskere bruker observasjoner, hypoteser, målinger, sammenligner, forklaringer og konstruksjon av teorier for å nevne noen. Dette er ikke ensbetydende med at en gitt sekvens av slike aktiviteter alltid baner vei for reliable svar eller sikker kunnskap (Lederman et al., 2002, s. 501). En studie på elevers forståelse av NOS fant at bruken av ulike metoder ble akseptert av 92,5 % av informantene (Petersen et al., 2020, s. 8). På tross av dette uttrykte nær halvparten (48,9 %) at forskere bruker en stegvis metode, også kalt den vitenskapelige metoden.

Den tentative naturvitenskapen

Lederman et al. (2002, s. 502) siste kategori peker på hvordan vitenskapelig kunnskap selv om den er nøye gjennomarbeidet og pålitelig, aldri vil være helt sikker siden kunnskapen kan endres ved tilgang på ny informasjon eller bevis. Et eksempel kan være hvordan teknologi fører til fremskritt som gjør ny informasjon tilgjengelig, som må sammenlignes med eksisterende kunnskap. På denne måten kan kunnskap som en gang ble ansett som sikker måtte endres (Lederman et al., 2002, s. 502). Popper (1963) argumenterer for at selv om store mengder med empiriske bevis støtter teorier og lover i dag, så kan ikke denne betraktes som sikker siden vi fremtiden kan oppdage nye fenomener som strider imot dette. Studier på elevers forståelse av tentativitet har avdekket at majoriteten ser parallellene med hvordan ulike faktorer som sosiale, kulturelle og politiske verdier, samt deres teoriforståelse (teoriladethet) kan ha innvirkning på kunnskapsutviklingen (Ryan & Aikenhead, 1992; Walker & Zeidler, 2007). Videre fant Petersen et al. (2020, s. 7) at 73,1 % av studentene så på teorier som midlertidige, og at de stadig var under vurdering. Videre hadde tilnærmet alle studentene forståelse for at teorier kan forkastes eller endres som følge av ny empiri.

2.6 Elevers forståelse av NOS

Gjennom et århundre er det blitt utviklet enighet mellom forskere, naturfaglærere og ulike utdanningsinstitusjoner at det er viktig å sette søkelys på hvordan elever utvikler forståelse av NOS (Abd-El-Khalick et al., 1998); (Duschl, 1990); (Meichtry, 1999). På tross av dette viser studier at elevers forståelse av NOS uteblir, både blant lærere og elever (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a); (Duschl, 1990); (Lederman, 1992); (Ryan & Aikenhead, 1992).

En gjennomgående faktor for studier på området er derfor hvordan en skal gå frem for å måle elevers NOS-forståelse (Aikenhead, 1988); (Lederman et al., 2002). De ulike NOS-perspektivene som Lederman et al. (2002, s. 499) trekker frem er tiltenkt brukt i undervisning

av elever i grunnskolen, og har et mindre kompleksitetsnivå enn hva en kan forvente av for eksempelvis doktorgradsstudenter. Innen forskningslitteraturen peker forskere på at elevenes forståelse av NOS gir dem muligheter til bedre å kunne forstå hvordan naturvitenskapen endres og påvirkes av kulturelle og sosiale faktorer, og at det på denne måten gjør undervisningen mer autentisk for elevene (Driver et al., 1996; Yacoubian, 2020). Yacoubian (2015, 2020) argumenterer også for at kritisk tenkning er en sentral egenskap som elever må kunne beherske i møte med NOS og forståelsen av dens natur, på lik linje som forskere bruker kritisk tenkning i de ulike fasene i eget arbeid.

Øyehaug & Holt (2014) studerte hvordan elever reflekterte over NOS over en to-års periode ved bruk av utforskende arbeidsmåter. Elevene gjennomførte varierte opplegg hvor de arbeidet med naturfaglige praksiser. Resultatet viste at selv om elevene ble engasjert i utforskende arbeidsmåter med et særlig fokus på NOS, uteble refleksjonene i stor grad. Ellers hadde elevene forståelse for at naturvitenskapelig kunnskap var mer eller mindre sikker. En av årsakene ble antatt å ha sammenheng med at læreren i liten grad henviste til NOS (Øyehaug & Holt, 2014).

En nylig kvalitativ studie av Øyehaug & Dale (2022) undersøkte hvordan elevers forståelse av NOS utviklet seg fra 8. trinn til 10. trinn gjennom arbeid med naturvitenskapelige praksiser og eksplisitt NOS-undervisning. Forskerne var delaktige i utformingen av undervisningen og planene for perioden. Studien gjennomførte kartleggingsintervjuer hvert halvår, hvor seks elever deltok og reflekterte over NOS-perspektiver. Datainnsamlingen ble gjort med strukturerte intervjuer hvor Lederman et al. (2002) sine VNOS-B og VNOS-C intervjuguider ble tilpasset og benyttet. Rammeverket til Kartal et al. (2018) ble tatt i bruk, og elevene ble gradert etter *naiv*, *delvis* og *informert* forståelse. Resultatene viste at elevene hadde en utvikling i forståelse av de ulike perspektivene. I perspektivene *metode*, *sosiale* og *kulturelle* og *verdier og prinsipper* (ble utformet i denne studien), hadde elevene størst utvikling. I perspektivet *teorier og lover* viste elevene minst utvikling, og fem av seks elever gradert til *naiv* forståelse. Videre viste resultatene følgende forståelse:

Naturvitenskapelig empiri: delvis forståelse på samtlige.

Kreativitet: delvis forståelse på samtlige.

Subjektivitet: delvis forståelse på fem av seks elever, hvorav én informert.

Sosiale og kulturell: delvis forståelse på samtlige.

Metoder: delvis forståelse på to elever, og fire elever med informert forståelse.

Tentativitet: samtlige delvis forståelse.

Denne studien tok som nevnt i bruk VNOS, som vil bli beskrevet mer utdypende i neste kapittel.

2.6.1 Kartlegging av elevers forståelse av NOS

Lederman et al. (2002) ønsket å utvikle et verktøy for å måle elevers forståelse av NOS, som ble kalt VNOS (Views of Nature of Science Questionnaire). Verktøyet ble utformet for å inkludere de syv perspektivene på NOS som er beskrevet tidligere. Tidligere NOS-verktøy, har blitt kritisert for å være preget av multiple choice, få svaralternativer, enig/uenig spørsmål, eller bruk av Likert-skala. Dette mente Aikenhead et al. (1989) førte til at respondentene i undersøkelsene ble påvirket av meningene til utviklerne av spørreskjemaene og derfor svekket verktøyets validitet. VNOS gikk gjennom flere revideringer før den endelige utgaven VNOS-C ble ansett som et gyldig verktøy i forskningssammenheng av Abd-El-Khalick (2001). Det som skiller VNOS-C fra tidligere verktøy er bruk av åpne spørsmål fremfor spørreskjema med gitte svaralternativer. Intervjufasen er også ansett som viktig, for å kunne gå i dybden til informantens svar slik at forståelsen for NOS-perspektivene kommer tydeligere frem (Lederman et al., 2002).

Innsamling av data og analyse med VNOS

Ledermann et al. (2002, s. 511) anbefaler at datainnsamlingen med VNOS-C bør foregå under kontrollerte omstendigheter uten tidspress. Videre bør det informeres om at det ikke finnes gale eller rette svar, og at informantens meninger er av interesse. Videre anbefales intervjuer for å oppklare uklarheter og fremheve refleksjonene. Derfor vil det være lurt å benytte oppfølgingsspørsmål underveis. Uerfarne brukere av VNOS bør gjennomføre intervjuer av alle, eller store deler av utvalget. For erfarne brukere mener Lederman et al. (2002, s. 512) at 15-20% er tilstrekkelig.

Ved analysene fra spørreskjemaet og intervjuet bør en forsikre seg om at disse samsvarer slik at den faktiske forståelsen kommer frem. Videre bør dette gjennomføres i en kontekst som er aktuell for VNOS. Siden forståelsen av NOS kan komme frem i ulike deler av spørreskjemaet må en se etter sammenhenger på tvers av kategorier, på lik linje med motstridende uttalelser for å verifisere informantens forståelse (Lederman et al., 2002, s. 512). Abd-El-Khalick & Lederman (2000b, s. 1082) har tidligere avdekket at NOS-uttalelser kan være fragmenterte og

flytende. Derfor må eksemplene som informantene trekker frem for å forklare sine synspunkter tas med i betraktningen under analysen, for å kontekstualisere informantenes forståelse (Lederman et al., 2002, s. 512). Videre må en ta hensyn til spørsmålstillingen, og om hvorvidt disse kan bli for ledende eller direkte (Lederman et al., 2002, s. 512). Videre vil studien belyse Lederman et al. (2014) sine perspektiver på naturvitenskapelige praksiser (SI).

2.7 Ledermans perspektiver på SI

På lik linje med at Lederman et al. (2002, s. 509) utviklet verktøyet VNOS for å studere forståelse av NOS, utviklet de et verktøy for å studere forståelsen av SI (Lederman et al., 2014). Dette ble kalt VASI (Views About Scientific Inquiry). VASI inneholdt følgende åtte perspektiver (Lederman et al., 2014, s. 68-71):

Perspektiv 1 omhandler forståelsen for hvordan vitenskapelige undersøkelser alltid starter med et spørsmål, og at dette ligger til grunn for all vitenskapelig forskning. Observasjoner kan vekke interesse for videre spørsmål, og kan gjøres uten at det foreligger forståelse for det som blir observert. Likevel poengterer Lederman et al. (2014, s. 68) at det må ligge en spesifikk forståelse til grunn som styrer observasjonene for at det skal være vitenskap. Det er heller ingen nødvendighet at en hypotese skal innlemmes i vitenskapelige undersøkelser, selv om hypoteser normalt sett er inkludert i den vitenskapelige metoden (Lederman et al., 2014, s. 68).

Perspektiv 2 omhandler hvordan vitenskapelige undersøkelser ikke nødvendigvis følger en stegvis metode, hvilket innebærer at det finnes ulike metodiske fremgangsmåter å tilegne seg kunnskap i naturvitenskapen. I naturfagsundervisning i skolen er det ofte fokusert på den vitenskapelige metoden, som et resultat av at eksperimenter får mye oppmerksomhet. Lederman et al. (2014, s. 68) poengterer viktigheten av at studenter forstår dette, og at forskere bruker ulike fremgangsmåter i sin forskning basert på hvilke spørsmål som skal undersøkes. Dette perspektivet berører samme tema som Lederman et al. (2002) sjette NOS-perspektiv, som er beskrevet tidligere.

Perspektiv 3 omhandler hvordan vitenskapelige metoder påvirkes av de innledende spørsmålene for en utforskning, og at disse spørsmålene må være tilpasset formålet med det som skal undersøkes på lik linje med metoden. Lederman et al. (2014, s. 69) uttrykker at den

vitenskapelige metoden ikke er egnet for alle ulike tilnærminger i kunnskapsutviklingen. Derfor må elever kunne forstå at det må gjøres tilpasninger mellom metoden og forskningsspørsmålene som blir stilt (Lederman et al., 2014, s. 69).

Perspektiv 4 omhandler hvordan forskere kan komme til ulike resultater og konklusjoner selv om de har fulgt de samme prosedyrene (Lederman et al., 2014, s. 69). Med dette menes at studenter må ha forståelse for at vitenskapelige data kan forstås og tolkes på ulike måter (Osborne et al., 2003, s. 708). Siden forskere har ulike teoretisk rammeverk vil de kunne behandle data, og tolke bevis forskjellig. Dette SI-perspektivet berører samme tema som Lederman et al. (2002) sitt fjerde NOS-perspektiv, som er beskrevet tidligere.

Perspektiv 5 omhandler hvordan fremgangsmåten i vitenskapelige prosesser kan påvirke resultatene. Dette er på grunn av at når forskere behandler og analyserer variabler på ulikt vis, og har forskjellig metodisk tilnærming, så vil dette ha en påvirkning på konklusjonen. Derfor vil elever kunne oppleve å få ulike resultater avhengig av hvordan fremgangsmåte de bruker (Lederman et al., 2014, s. 69). Lederman et al. (2014, s. 69) peker blant annet på hvordan utviklingen av ny teknologi er med på å endre måten vi tilegner oss ny kunnskap. Sistnevnte kan til dels sees i sammenheng med Lederman et al. (2002) sitt syvende NOS-perspektiv hvor teknologi blir trukket frem som en påvirkende faktor når det gjelder naturvitenskapens iboende tentativitet.

Perspektiv 6 omhandler hvordan konklusjoner må stemme overens med forskningsdataene, og med dette menes eksempelvis at vitenskapelige påstander er basert på tungtveiende bevis som støtter disse påstandene. På lik linje med forskningsdataene vil også den metodiske tilnærmingen styrkes ved at den er justert etter forskningsspørsmålet. All vitenskapelig kunnskap er basert på empiri, og derfor er det avgjørende at de vitenskapelige forklaringene stemmer med de aktuelle dataene (Lederman et al., 2014, s. 70). Dette perspektivet kan sees i sammenheng med Lederman et al. (2002) sitt første NOS-perspektiv, som omhandler hvordan naturvitenskapen er basert på empiriske bevis, og hvordan vi tilegner oss denne kunnskapen ved bruk av observasjoner og tolkninger av disse.

Perspektiv 7 omhandler at vitenskapelige data ikke er det samme som vitenskapelige bevis. Med dette menes at dataene som samles inn kan komme i ulike former som for eksempel beskrivelser, tall, video, fysiske prøver, og lignende. Videre er bevisene et resultat som er

hentet ut ved hjelp av analytiske tilnærminger og tolkninger av disse dataene, som videre er koblet mot et forskningsspørsmål eller en påstand (Lederman et al., 2014, s. 70). Dette perspektivet kan også sees i lys av Lederman et al. (2002) sitt første NOS-perspektiv, som omhandler hvordan det er viktig å skille observasjoner og tolkning, og at dette skillet er viktig for å forstå naturvitenskapen.

Perspektiv 8 omhandler hvordan vitenskapelige forklaringer er basert på en kombinasjon av de innsamlede dataene og det som allerede er kjent. Lederman et al. (2014, s. 71) illustrerer dette med hvordan paleontologer avdekker skjeletter av dinosaurer. I slike tilfeller vil skjelettene sjelden være komplette, eller i god tilstand. Dermed må forskere bruke deres tidligere erfaringer om skjeletter, og bruke denne kunnskapen til å konstruere skjelettene etter de nye funnene de har gjort.

Prosedyrene for datainnsamling og analyse ved bruk av VASI følger mer eller mindre de samme retningslinjene som VNOS, ved at de også tar i bruk intervjuer. På lik linje med VNOS, blir også uttalelser knyttet til VASI gradert. Disse er: *uklar, naiv, blandet og informert* (Lederman et al., 2014, s. 80).

2.8 Elevers forståelse av naturvitenskapelige praksiser (SI)

Studier på elevers forståelse av SI er et område som det foreløpig foreligger lite forskning (Lederman et al., 2014). Det å lære seg undersøkelser krever ferdigheter om hvordan en planlegger og gjennomfører undersøkelser. Forståelsen av undersøkelsene ligger i hvordan disse henger sammen, og hvordan perspektivene påvirker hverandre. Forståelsen av perspektivene i naturfaglige praksiser er sentral for å skape mening i skolearbeidet, og informasjon i media (Gyllenpalm et al., 2021). Det å kunne skape mening og kritisk vurdere vitenskapelige påstander har blitt en viktig egenskap i vår digitale tidsalder (Wiblom et al., 2020).

I skolen blir ofte naturfaglige praksiser brukt som en læringsstrategi, men sjelden et læringsmål i seg selv, noe som kan skape en konflikt rundt hva de skal lære (Abd-El-Khalick et al., 2004). Elever oppnår ikke forståelse av SI ved kun å gjøre undersøkelser (Lederman et al., 2014, s. 66). Lederman et al., (2014, s. 66) påpeker videre at det er en forskjell mellom NOS og SI. På den ene siden omhandler NOS hvordan egenskapene til naturvitenskapelig

kunnskap er påvirket av hvordan den produseres. På den andre siden omhandler SI selve prosessen hvor naturvitenskapelig kunnskap produseres (Lederman et al., 2014, s. 66). Mer presist vil dette innebære en kombinasjon av vitenskapelige prosessferdigheter, kunnskap om vitenskapen, og evnen til å være kreativ, samt tenke kritisk (Lederman et al., 2014, s. 66). Det å ha forståelse for SI, kan ikke sidestilles med det å kunne gjennomføre utforskende arbeid (Gyllenpalm et al., 2021). Videre påpeker Lederman et al. (2014) at både NOS og SI står nært knyttet til hverandre, men at forståelsen av disse perspektivene må undersøkes separat.

En nylig studie viste at majoriteten av elevene ikke oppnådde informert forståelse av SI når de jobbet med naturfaglige praksiser (Eliyahu et al., 2021). De fant at elevene hadde best forståelse av at konklusjoner må stemme overens med forskningsdataene, og at undersøkelser alltid starter med et spørsmål. Studien oppsummerer at studenter mangler forståelse av mange av perspektivene, noe som poengterer viktigheten med å integrere SI-perspektiver når elever jobber med naturfaglige praksiser. Forskerne foreslår videre at lærere bør få opplæring i undervisning rundt SI, for å oppnå bedre forståelse rundt dette (Eliyahu et al., 2021).

Gyllenpalm et al. (2021) ønsket å undersøke hvilke kunnskaper elever hadde om SI i den svenske delen av Lederman et al. (2014) sin internasjonale studie. Studien undersøkte om deltakelse i naturvitenskapelige praksiser ga økt forståelse av sentrale SI-perspektiver. Her ble VASI-instrumentet til Lederman et al. (2014) benyttet. Studien ønsket å avdekke hvilken forståelse 7. og 12. trinns elever hadde av SI, og hvordan denne var forskjellig. Studien fant at både 7. og 12. trinns viste lite informert forståelse av perspektivene. Lavest skår ble avdekket i perspektiv 7 som handler om hvordan vitenskapelige data ikke er det samme som vitenskapelige bevis, hvor 2,4 % hadde informert forståelse. Et interessant funn var at utviklingen i forståelse var overraskende lav selv om de eldste elevene hadde seks år lengre skoleerfaring (Gyllenpalm et al., 2021). Studien konkluderte med at disse resultatene i stor grad skyldes at lærebøker inneholdt et forenklet og lite eksplisitt søkelys på SI.

Studier som har gjort lærebokanalyser for å undersøke hvordan SI blir ivaretatt, har blitt utført på dansk lærebokverk (Estrup & Achiam, 2019), kjemibøker i Sverige og Finland (Vesterinen et al., 2013), og fysikkbøker for svenske videregående skoler (Hedrn & Jidesjö, 2010). Estrup & Achiam (2019) fant at beskrivelsene ofte var forenklet og ga grobunn for misforståelser. Vesterinen et al. (2013) fant videre at de kreative og sosiale aspektene ved SI ikke var eksplisitt beskrevet, og at dette kunne kobles mot et naivt syn på vitenskapen, som

har mer til felles med «den vitenskapelige metoden». Avslutningsvis fant Hedrén & Jidesjö (2010) at SI ikke blir systematisk gjennomgått, og kun referert til kort i ulike historiske sammenhenger.

2.9 Undervisning om NOS og SI

Naturfagsundervisning som inkluderer NOS er vurdert som et sentralt og viktig mål i flere land i verden (Kampourakis, 2016, s. 667). Studier på undervisning om NOS viser at elever ikke tilegner seg kunnskap om dette ved og kun delta i vitenskapelige praksiser (Lederman et al., 2019; Lederman et al., 2014). Videre har studier på dette området funnet at det er to faktorer som er av stor betydning (Abd-El-Khalick et al., 1998; Akerson et al., 2000). Den første innebærer at NOS bør inngå som et eget mål for undervisningen fremfor kun å bli et resultat av at elever deltar i vitenskapelige aktiviteter (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002). Med dette menes at læreren må planlegge undervisningen ved eksplisitt å innlemme NOS som en del av innholdet, på lik linje med andre temaer i naturfag (Park et al., 2020). Den andre er at undervisning om NOS bør sentreres rundt elevs refleksjoner omkring noe de har lært (Park et al., 2020). Når elever skal tilegne seg kunnskaper om NOS, er det som nevnt viktig at dette påpekes eksplisitt i undervisningen (Haug & Mork, 2021, s. 33). Dette støttes av en rekke studier. I Deng et al. (2011, s. 974) sin metaanalyse, og Cofré et al. (2019, s. 239) fant de at eksplisitte tilnærminger er mest hensiktsmessig og gir best resultater. I tillegg til å gjøre undervisningen eksplisitt påpeker McComas & Kampourakis (2015, s. 74) at læreren med fordel kan knytte NOS opp i mot både historiske og filosofiske perspektiver, og at dette settes inn i konteksten med hva de skal lære. Med dette menes hvordan læreren kan knytte historier om kjente vitenskapsmenn som Mendel, Darwin og Newton inn mot aktuelle deler av undervisningen, og hvordan disse kom frem til kunnskapen som de gjorde, altså hvordan NOS spiller inn (McComas & Kampourakis, 2015, s. 74). Videre som nevnt tidligere er det gjennom studier opparbeidet noen generelle perspektiver på NOS (Kampourakis, 2016, s. 669). Slike generelle NOS-perspektiver kan ha en god pedagogisk effekt ved og implementeres i undervisningen etter behov, og etter hva det skal undervises i. Et eksempel kan være elever som observerer i forbindelse med et forsøk hvor læreren da trekker inn hvordan observasjon og tolkning skiller seg fra hverandre. Slik påpekes dette eksplisitt for å gi elevene autentiske erfaringer rundt NOS (Kampourakis, 2016, s. 670–671). Dette samsvarer også med Clough (2011, s. 6) som ga sine studenter spørsmål knyttet til NOS i deres forsøksrapporter, og Clough (2006) som argumenterer for at NOS må planlegges i

sammenheng med det daglige vitenskapelige innholdet, slik at det de lærer også gjelder for autentisk vitenskap. Videre påpeker Petersen et al. (2020, s. 2) at elevers forforståelse av NOS blir trukket frem både før og etter NOS-undervisning, da studier har vist at forforståelsen elevene har med seg ofte baserer seg på misoppfatninger fra tidlig i skoleløpet (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a; Chen et al., 2013; Clough, 2006).

Lederman et al. (2019, s. 197-198) argumenterer for at elever må lære hvordan kunnskapen skapes i de ulike fagdisiplinene ved innsikt i naturvitenskapelige praksiser (SI), og forståelsen av NOS. Dette bør også innlemmes i læreplanene. Videre uttrykker Lederman et al. (2019, s. 202) at tilnærmingene til NOS som berører de ulike sidene ved de vitenskapelige disiplinene, er best egnet for elever med solid forståelse i faget. Dette samsvarer med Kampourakis (2016, s. 676) som mener at studenter først bør få en introduksjon av NOS gjennom generelle perspektiver, for deretter å lære om famililelighetstilnærmingen (FRA) for en mer avansert forståelse.

En studie som undersøkte effekten av lærere som deltok i utviklingsprogram for NOS-undervisning, fant at dette ga økt forståelse for lærere, at elevene fikk økt interesse for vitenskapelig praksiser, og en bedre forståelse av naturfagets rolle i hverdagen (Murphy et al., 2021).

3. Metode

3.1 Forskningsdesign

I arbeidet med å besvare forskningsspørsmålene i denne studien ble det brukt kvalitativ metode. Dette valget ble gjort for å få en bedre forståelse av hvordan elever reflekterer rundt sentrale perspektiver på NOS og naturvitenskaplige praksiser (SI). Dette ble undersøkt i en SWH-kontekst. I kvalitative studier er hovedformålet at en ønsker å kunne beskrive, skaffe seg en forståelse, og finne meninger hos andre mennesker (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 95). En sentral side ved kvalitativ forskning er å gi «tykke beskrivelser» av forskningen som er gjort, for på denne måten å gi leseren et bilde av forskerens og deltakerens perspektiv (Geertz, 1973). Innenfor kvalitativ forskning defineres flere ulike typer studier, og i denne studien ble en casestudie valgt for å belyse forskningsspørsmålene.

3.1.1 Case studie

En casestudie er en samlebetegnelse på ulike typer forskningsdesign, og har som hensikt å studere en case i en gitt kontekst hvor søkelyset rettes mot individer eller grupper, eller ulike aktiviteter eller organisasjoner (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 63). I casestudier står konteksten sentralt og spiller en viktig rolle (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 63). Konteksten i denne studien var elever som gjennomførte SWH-undervisning, hvor hensikten var å undersøke deres refleksjoner rundt NOS og SI. I en casestudie som denne så vil hver elev være en case i seg selv. Innenfor forskning har det vært diskusjoner om hvorvidt casestudier er en metodologi fremfor et forskningsdesign (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 63). Creswell (2013) og Merriam (1998), mener eksempelvis at casestudier er en forskningsstrategi eller en form for metodologi.

3.2 Elevenes bakgrunnskunnskaper

Elevene hadde i forkant av studien arbeidet med undervisningsopplegget «cella som system» som er utviklet av Naturfagsenteret. Dette tar for seg en systematisk gjennomgang av hvordan cellen er bygd opp. Her sammenligner elevene blant annet størrelser av ulike gjenstander for å få et bilde av hvor små celler er, undersøker rødløk i mikroskop, og lærer om ulike celletyper og oppbygning. Opplegget tok også for seg celleånding og fotosyntese, men dette ble gjennomgått på et senere tidspunkt mellom mine undersøkelser.

Utover dette hadde elevene tidligere jobbet noe med utforskende arbeid ved at de blant annet jobbet med ulike forsøk. De jobbet for eksempel med VGG-forsøket, som også er utviklet av Naturfagsenteret. I samme periode gjorde de også forsøk med natron og eddik hvor de blåste opp en ballong i arbeidet med kjemiske reaksjoner. Under pandemien som satte begrensninger for fysisk oppmøte på skolen og økt hjemmeundervisning, fikk elevene arbeide med et utforskende arbeid hjemmefra. Her skulle de finne og undersøke skruketroll, hvor oppgaven gikk ut på å utvikle et sted hvor disse små dyrene trivdes godt. Dette var en åpen oppgave som hadde lite føringer underveis, hvor elevene samarbeidet i grupper og avslutningsvis dokumenterte hvordan arbeidet ble gjort. En annen oppgave hvor de hadde arbeidet utforskende gikk ut på hvordan en lampe fungerer. Her undersøkte de materialers egenskaper, hvordan lys fungerer, hvilke materialer som var hensiktsmessig å bruke, re-bruk av brukte gjenstander, og hvilket design som kunne egne seg. Denne oppgaven var inspirert av Naturfagsenteret. De hadde også jobbet utforskende ved at de skulle forsøke å koke ulike væsker.

3.3 Den utforskende undervisningen

I forkant av studien ble det gjennomført et SWH-basert undervisningsopplegg hvor et forsøk med gjær stod i fokus. Undervisningsopplegget ble gjennomført i to klasser på 10. trinn, hvor hver klasse hadde rundt 20 elever, med en ganske jevn fordeling av gutter og jenter.

Undervisningen ble gjennomført over seks skoletimer fordelt på to uker. Hver klasse hadde tre timer hver, hvorav én time gikk til forberedelser, én time gikk med til forsøk, og én time til etterarbeid. For å ta i bruk SWH på en hensiktsmessig måte, ble jeg enig med veileder om at det måtte minimum tre undervisningstimer til. Jeg brukte PowerPoint (PP) som et ledd i undervisningen, noe jeg foretrekker for å skaffe oversikt for meg og elevene. Gjennom tidligere erfaringer har elever satt pris på dette. I forbindelse med opplegget fikk alle elevene utdelt et forskerhefte som de skulle bruke underveis. Dette inneholdt spørsmål som de skulle svare på underveis i forsøket. Disse gikk ut på hvilken variabel de skulle endre, hvordan de skulle måle, og valg av forskningsspørsmål og hypotese. I tillegg fikk de et tilsvarende spørsmål som de fikk på Padlet¹. Elevene skulle dermed lage egne forskningsspørsmål, bestemme hvilke variabler de ville endre, og hvilket utstyr de ønsket å bruke selv. NOS og SI

¹ Padlet er en nettbasert sky-tjeneste som fungerer som en oppslagstavle, hvor brukerne kan dele innhold med hverandre.

ble trukket inn i relevante sammenhenger i undervisningen, men begrenset seg som regel til generelle diskusjoner om hvordan forskere jobbet, og hvordan de gikk frem for å undersøke noe. Kreativitet ble trukket inn i noen sammenhenger.

3.3.1 Den første økten

Før den første undervisningsøkten (60 min), fikk elevene svare på en Padlet med følgende spørsmål: «Hva er typisk for hvordan forskere jobber?». Hensikten med dette åpne spørsmålet var for å aktivere forkunnskaper, og på den måten se om NOS ble belyst i deres refleksjoner. Padleten ble besvart som en del av undervisningen. I etterkant ble denne ansett som en mulig kilde til data, selv om den i utgangspunktet ble gjort som en del av vurdering for læring. Samme Padlet ble også besvart etter endt undervisning. Elevene ble oppfordret til å bruke egne navn og hvilken klasse de gikk i, slik at det var mulig å se hva de svarte før og etter undervisningen. Det ble gjort endringer i innstillingene så elevene ikke kunne se hva de andre skrev, og at de ikke kopierte hverandre.

Timen startet med å introdusere hva vi skulle gjøre gjennom opplegget, og de ulike målene for timen, som ble laget med utgangspunkt i følgende kompetansemål etter 10 trinn:

- stille spørsmål og lage hypoteser om naturfaglige fenomener, identifisere avhengige og uavhengige variabler og samle data for å finne svar
- analysere og bruke innsamlede data til å lage forklaringer, drøfte forklaringene i lys av relevant teori og vurdere kvaliteten på egne og andres utforskinger
- gi eksempler på dagsaktuell forskning og drøfte hvordan ny kunnskap genereres gjennom samarbeid og kritisk tilnærming til eksisterende kunnskap

(Kunnskapsdepartementet, 2019)

Læremålene som ble utviklet på bakgrunn av disse ble følgende:

- Kunne planlegge et eget forsøk
- Kunne lage et forskningsspørsmål
- Kunne reflektere rundt hvordan forskere arbeider og hvordan de kommer frem til ny kunnskap

Deretter ble elevene delt inn i grupper og fikk en tenk-par-del oppgave (heretter kalt TPD²), hvor de skulle reflektere over: «hva tror du forskere er opptatt av når de skal forske på noe?». Dette ble gjort for at elevene skulle aktivisere sine forkunnskaper ytterligere sammen i gruppe. Videre hadde vi en diskusjon i klassen hvor jeg delte noen av elevenes svar fra Padlet-oppgaven.

Deretter hadde vi en ny TPD som gikk ut på hva et forskningsspørsmål var, før vi diskuterte dette sammen. Elevene hadde gode innspill på dette, men siden flere hadde upresise svar så viste jeg et eksempel. Jeg brukte et eksempel rundt frøspiring og spurte elevene hvilke variabler som kan påvirke dette. Deretter fikk elevene komme med forslag til forskningsspørsmål hvor: «hvordan påvirkes frøspiring under forskjellige lysforhold», var et av forslagene.

Videre tok jeg frem to flasker som på forhånd var blandet med vann, sukker, og gjær, hvor den ene hadde varmt vann og den andre hadde kaldt vann (se bilde 1). Så ble elevene oppfordret til å diskutere hva flaskene kunne inneholde og hva som hadde skjedd. På dette tidspunktet tok jeg fatt på **steg 1 (LM)** hvor elevenes forståelse kartlegges ved at de lager tankekart i grupper. Deretter gikk vi gjennom gruppens forklaringer i plenum. Elevene svarte ganske ulikt slik at vi fikk noen gode diskusjoner. Noen trakk paralleller med natron og eddik forsøket, andre mente det hadde skjedd en kjemisk reaksjon, noen hadde ingen forslag, mens én gruppe foreslo at det kunne ha noe med celler og gjær og gjøre.

² Tenk-par-del (TPD) er en metode for å aktivisere elevens forkunnskaper, ved først å tenke selv, deretter å dele sine tanker med sidemann eller gruppe og til slutt dele med hele klassen.



Bilde 1: Flasker med vann, sukker og gjær med ulik temperatur

Etter gjennomgangen forklarte jeg at flasken inneholdt en levende organisme, og vi hadde en samtale rundt hva levende organismer trenger for å leve og hva de puster ut. For å sette de litt på sporet tok jeg frem en sjampinjong som et eksempel på en levende organisme. Dette førte til at de kom nærmere hva som kunne være i flasken. Etter hvert begynte elevene å trekke paralleller mot gjærsopp, baking, heving av deig, og at det her kunne være karbondioksid som blåste opp ballongen.

Steg 2 (LM) og **Steg 1 (EM)** ble dermed innledet ved at elevene diskuterte hva flaskene kunne inneholde før de begynte å planlegge forsøket. I planleggingsfasen fikk elevene i oppgave å finne ut hvilken variabel de skulle endre (suktermengde, vannmengde, gjærmengde, vanntemperatur, eller andre variabler). De fikk også i oppgave å finne ut hva de ville måle (volum av ballong, tid ballongen bruker på å blåse seg opp, eller andre ting). Vi

diskuterte bruk av variabler, og jeg presiserte viktigheten av kun å variere én om gangen. Elevene diskuterte videre hvordan de skulle registrere observasjonene på en systematisk måte, før de avslutningsvis lagde hypotese basert på forskningsspørsmålet. Under **steg 2 (LM)** og **Steg 1 (EM)**, ble det presisert og vektlagt viktigheten av nøyaktighet, samarbeid, observasjoner, og andre sentrale aspekter ved forskningsarbeid.



Bilde 2: Fremgangsmåten i planleggingsfasen til forsøket

3.3.2 Den andre økten

I den andre undervisningsøkten (60 min) hvor elevene gjennomførte forsøk, ble det gjort en oppsummering rundt bruk av variabler, forskningsspørsmål, hvordan elevene skulle måle, hva hypotese var, og hva som var viktig i forskningsarbeidet. I forkant hadde jeg klargjort naturfagrommet med mye forskjellig utstyr slik at elevene kunne velge selv.

Målene for denne økten var:

- Kunne utføre planlagt forsøk med selvvalgt utstyr
- Kunne jobbe systematisk, nøyaktig, og samarbeide med hverandre
- Kunne forstå viktigheten av å gjøre notater underveis



Bilde 3: Viser utstyret som ble lagt frem til forsøket

Elevene fikk utdelt forskerhefte før de begynte, og jeg presiserte viktigheten av å jobbe metodisk. Derfor fikk de beskjed om å planlegge i gruppene hvor ofte de skulle gjøre målinger/observasjoner, og om det kunne være fornuftig med video eller bilder underveis. Starten på forsøket utgjorde **steg 3 (LM)**. Når elevene begynte gikk jeg inn i mer passiv rolle, slik at de kunne få utforske og prøve seg ut på egenhånd. Jeg gikk rundt mellom gruppene og kom med veiledning hvis det var nødvending. Gruppene arbeidet godt, observerte nøye, og førte resultater i tabeller, men jeg la merke til at noen ikke var like påpasselige med bruk av variabler. Disse ble derfor utfordret og konkluderte raskt med utsagn som: «oi, vi glemte å passe på at temperaturen skulle være den samme, fordi vi skulle jo bare endre mengde gjær». Etter å ha diskutert dette konkluderte flere av gruppene at dette var en feilkilde som måtte med i rapporten.

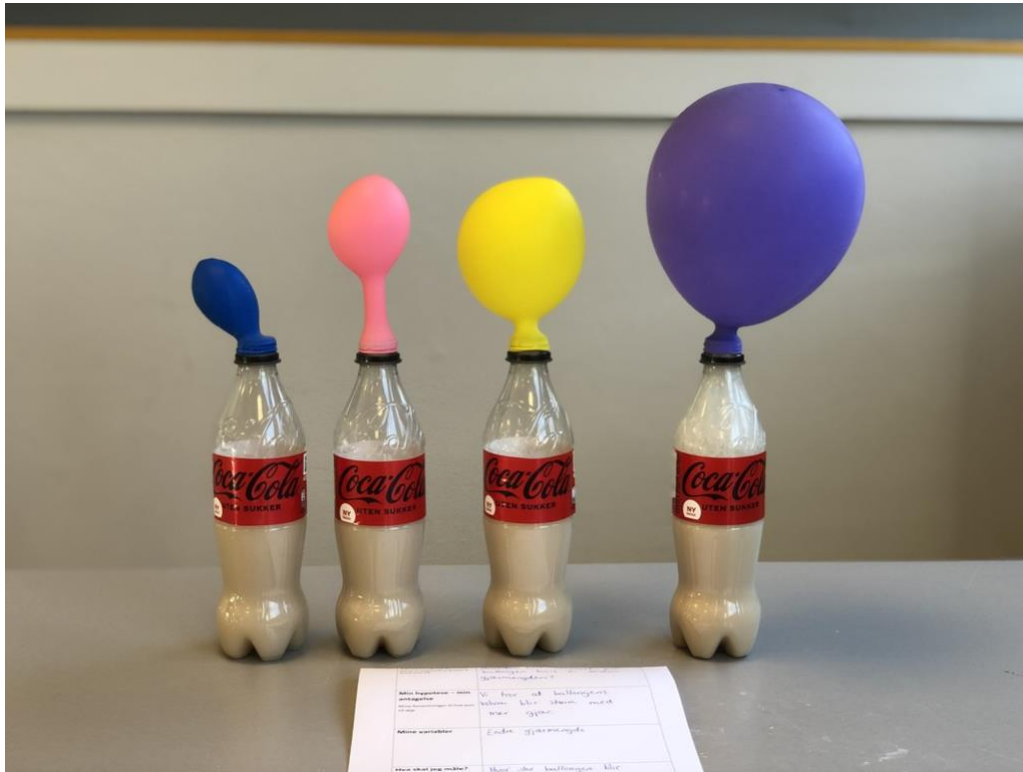
Etter forsøket begynte de med de tilhørende oppgavene. Disse inngikk som **steg 2, 3, 4 og 5 (EM)** og **steg 4 (LM)**. De jobbet individuelt med å besvare følgende spørsmål:

- Undersøkelser: Hva gjorde jeg (**steg 2**)?
- Observasjon: Hva så jeg (**steg 3**)?
- Påstander: Hva kan jeg påstå (**steg 4**)?
- Bevis: Hvordan kan jeg bevise påstandene mine (**steg 5**)?

Etter å ha besvart spørsmålene startet **steg 5 (LM)**, hvor elevene delte og sammenlignet svar i gruppa. Her skulle de diskutere observasjonene, hvilke påstander de kunne komme med basert på observasjonene, og hvilke bevis de kunne legge til grunn for påstandene.

Forskningsspørsmål <small>Dette er spørsmål vi ønsker å finne svar på</small>	Hvordan blir volumet på ballongen hvis vi endrer gjærmengden?
Min hypotese – min antagelse <small>Mine forventninger til hva som vil skje</small>	Vi tror at ballongens volum blir større med mer gjær.
Mine variabler	Endre gjærmengde
Hva skal jeg måle?	Hvor stor ballongen blir

Bilde 4: Viser utdrag fra elevenes forskningshefte



Bilde 5: Viser flasker med ulik gjærmengde fra den ene gruppen

3.3.3 Den tredje økten

I den siste økten (60 min) gjorde elevene etterarbeid til forsøket. Mellom andre og tredje økt fikk elevene undervisning i celleånding med egen lærer, da jeg skulle ha samling på høgskolen. Derfor innledet jeg timen med en kort oppsummering av aerob og anaerob celleånding.

Målene for denne økta var:

- Kunne forklare hva celleånding er
- Kunne reflektere rundt hvordan forskere arbeider og hvordan de kommer frem til ny kunnskap
- Kunne sammenligne egne resultater med andre fagkilder

Videre gjorde elevene seg ferdig med **steg 5 (LM + EM)**, siden dette ikke ble fullført i andre økt. Deretter hadde vi en gjennomgang rundt feilkilder, hva en kunne lære av å jobbe på denne måten (SWH), hvordan de var kreative underveis, om de ville gjort noe anderledes, og

hvordan de jobbet som forskere. Vi snakket også om dagsaktuell forskning rundt utvikling av Covid-19 vaksine, for å sette forskningsarbeid i en samfunnsmessig kontekst.

Deretter arbeidet elevene med **steg 6 (LM + EM)**, hvor de skulle sammenligne egne hypoteser, resultater, og oppfatninger med andre fagkilder. Her ble det brukt en faktatekst om gjær fra Idun. Denne teksten belyste hvilke forhold gjær trives best under og hvordan gjær fungerer. Videre gjennomgikk vi en faktatekst om celleånding slik at elevene fikk sammenlignet forklaringene de gjorde i forbindelse med forsøket.

Etter dette gjenstod kun **steg 7 (LM + EM)**. Her skulle elevene skrive en ny forklaring på hva som hadde skjedd i flasken fra første time for å undersøke hvordan deres oppfatninger hadde endret seg. Videre besvarte de den samme Padleten fra tidligere på nytt, før de arbeidet videre med rapporten som var en del av **steg 7 (LM)**.

Etter økten var avsluttet hadde jeg ikke mer kontakt med elevene før intervjuet.

3.4 Intervju som metode

I denne studien var målet å få frem elevens refleksjoner rundt sentrale NOS-perspektiver og naturvitenskapelige praksiser (SI). Intervju ble derfor benyttet som forskningsmetode for å få frem deres refleksjoner. Ved at informantene utdyper sine svar, er dette med på å få frem deres personlige tanker og synspunkter (Wessel Svenkerud, 2021, s. 92). En utfordring ved intervjuer er at forskeren hele tiden må foreta mer eller mindre raske beslutninger underveis, som for eksempel å be om utdypende svar, bekrefte svar, eller om en skal gå videre uten videre oppfølging (Wessel Svenkerud, 2021, s. 97). Dette innebærer at intervjueren klarer å beherske ovennevnte faktorer i intervjusituasjon, og i tillegg har en god forståelse for temaene som belyses (Wessel Svenkerud, 2021, s. 97). Videre er det hensiktsmessig at litteraturen som intervjuguiden baseres på er gjennomgått på forhånd for å ha en forståelse for relevant forskning, og for å stille aktuelle spørsmål til informantene. Dette er også viktig for å ha en forståelse av funnene en gjør, og om de tilfører forskningen noe nytt (Wessel Svenkerud, 2021, s. 98). Intervjuformen som ble benyttet under prosjektet var semistrukturert. Innenfor kvalitativ forskning er bruk av det semistrukturerte intervjuet den mest anvendte metoden (Wessel Svenkerud, 2021, s. 96).

Semistrukturert intervju vil være hensiktsmessig da det er med på å fremme informantens perspektiv (Kvale & Brinkmann, 2015). I det semistrukturerte intervjuet kan en endre

rekkefølgen på spørsmålene hvis det faller seg naturlig, ved å stille oppfølgingsspørsmål for å innhente ytterligere informasjon (Kvale & Brinkmann, 2015). Spørsmålene som stilles må operasjonaliseres slik at de kan klare å fange opp de svarene en ønsker å finne svar på. En fornuftig tilnærming ved bruk av kvalitative intervjuer er at en starter med noen innledende spørsmål for å etablere en god dialog med informanten, før en går inn på spørsmålene i intervjuguiden (Johnsen, 2018, s. 204). I arbeidet med intervjuene forsøkte jeg å tenke over de ulike faktorene som er nevnt her.

3.4.1 Utformingen av intervjuguiden

Når en skal utføre et intervju må dette planlegges i form av en intervjuguide (Wessel Svenkerud, 2021, s. 96). Dalen (2011) understreker at dette er forutsetning for gjennomføringen av den forskende samtalen. Videre påpeker Johnsen (2018, s. 204) at dette er spesielt viktig når en utfører semi- eller halvstrukturerte intervjuer. Hensikten med intervjuguiden er at dataene som samles inn skal kunne belyse problemstillingen og forskningsspørsmålene i oppgaven (Johnsen, 2018, s. 204).

Kvale og Brinkmann (2015, s. 162-163) trekker frem at intervjuguiden må ta høyde for den teoretiske dimensjonen med tanke på problemstillingen for oppgaven og det menneskelige aspektet, for på denne måten å skape en god intervjusituasjon. Kvale og Brinkmann (2015) fremhever også viktige fokuspunkt for intervjuguiden som bør vektlegges. Spørsmålene bør være klare og entydige og ta høyde for om informanten har tilstrekkelig kunnskap til å besvare spørsmålene. Videre bør en vurdere om spørsmålene kan være for sensitive, om de gir rom for ulike oppfatninger, og at de ikke blir for styrende slik at informantens erfaringer ikke kommer frem. Intervjuguiden i denne studien er basert på de syv perspektivene på NOS, som ble utviklet av Lederman et al. (2002, s. 509) sin VNOS-C intervjuguide. Denne intervjuguiden ble valgt på grunn av dens validitet som er beskrevet i teori-kapittelet. Intervjuguiden inneholdt også spørsmål rettet mot de naturvitenskapelige praksisene elevene deltok i.

Elevene fikk utfyllende spørsmål som kan studeres nærmere i vedlegg 2, men her var hovedessensen av spørsmålene rundt NOS følgende:

1. Kan du med egne ord forklare hva vi mener med naturvitenskap?
2. Hvordan vil du skille begrepene observasjon og forskning?
3. Hva er forskjellen på en lov og en teori?
4. Er forskere kreative?
5. Av og til kan forskere komme til ulike konklusjoner, hva kan være grunnen til dette?
6. Påvirkes forskere av sosiale, kulturelle eller politiske faktorer?
7. Hva er et eksperiment?
8. Hvordan ser en plantecelle eller dyrecelle ut?
9. Bruker forskere forskjellige metoder, når de forsker på noe?
10. Påvirker utviklingen av ny teknologi naturvitenskapen?
11. Kan teorier i naturvitenskapen måtte endres eller forkastes i fremtiden?

Rundt de naturvitenskapelige praksisene elevene deltok i fikk de spørsmål hvor hovedessensen var følgende:

1. Hvordan arbeidet dere som forskere?
2. Hva er hensikten med å komme med påstander, og at disse må forsvares?
3. Hvorfor diskuterte og sammenlignet dere resultater?
4. Hva kan en lære av å jobbe med slike metoder (praksiser)?

3.4.2 Pilotintervjuet

I forkant av et intervju vil det være hensiktsmessig å foreta et pilotintervju, slik at en får prøvd ut intervjuguiden i forkant. Dette kan gi svar på om noe må redigeres, og om spørsmålene som stilles gir de svarene en ønsker å finne svar på (Dalen, 2011). Pilotintervjuet er også hensiktsmessig for å teste at utstyret fungerer som det skal slik at en kan fokusere på samtalen underveis (Johnsen, 2018, s. 205). Videre er det en verdifull erfaring å få prøve seg i intervjusituasjonen (Johnsen, 2018, s. 205).

Pilotintervjuet ble gjennomført med en medstudent i naturfag som kunne gi meg konstruktive tilbakemeldinger på gjennomføringen. I etterkant av pilotintervjuet ble det gjort noen endringer som ga en mer tydelig spørsmålstilling og et noe enklere språk tilpasset målgruppen. Det ble også lagt til noen støttespørsmål hvis hovedspørsmålene var krevende.

Videre ble det testet at alt elektronisk utstyr fungerte som planlagt. Selv om det ikke ble gjort de helt store endringene, skapte dette en ekstra trygghet inn mot intervjuene.

3.4.3 Intervjukonteksten

Gjennomføringen av intervjuene ble gjort ved den aktuelle skolen. Valg av rom ble gjort i samråd med kontaktlæreren, og var et grupperom som elevene var fortrolig med.

Grupperommet var romslig slik at jeg og informantene kunne sitte på hver vår side av et større bord. Det ble kjøpt inn litt kjeks og drikke, slik at intervjusituasjon skulle oppleves mest mulig uformell og hyggelig for informantene. Det ble innledningsvis informert om anslått tidsforbruk som også var nevnt i samtykkeskjema. Før vi startet hadde jeg en innledende samtale med elevene om bakgrunnen for intervjuet, hvilke rettigheter de hadde, forsikret meg om at de var fortrolige, og at samtykkeerklæringen var signert av foresatte. Et par av informantene bar preg av å være litt nervøse, og uttrykte at de var litt engstelige for å svare feil, eller si noe dumt. Jeg forsikret dem om at intervjuets hensikt var å få frem refleksjoner og at det ikke fantes gale eller riktige svar for å minimere prestasjonsangst. Etter de innledende samtale hadde samtlige senket skuldrene og var fortrolige med konteksten de var i.

3.5 Utvalget

Dalen (2011) påpeker at utvalget av informanter ofte er lite beskrevet innenfor kvalitativ forskning. Det er derfor viktig at en har et kritisk blikk på hvordan en samler inn informasjonen til studiet (Johnsen, 2018, s. 202). Antall informanter vil ha innvirkning på fremgangsmåten i analysen. Hvis det er for mange kan det være vanskelig å gå i dybden, og hvis det er få kan det bli utfordrende å trekke konklusjoner (Johnsen, 2018, s. 202). Dalen (2011) påpeker at utvalget forutsetter at forskeren har praktisk innsikt, samt innehar et teoretisk grunnlag for hvilke informanter som skal delta. I denne studien ble det foretatt et utvalg basert på elever som meldte seg frivillig. Rekrutteringen ble gjort ved å informere klassene, og de som ønsket å delta kunne kontakte meg eller kontaktlærer. Totalt meldte 8-10 elever interesse. Siden det var flere elever enn det var behov for, ble det foretatt en utvelgelse sammen med kontaktlærer. Elevene fikk med seg samtykkeskjema som ble underskrevet av foresatte, og returnert til meg. Utvelgelsen ble foretatt ut ifra følgende kriterier:

1. Eleven måtte ha besvart padlet 1 og padlet 2.
2. Eleven måtte ha levert rapporten i forbindelse med forsøket som ble gjort.
3. Eleven måtte ha deltatt i alle undervisningsøktene.
4. Elevene måtte være komfortable i en intervjusituasjon med en voksen.

Sistnevnte ble vurdert med hjelp fra klassens kontaktlærer, som kom med anbefalinger. Etter dialog med veileder kom vi frem til at fire til seks elever var tilfredsstillende. Det totale antallet endte til slutt med fire, da én ble syk, og én trakk seg. De fire kandidatene var alle høyt presterende elever. Med tanke på studiens omfang ble det ansett fornuftig å sette søkelys på én gruppe, da utvalget var av en slik størrelse. Elevene hadde gode karakterer både i naturfag og resterende fag på skolen.

3.6 Påvirkningsfaktor for resultater

Pålitelighet og gyldighet

En positiv faktor for gyldigheten til studien var at intervjuene ble gjort på bakgrunn av Lederman et al. (2002, s. 509) sitt spørreskjema med tilhørende perspektiver. Videre ble det benyttet et rammeverk for analyse fra tidligere studier (Kartal et al., 2018, s. 5; Øyehaug & Dale, 2022). I tillegg ble anbefalingene til Lederman et al. (2002, s. 511) fulgt når det gjaldt gjennomføringen av intervjuet. Eksempler på dette var hvordan jeg utførte intervjuet under kontrollerte omstendigheter og avklarte forventninger innledningsvis. Disse metodiske fremgangsmåtene vil kunne sies å være styrker ved studien, ved at de baserer seg på tidligere studier.

Faktorer som kan ha påvirket negativt var egen erfaring med SWH, og erfaringer fra intervjusituasjonen. Hvordan jeg utførte undervisningen og om denne var tilfredsstillende, kan ha påvirket resultatet. Dette kan for eksempel hatt betydning for hvordan og hvilke oppfølgingsspørsmål jeg stilte til elevene, og om jeg stilte for ledende spørsmål. Lederman et al. (2002, s. 511) poengterer at det må tas hensyn til hvordan en stiller spørsmål, og at disse ikke blir for ledende med tanke på analysen. Dette kunne blitt løst ved at elevene hadde fått et spørreskjema innledningsvis som la grunnlag for eventuelle oppfølgings- og utdypende spørsmål. Den ene klassen fikk alltid undervisning etter den andre, slik at det selvopplevde inntrykket var at denne fløt noe bedre. Selv om elevene fikk de samme spørsmålene og gjorde tilsvarende refleksjoner, kan dette ha påvirket undervisningen. Den ene klassen var også mer

aktive muntlig. Det er også et sentralt spørsmål om hvorvidt SWH-opplegget hadde innvirkning på elevenes refleksjoner rundt NOS og SI. Videre gikk undervisningen bare over 3 undervisningsøkter, noe som med fordel kunne vært utvidet hvis muligheten for dette hadde vært til stede.

Som et ledd i påliteligheten og gyldigheten til studien kan det være hensiktsmessig å bruke triangulering. Triangulering betyr at man tar i bruk flere datainnsamlingsmetoder og kilder for å belyse problemstillingen (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 236–237).

Denne oppgaven tok utgangspunkt i å bruke triangulering, men til slutt var det bare de semistrukturerte intervjuene som ble benyttet. Postholm & Jacobsen (2018, s. 237), anbefaler forøvrig at masterstudenter bruker én kilde til data for og ikke miste oversikten i studiet. Siden målet var å undersøke elevens refleksjoner ble det forsøkt ulike metoder for datainnsamling. Innledningsvis besvarte elevene en Padlet, som de også gjorde etter endt undervisning. Padletene ble likevel vurdert som irrelevante siden elevene fikk ulik tid til å besvare dem, og at de bar preg av å bli gjort uten særlig refleksjon. Videre skrev elevene forsøksrapporter som inneholdt et tilnærmet likt spørsmål. Dette resulterte i at flere kopierte teksten direkte fra Padlet, slik at dette heller ikke ble tatt med.

Overførbarhet

Overførbarheten og generalisering sier noe om hvorvidt resultatet fra et studie kan overføres til lignende kontekster, eller har sammenheng med tidligere studier (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 238–239). For å få til dette er det viktig å beskrive forskningsprosessen på en transparent måte slik at leseren kan forstå prosessen som en selvopplevd situasjon.

Forskningsprosessen i denne oppgaven er forsøkt forklart etter beste evne, for at den på denne måte kan gjøres reproducerbar for forskere og studenter som vil angripe en lignende problemstilling. Postholm & Jacobsen (2018, s. 239) trekker frem metaforen «tykke beskrivelser», som betyr at leseren kan bruke teksten som et tankeredskap til egen praksis. På denne måten kan leseren la seg inspirere og tilpasse innholdet til eget arbeid (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 239).

3.7 Rammeverk for analyse av data

I denne oppgaven ble analysen av det første forskningsspørsmålet gjort med utgangspunkt i de syv ulike NOS-perspektivene som er beskrevet av Lederman et al. (2002, s. 499-502).

Disse kategoriene var: (1) tolkning av empiri, (2) lover og teorier, (3) kreativitet, (4) subjektivitet, (5) sosial og kulturell påvirkning, (6) naturvitenskapelige metode, og (7) tentativitet. Bakgrunnen for denne avgjørelsen var for å undersøke hvordan elever reflekterer rundt NOS i en SWH-kontekst, og fordi disse NOS-perspektivene har et mindre kompleksitetsnivå, og derfor egner seg mot undervisning av elever i grunnskolen i følge Lederman et al. (2002, s. 499).

Som teoretisk rammeverk for analysen ble Kartal et al. (2018, s. 5) og Øyehaug & Dale (2022) brukt for å vurdere elevenes forståelse av naturvitenskap. Kartal et al. (2018, s. 4) bruker tre ulike nivåer av forståelse for å beskrive hvordan informanter oppfatter NOS. Disse er: *naive*, *eclectic* og *informed*. I likhet med Kartal et al. (2018), benyttet Øyehaug & Dale (2022) kategoriene: *naiv*, *delvis* og *informert*. Lederman et al. (2002, s. 514) benyttet på sin side: *more naive views* og *more informed views*. Med bakgrunn i elevenes uttalelser anså jeg det mer passende å bruke tre kategorier da disse var mer beskrivende for utvalget.

Jeg fant det naturlig å oversette det første og tredje nivået fra engelsk til norsk, altså til *naiv* og *informert* forståelse, slik som Øyehaug & Dale (2022). Det andre nivået derimot som Kartal et al. (2018, s. 4) betegner som «*eclectic*», forklares slik på norsk: «begrepet brukes også for å betegne en person eller et uttrykk som blander elementer fra ulike områder eller stiler for å skape nye løsninger» (Nilstun, 2019). Jeg forstod derfor ordet *eklektisk* som en person som blander elementer fra ulike områder, og som kommer med selvmotsigende og uklare påstander, og derfor har en ufullstendig eller delvis forståelse. Kartal et al. (2018, s. 4) beskriver *eclectic* som det å ha inkonsekvente og motstridende utsagn rundt ulike NOS-perspektiver. Derfor fant jeg det passende å bruke *delvis* forståelse for nivå to, på lik linje med Øyehaug & Dale (2022). Med bakgrunn i dette ble de ulike nivåene for analysen beskrevet som: *naiv*, *delvis* og *informert* forståelse. For å systematisere dette ble de teoretiske rammeverkene til Kartal et al. (2018, s. 5) og Øyehaug & Dale (2022) organisert inn i en tabell og tilpasset egen studie.

De ulike kategoriene som definerer elevenes forståelse beskrives slik:

Naiv – utsagnene gir utilstrekkelige forklaringer og manglende forståelse for NOS.

Delvis – utsagnene er inkonsekvente og bærer preg av motstridende synspunkter rundt NOS.

Informert – utsagnene er konsistente og stemmer overens med det aktuelle NOS-perspektivet.

I forbindelse med det andre forskningsspørsmålet ble Lederman et al. (2014, s. 68-71) sine SI-perspektiver brukt som grunnlag for å undersøke hvordan elevene reflekterte rundt naturfaglige praksiser. I tidligere studier som Gyllenpalm et al. (2019) og Lederman et al. (2014) har studentene besvart et spørreskjema (VASI) som omhandler SI, hvor de svarer direkte opp imot disse, på lik linje med VNOS. Dette ble ikke gjort i denne studien, siden disse SI-perspektivene ble ansett som en interessant faktor et stykke ut i arbeidet. Derfor ble analysen gjort ut ifra hvilke perspektiver elevenes refleksjoner kunne knyttes mot, ved bruk av det samme datamaterialet på spørsmål som rettet seg direkte mot undervisningen.

3.7.1 Analysen av datamaterialet

Analysen baserte seg på transkripsjoner av intervjuene. Under analysen av intervjuene ble det benyttet fargekoder for å markere sitatene hvor elevene uttrykte seg rundt NOS-perspektivene. Siden intervjuguiden hadde ulike fargekoder, ble de samme fargene benyttet under kodingen for å gjøre arbeidet oversiktlig (se vedlegg 2). Under kodingen ble det gjort kommentarer underveis for å understreke tanker jeg hadde under analysen. Dette gjorde det enklere ved neste gjennomgang. Videre fant jeg det fornuftig å gå gjennom alle intervjuene på nytt av to grunner. Den ene var for å renskrive elevenes utsagn, slike at meningene kom tydeligere frem, og den andre for å sortere utsagnene i de respektive kategoriene. Dette gjorde analysen mer oversiktlig. Utsagnene ble deretter kodet ut ifra det teoretiske rammeverket. I noen tilfeller var det vanskelig å kategorisere utsagn, slik at jeg måtte gjøre flere vurderinger rundt dette, eller undersøke uttalelser som berørte samme NOS-perspektiv.

Under kodingen av elevers refleksjoner rundt NOS hadde jeg flere samtaler med veileder slik at vi kunne diskutere disse sammen. Det var til stor hjelp med arbeidet som til tider kunne oppleves utfordrende. Noe som var spesielt utfordrende var å skille mellom hvilke kategorier elevene skulle plasseres i, eller hvis en elev lå i grenseland til en annen. På bakgrunn av dette måtte jeg flere ganger justere kategoriene for å få de mest mulig spesifikke, og tilpasset elevgruppen. I samråd med veileder ble vi enige om at den første runden med analysen hadde vært litt snill med graderingen av elevene, slik at det var få eller ingen uttalelser som ble gradert til *naiv*, og de fleste hadde *delvis* eller *informerte* uttalelser. Grunnen til dette var at mange av uttalelsene innfridde eksempelvis *delvis* eller *informert* forståelse, selv om utsagnene bar preg av et upresist språk. Vi ble derfor enige om at det i tillegg til innholdet i utsagnene, også ble tatt en vurdering av hvor presist de ordla seg, slik at listen ble satt litt

høyere for å oppnå *informert* forståelse. Videre ble det bestemt at elevuttalelser som ble gradert til *informert* måtte knytte naturvitenskap eller forskning i sine svar. Basert på dette prøvde jeg å finne eksempler på hva som kunne kjennetegne de ulike graderingene slik at det ble lettere å analysere transkripsjonene. Vi hadde også et seminar på høgskolen hvor en medstudent fikk et utdrag av elevsitater som skulle analyseres ved hjelp av kodingstabellen. Det å få en medstudent til å forsøke å kode elevenes forståelse, var veldig lærerikt. Videre diskuterte vi noen utfordringer med analysen hvor jeg fikk noen gode innspill.

De samme prinsippene som er nevnt her ble også gjort med elevenes refleksjoner rundt naturvitenskapelige praksiser. Lederman et al. (2014, s. 66) påpeker forskjellen mellom NOS og SI, ved at NOS omhandler hvordan egenskapene til naturvitenskapelig kunnskap er påvirket av hvordan den produseres, mens SI er selve prosessen som ligger til grunn for hvordan denne kunnskapen produseres. Derfor mener Lederman et al. (2014) at disse bør undersøkes separat, slik det ble gjort i denne oppgaven. Kodingstabellen for elevers forståelse av NOS, er vist under i tabell 2.

Tabell 2: Kodingstabell for elevers forståelse av NOS, utviklet med bakgrunn i Kartal et al. (2018, s. 5) og Øyehaug & Dale (2022), og tilpasset egen studie.

Kategori	Naiv (1)	Delvis (2)	Informert (3)
(1) Tolkning av empiri	Viser lite forståelse for at naturvitenskapelig kunnskap er basert på empiri. Har naiv forståelse av forskjellen mellom observasjon og tolkning	Forstår at naturvitenskapen er basert på empiri. Kan forklare hva vi mener med observasjon eller tolkning, men har upresise synspunkter for hvordan empiri alltid må tolkes	Forstår at naturvitenskapen er basert på empiri. Kan forklare observasjon og tolkning, og evner å se sammenhengen mellom disse, og at observasjoner alltid må tolkes
(2) Teorier og lover	Ser på teorier i naturvitenskap som usikker kunnskap, som kan bli til lover og dermed oppnå høyere status hvis det foreligger bevis. Har upresis kunnskap om lover og teorier.	Forstår at teorier er og lover er to forskjellige former for kunnskap, men har manglende forståelse av forskjellen, eller koblingen mellom disse.	Forstår at teorier er velbegrunnede innenfor naturvitenskapen, og kan skille mellom lover og teorier. Forstår at både lover og teorier kan endres.
(3) Kreativitet	Anser ikke kreativitet som en del av naturvitenskapelig kunnskap og dens utvikling.	Forstår at kreativitet påvirker naturvitenskapen. Har inkonsekvente synspunkter rundt hvordan, og i hvilke sammenhenger kreativitet påvirker naturvitenskapen.	Forstår at kreativitet og oppfinnsomhet står helt sentralt og gjennomsyrrer vitenskapelige prosesser.
(4) Subjektivitet	Tror naturvitenskapen er objektiv og at den ikke påvirkes av personlige faktorer. Forstår ikke at teorien påvirker kunnskapsutviklingen.	Forstår at forskere kan tolke data ulikt, både basert på deres faglige bakgrunn, personlige verdier, og tro. Har delvis forståelse av teoriens påvirkning av kunnskapsutvikling.	Forstår at forskere kan tolke data ulikt, både basert på deres faglige bakgrunn, personlige verdier, og tro. Har informert forståelse av teoriens påvirkning av kunnskapsutvikling

(5) Sosial og kulturell påvirkning	Tror at naturvitenskapen er nøytral og at den ikke påvirkes av sosiale og kulturelle faktorer.	Forstår at naturvitenskapen kan påvirkes av sosiale og kulturelle faktorer, men uttrykker ikke at den både påvirker og påvirkes av disse faktorene.	Forstår at sosiale og kulturelle faktorer påvirker naturvitenskapen, samtidig som naturvitenskapen kan påvirke samfunnet.
(6) Metoder	Tror at det er kun én stegvis metode for å tilegne seg vitenskapelig kunnskap.	Forstår at det finnes en universell metode innen naturvitenskapen, men som ikke nødvendigvis er stegvis. Forstår at forskere kan praktisere forskjellig, men ikke at de bruker ulike metodiske tilnærminger.	Forstår at det finnes flere ulike metoder som hypotetisk-deduktiv metode innenfor naturvitenskapen, og at det brukes ulike fremgangsmåter basert på hva forskere ønsker å tilegne seg kunnskap om.
(7) Tentativ	Mener at naturvitenskapelig kunnskap er endelig og absolutt.	Tror at deler av naturvitenskapelig kunnskap kan forandres med tilgang på ny informasjon.	Anser all naturvitenskapelig kunnskap som foranderlig, og at tilgang på ny informasjon eller ny tolkning av eksisterende kunnskap kan føre til endringer.

3.8 Forskningsetiske perspektiver

Når en intervjuer elever under myndig alder er det nødvendig å innhente tillatelser fra deres foresatte før intervjuet starter (Dalen, 2011). Videre er det viktig å ta hensyn til etiske prinsipper. Dette omhandler at det skal være frivillig å delta, og at en kan droppe ut hvis en ønsker det. Samtidig må kandidatene få innsikt i hva som er hensikten med undersøkelsen og hvordan dataene skal behandles. Det er viktig at kandidatene forstår informasjonen de blir gitt. Kandidatene har krav på privatliv, og det skal tas hensyn til personopplysninger. Kandidatene skal få innsikt i informasjonen for å forsikre at den er korrekt gjengitt. Det må foreligge godkjenning fra NSD i forbindelse med studien (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 246–253).

Elevene som deltok, fikk informasjon om at det var frivillig å delta, og at de når som helst kunne forlate prosjektet. Elevene fikk informasjon om prosjektet, og om hvordan informasjon skulle bli oppbevart. Elevenes navn er byttet ut med fiktive navn for å ivareta anonymitet. Skolen er ikke blitt navngitt i oppgaven. Innhenting av godkjenning fra NSD ble utført som normalt ved innsending av søknad for prosjektet, og et utkast av intervjuguiden. Det tok en måned før endelig godkjenning var på plass den 3. november. Dataene som ble innhentet ble oppbevart på forsvarlig måte ved bruk av elektronisk nettskjema fra Universitet i Oslo, og passord-beskyttet ekstern harddisk.

4. Resultater

I denne delen av oppgaven vil jeg legge frem resultater fra analysen basert på de transkriberte semistrukturerte intervjuene som tok utgangspunkt i Lederman et al. (2002, s. 509) sin VNOS- C intervjuguide. NOS-utsagnene ble kodet ut ifra analytiske rammeverket til Kartal et al. (2018, s. 5) og Øyehaug & Dale (2022) etter kategoriene *naiv, delvis og informert forståelse*. Videre blir resultatene om hvordan elevene reflekterer rundt naturvitenskapelige praksiser sett i sammenheng med Lederman et al. (2014, s. 68-71) sine SI-perspektiver presentert.

4.1 Elevenes forståelse av naturvitenskapens egenart (NOS)

Først vil det være en samlet oversikt, før resultatene for hver enkelt elev presenteres. Utvalgte sitater er trukket frem så alle perspektivene blir belyst. De mest interessante utsagnene fra intervjuene ble benyttet. Resultatene blir fremstilt i radar-diagrammer.

Alle de fire elevene demonstrerte forståelse som lå på et ganske likt nivå. Samtlige elever ble gradert til delvis forståelse i perspektivene: *naturvitenskapelig empiri, kreativitet, subjektivitet, metoder og tentativitet*. Videre viste alle naiv-forståelse av *naturvitenskapelige teorier og lover*, hvor de viste de lite og upresis kunnskap. Ingen kunne gi en god forklaring på hva en naturvitenskapelig teori eller lov var, og en typisk forklaring var at lover var sikker kunnskap, mens teorier var usikker kunnskap. Videre ble det nevnt at når teorier ble bekreftet, så ble disse lover som et resultat. Ingen uttalte heller at teorier er basert på empiri. Kún to av elevene demonstrerte informert forståelse, og dette gjaldt *sosial og kulturell påvirkning*. Her viste de forståelse for at naturvitenskapen påvirker og blir påvirket av sosiale, kulturelle faktorer.

4.1.1 En oversikt over informantene.

Tabell 3: Oversikt over elevenes forståelse av de ulike NOS-perspektivene

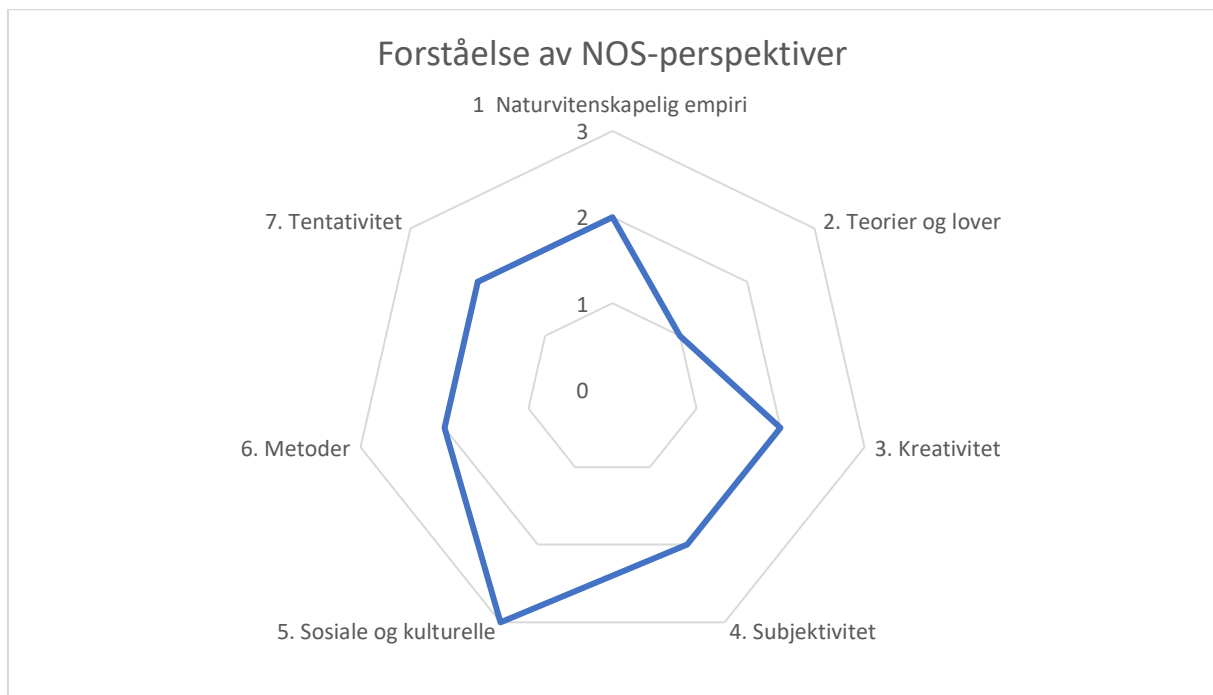
Kategori	Thomas	Jonas	Elise	Karoline
Naturvitenskapelig empiri	Delvis (2)	Delvis (2)	Delvis (2)	Delvis (2)
Teorier og lover	Naiv (1)	Naiv (1)	Naiv (1)	Naiv (1)
Kreativitet	Delvis (2)	Delvis (2)	Delvis (2)	Delvis (2)
Subjektivitet	Delvis (2)	Delvis (2)	Delvis (2)	Delvis (2)
Sosial og kulturell	Informert (3)	Delvis (2)	Informert (3)	Delvis (2)
Metoder	Delvis (2)	Delvis (2)	Delvis (2)	Delvis (2)
Tentativ	Delvis (2)	Delvis (2)	Delvis (2)	Delvis (2)



Figur 1 : Elevenes gjennomsnittlige forståelse av de ulike NOS-perspektivene

4.2 Resultater Thomas

Thomas demonstrerte delvis forståelse innenfor: *naturvitenskapelig empiri, observasjon og tolkning, kreativitet, subjektivitet, metoder og tentativitet*. Han utviste naiv forståelse av *teorier og lover*, men demonstrerte informert forståelse av *sosial og kulturell påvirkning*. Utvalgte sitater er valgt på bakgrunn av forståelsen av *teorier og lover* og *sosial og kulturell påvirkning*, hvor han viser henholdsvis naiv og informert forståelse. Resterende er valgt på grunn av uttalelser som er relevante. Resultatene er oppsummert i figur 2.



Figur 2: Thomas sin forståelse av de ulike NOS-perspektivene

Naturvitenskapelig empiri

Her er han gradert til delvis forståelse. Thomas forstod forskjellen mellom observasjon og tolkning, og at naturvitenskapen er basert på empiri. Han uttalte seg på følgende måte da han ble spurt om skillet mellom observasjon og tolkning:

Observasjon er jo, det du enten ser, hører lukter eller opplever da, mens tolkning er det du tror skjer. Så du kan jo tolke at ... eh ... eller observasjon da at du ser det blir gass i flasken, så kan du tolke det som at det er noe gassutveksling i flasken eller om det er noe som utvider seg eller noe sånt da.

Videre forklarte han seg på følgende måte da han ble spurt om han trodde at ulike mennesker tolket på forskjellige måter:

Ja, det er veldig individuelt, tror jeg. Hvilket miljø du er i og ... hvor du kommer fra da. Også har du egne tanker og synspunkter om hva du tror kan være ... ting som skjer da.

Thomas beskriver at observasjon oppfattes med sansene, som er riktig, men sier ingenting om at observasjoner skal tolkes. Videre poengterer han at tolkning er noe man tror skjer, og trekker paralleller til gjær-forsøket. Han sier derimot lite rundt hvordan disse tolkningene må knyttes mot naturfaglig empiri, men trekker frem at tolkninger gjøres individuelt basert på personlige og sosiale forhold. Her berører han også NOS-perspektivet *sosiale og kulturelle forhold*.

Forståelse av teorier og lover

På lik linje med de andre elevene ble Thomas gradert til naiv forståelse på *teori og lover*.

Dette kommer til uttrykk i følgende dialog:

Intervjuer: I naturvitenskapen utvikles det teorier og lover. Eksempler på dette kan være Newtons lover eller Big Bang-teorien. Vet noe om noen av disse?

Thomas: Det er jo ... teorier og lover da for å prøve å finne ut hvordan ting fungerer, så for eksempel Newtons lov da, om tyngdekraft, så er det for å finne ut av hvorfor vi mennesker ikke flyr opp i lufta, og hvorfor vi er på bakken da. Det er for å prøve å forstå en sammenheng om hvordan ting fungerer sammen og sånn.

Intervjuer: Vet du hva forskjellen på en lov og en teori er i naturvitenskap?

Thomas: Eh.. En teori er jo noe du tror du da. For eksempel at.. jeg har en teori om at.. tyngdekraften er sånn fordi bla bla bla, mens en lov er jo, det er det fordi det da, at de har fakta som underbygger påstanden.

Intervjuer: Kan du si noe om hvordan forskere lager en teori, hva de bygger en teori på?

Thomas: Du, det kommer vel med at du kommer på en idé da om.. hvorfor funker det sånn? Da er det en teori da fordi det er sånn, også undersøker de mer og forsker på det da, for å finne da, og ja det er faktisk sånn det er da. Så har de da, noe som bygger opp på påstanden og teorien din dems da, og da blir det en lov. Når de vet at, det er sånn det er.

Her uttrykker Thomas at teorier og lover eksisterer for å forstå hvordan verden rundt oss fungerer, og at lover kan gi forståelse rundt sammenhenger i naturvitenskapen. Dette har han til dels rett i. Angående skillet mellom en teori og lov, sier han at en kan ha en teori om tyngdekraften, men supplerer at det blir lover dersom fakta underbygger påstanden. Han sier ingenting om at teorier er velbegrunnede og forankret i teori. På spørsmål om hva en bygger

en teori på, så uttrykker han at teorier er en tanke om hvorfor noe fungerer som det gjør, men at denne tanken først ved videre forskning og undersøkelser blir en lov. Forståelsen av at teorier og lover står i et hierarkisk forhold til hverandre, hvor teorier blir lover ved at det foreligger bevis, anses som en naiv forståelse. Videre er beskrivelsene av teorier og lover upresise.

Kreativitet

I kategorien *kreativitet* ble han gradert til delvis forståelse. Dette kommer til uttrykk i følgende dialog:

Intervjuer: Tenker du at forskere er kreative?

Thomas: Ja, det vil jeg si. De kommer jo på ... de forsker på nye ting hele tida, kommer med nye teorier og påstander og finner opp nye ting da.

Intervjuer: mhm

Thomas: De utvikler jo for eksempel vaksiner og ... kommer med nye ting hele tida.

Intervjuer: Ja, ehm ... Hvordan kan kreativitet bidra til ny forskning?

Thomas: Det er jo hvordan menneskene har utviklet seg da, for eksempel for hundre år siden så var det jo så vidt strøm kanskje ... men i dag er det jo masse høyteknologiske greier og sånn, og det er på grunn av forskere, og mennesker som generelt har vært kreative og kommet på nye ting, utviklet det videre, gjort det bedre og brukt det til nye ting da.

Intervjuer: Ja. Ehm ... Hvilke egenskaper tenker du er viktige for forskere hvis de skal lage modeller og metoder for å forklare ny forskning?

Thomas: Da er det vel lurt å kunne tegne litt da ... eller skissere for å få frem.. vise fram det du tenker da, fordi det er litt vanskelig hvis du har en plan, men du klarer ikke å formidle det til andre. Også er det viktig og ... være kreativ da, og kanskje være god i matte til å regne ut ting hvis du trenger det, for å forstå kanskje..

Thomas erkjenner innledningsvis at kreativitet er en del av forskning. Han forklarer dette ved at de stadig forsker på nye ting, og utvikler teorier ved eksempelvis nye vaksiner. Han uttrykker ikke eksplisitt hvordan de er kreative i arbeidsmåtene. Videre forklarer han at kreativitet kan bidra til ny forskning, og peker på teknologiutviklingen gjennom historien, men forklarer ikke dette ytterligere. Avslutningsvis beskriver han at tegning og skissering av tanker er nyttig, og nevner kreativitet uten videre utdypning. Det at han nevner dette som

viktige kunnskaper viser likevel forståelse for sider ved den kreative tankegangen som forskere benytter i arbeidsmåtene. Videre uttrykker han at de er kreative uten å plassere dette inn mot naturvitenskapelige praksiser.

Subjektivitet

Her uttrykker han delvis forståelse. Han uttaler at forskere tenker ulikt på grunn av deres forskjellige teorier, men viser ingen forståelse for hvordan teorien eller personlige faktorer spiller inn i kunnskapsutviklingen, og at dette gir forskere ulikt utgangspunkt for videre forskning.

Sosial og kulturell påvirkning

I denne kategorien, og på lik linje med Elise, ble Thomas gradert til informert forståelse. Dette kommer til uttrykk i følgende dialog:

Intervjuer: Innenfor naturvitenskap er forskere av og til uenig, og noen mener at dette kan ha med ulik religion, kultur, eller sosiale og politiske årsaker. Andre mener at naturvitenskap ikke påvirkes av dette. Hva tenker du?

Thomas: Jeg tror det har en del å si, fordi det handler jo om, ja hva du har opplevd som får deg til å tro på det da. For eksempel hvis du er religiøs da og tror på gud, skulle man tror at en del av naturvitenskapen kommer fra Gud da er sånn ... jordas oppstandelse, også tror de at det er Gud som skapt universet, mens hvis du ikke tror på det så er det jo Big Bang- teorien for eksempel da.

Intervjuer: mhm.

Thomas: Så har jo mye å si hva du tror på, som gjør at, ja, hvor du kommer fra, religion, ting du har opplevd og sånn.

Intervjuer: Mhm ... Nå sa du litt om det her med religion. Har du noe mer eller andre eksempler som kan ha noe med sosiale eller politiske årsaker?

Thomas: Ehh, hvis du er oppdratt i en familie da som er medlemmer av for eksempel et politisk parti da.

Intervjuer: ja..

Thomas: Så vil du kanskje få synspunktene ... samme som de tror da, samme synspunktene som de og ... og, ja, du følger strømmen litt da.

Intervjuer: mhm

Thomas: hvis du tror at det er sånn her det er, så tror du det er det, som du blir oppdratt da

Intervjuer: Er det noe du vet det forskes mye eller lite på, og hva tenker du er grunnen til det?

Thomas: Det forskes jo mye på sånn fornybar energi da, og for å kutte ut CO₂-utslippene. Og det er jo fordi at, nå er det jo, det er jo en slags klimakrise nå da, som forskere er redde for og da prøver de å løse den kris ... krisa. Mens andre ting som ikke er av så mye betydning er det vel litt mindre forskning på.

Innledningsvis trekker han frem hvordan sosiale forhold kan påvirke naturvitenskapen. Han påpeker at religion har innvirkning på tolkningen av naturvitenskapen, og bruker eksempelet med hvordan religiøse mennesker tror at Gud har skapt verden, og at Big Bang-teorien aksepteres av de som ikke har denne forståelsen. Thomas trekker videre inn politikk, og forklarer hvordan det påvirker synspunkter ved at en «følger strømmen». Når han blir spurt om hva det forskes mye eller lite på, trekker han frem klimakrisen og fornybar energi. Slik viser han forståelse for hvordan naturvitenskapen påvirker samfunnet.

Metoder

Her viste han delvis forståelse. Thomas gir uttrykk for at det benyttes flere metoder innen naturvitenskapen ut ifra hva de vil finne ut, men gir ingen eksplisitte beskrivelser. Han forklarer metodebruk og at naturvitenskapen følger prosedyrer hvor nøyaktighet er viktig, både med bruk av variabler og systematikk.

Tentativitet

Her viste han delvis forståelse. Thomas påpeker at vitenskapen kan endres ved tilgang på ny teknologi og kunnskap, men sier lite om at teorier kan endres, og hvordan teorier må tolkes på nytt ved tilgang på ny kunnskap.

4.3 Resultater Jonas

Jonas demonstrerte delvis forståelse av kategoriene: *naturvitenskapelig empiri, observasjon og tolkning, kreativitet, subjektivitet, metoder, sosiale og kulturell og tentativitet*. Han hadde naiv forståelse av *teorier og lover*. Utvalgte sitater er på grunnlag av forståelsen av *teorier og lover* hvor han viser naiv forståelse. Resterende er valgt på grunn av uttalelser som er relevante. Resultatene er oppsummert i figur 3.



Figur 3: Jonas sin forståelse av de ulike NOS-perspektivene

Naturvitenskapelig empiri

Her demonstrerer han delvis forståelse ved at han forstår at naturvitenskapen er basert på empiri, men forklarer seg upresist. Jonas skiller tydelig mellom observasjon og tolkning, men har lite anerkjennelse av hvordan empiriske data alltid må tolkes.

Teorier og lover

I denne kategorien ble Jonas på lik linje med de andre elevene gradert til naiv forståelse. Han beveger seg i grenseland mellom naiv og delvis, men ble på grunn av noen upresise og

uriktige utsagn om teorier og lover gradert som naiv. Dette kommer til uttrykk i følgende dialog:

Intervjuer: I naturvitenskapen utvikles det teorier og lover. Eksempler på dette, kan for eksempel være Newtons lover eller Big Bang – teorien. Vet du noe om disse?

Jonas: Ehm ... Ja, Newton sine lover det er på en måte ting han har observert da, også har han kommet med forklaringer på hvordan ... hvorfor han tror at det er sånn. Ehm ... og Big Bang-teorien det er ... en teori om hvordan på en måte hele verden oppstod.

Intervjuer: Hva er da forskjellen på en lov og en teori?

Jonas: Ehm ... Jeg tenker en lov da ehm ... alt i verden må på en måte passe inn med den loven ehm ... om det er noen som observerer noe som er i strid med den loven, så er det på en måte ikke en lov lenger, men teori det er litt mer sånn løst da. Det er en mulig forklaring når vi egentlig ikke har noe å sjekke opp med, om det faktisk er sant eller ikke da.

Jonas beskriver innledningsvis hvordan han forstår Newtons lover og Big-Bang teorien. Han viser noe forståelse ved at Newton har kommet med forklaringer på ting han har observert, men kommer ikke med utfyllende informasjon rundt dette, hva han baserer observasjonene på, og mer spesifikt hva lover er. Han sier heller ingenting om at lover ofte er matematiske eller konstanter. Jonas uttrykker videre at Big-Bang teorien omhandler hvordan verden ble skapt, hvilket er riktig, men beskriver ikke dette ytterligere. Videre sier han at naturen må fungere slik loven tilser, og at lover opphører hvis noe kommer i konflikt med den. Dette kan tolkes som at den må fjernes eller endres, noe som stemmer, da dette gjelder for teorier og lover. Avslutningsvis forklarer han teorier som noe «løst», som antyder at han forstår dette som usikker kunnskap. Teorier er veletablerte og godt dokumenterte i naturvitenskapen.

Kreativitet

Her demonstrerte han delvis forståelse ved at han erkjenner at kreativitet spiller inn i enkelte deler av naturvitenskapen ved for eksempel arbeidsmåter, og hvordan de gjennomfører eksperimenter. Jonas uttrykker imidlertid at kreativitet bare inngår i visse deler av naturvitenskapen.

Subjektivitet

Her utviste Jonas delvis forståelse. Han forklarer greit rundt hvordan subjektivitet kan påvirke forskning, men derimot lite rundt hvordan teorien påvirker kunnskapsutviklingen hos forskere. Dette kommer til uttrykk i følgende dialog:

Intervjuer: På noen områder innenfor forskning kan forskere ha forskjellige teorier om noe selv om de sitter på samme informasjon. Hvorfor er det slik tror du?

Jonas: Ehm ... de fleste tingene som vi observerer de gir kanskje ikke sånn ... super mye mening, ehm ... og da er det jo ehm ... å komme med en forklaring da. Og fordi folk er ulike så vil de komme med forskjellige forklaringer.

Intervjuer: Bør man være kritisk til hva andre forskere sier? Hvorfor/hvorfor ikke?

Jonas: Eh, jeg tenker at du egentlig burde være kritisk til hva de fleste folk sier, mange har en hemmelig agenda da ehm ... når det kommer til ting. Så tenker det å se på noe kritisk kan være bra.

Her forklarer han at personer vil gi ulike forklaringer, og trekker frem viktigheten av å være kritisk siden mange kan ha en skjult agenda, uten å utdype dette. Jonas uttrykker ikke hvordan teorien spiller inn i kunnskapsutviklingen, men berører dette senere når han blir bedt om å gi et eksempel på hvordan forskere bruker forskjellige metoder.

Ehm ... Vi kan jo ta det tilbake til det gjærforsøket. Vi på en måte visste at temperaturen hadde en forskjell på mengden gjær på grunn av mat og helsen, men om vi ikke visste det, så tror jeg vi hadde stilt et litt annet spørsmål kanskje. Og noen andre valg underveis da. Sånn som - blir det gass - er det gass som blir produsert, hva er det? Vi hadde kanskje stilt noen litt andre spørsmål..

Her forklarer han hvordan hans gruppe visste litt om hvordan gjær reagerer på temperaturer fra tidligere mat og helse timer, og at dette kan ha påvirket hvordan de stilte spørsmål og gikk frem underveis. Det samme gjaldt kunnskapene rundt gassutvikling i forbindelse med gjæring, som de også hadde kjennskap til. Slik gir han inntrykk for at han forstår personlige faktorer, og delvis at den iboende teorien påvirker kunnskapsutviklingen.

Sosiale og kulturelle

Jonas demonstrerte her delvis forståelse. Han anser at kunnskapsutviklingen påvirkes av sosiale og politiske årsaker, men sier ingenting om hvordan naturvitenskapen påvirker samfunnet.

Metoder

Her viste han delvis forståelse. Jonas kjenner til den hypotetisk-deduktive metoden, og at forskere brukere ulike metoder, men påpeker ikke dette eksplisitt, og er noe upresis i forklaringen. Dette kommer til uttrykk i følgende dialog:

Intervjuer: Når vi arbeidet med forsøket med gjær på flaske. Hvordan arbeidet dere som forskere?

Jonas: jo, jeg vil si at vi brukte en sånn forskningsmetode, der vi først hadde en observasjon da, og en tanke. Og så kom vi med hypoteser rundt det, sjekket ut om de hypotesene stemte, og så kom vi med grunner til enten hvorfor det stemte eller hvorfor det ikke stemte med hypotesen.

Innledningsvis beskriver han hvordan de brukte en forskningsmetode, og trekker inn sentrale naturvitenskapelige praksiser. Videre uttrykte han følgende rundt hvordan metoden de brukte var viktig for resultatet:

Jonas: Jeg har hørt da, at det er en sånn scientific method, at det er den som brukes av forskere, når de gjør sånne forskningseksperiment. Så jeg tror da, at den forskningsmetoden den er liksom, vi vet den funker.

Her trekker han frem «scientific method», også kalt den hypotetisk-deduktive metoden, som han gir uttrykk for at er sentral i naturvitenskapen. Videre svarte han følgende om forskere bruker forskjellige metoder:

Jonas: Ja det vil jeg tro, ehm ... kanskje litt sånn, hvis de har lyst til å finne ut en spesifikk ting, så kanskje endrer de litt på hvordan de ellers ville ha gjort det.

Intervjuer: Har du noe eksempel?

Jonas: Ehm ... Vi kan jo ta.. tilbake til det gjærforsøket. Vi på en måte visste at temperaturen hadde en forskjell på mengden gjær på grunn av mat og helsen, men om

vi ikke visste det, så tror jeg vi hadde stilt et litt annet spørsmål kanskje. Og, noen andre valg underveis da. Sånn som ... blir det gass ... er det gass som blir produsert, hva er det? Vi hadde kanskje stilt noen litt andre spørsmål.

Intervjuer: Så ut ifra det du sier, så formes metoden etter?

Jonas: behovet da, på en måte.

Her uttrykker han at forskere kan endre fremgangsmåte uten å beskrive dette ytterligere. Jonas trekker likevel frem eksempler som kan påvirke metoden, og tidligere erfaringer fra mat og helse. Han uttrykker avslutningsvis at metoden kan formes etter behovet, uten ytterligere forklaring.

Tentativitet

Her demonstrerte han delvis forståelse. Jonas uttrykker at naturvitenskapen og teorier kan endres, men anerkjenner ikke teoriers pålitelighet, og anser disse som løse og usikre. Han uttalte seg på følgende måte om utvikling av ny teknologi er med på å påvirke naturvitenskapen:

Jonas: Ja det vil jeg tro ... Ehm ... jeg tenker da med en gang på mikroskopet, som vi snakket om tidligere, og når det kom ut så ble jo på en måte all ny forskning, tror jeg, eller veldig mye av den nye forskningen, brukt ... eller tatt i bruk med mikroskopet. Da var det et stort fokus på det ehm ... også ble teleskopet oppfunnet og da ble det stort fokus på å se hvordan ting var i verdensrommet, så jeg tror at ganske små ... egentlig ehm ... oppfinnelser kan ha veldig stor betydning da, for hvordan forskere velger å undersøke ting.

Her beskriver han at naturvitenskapen er foranderlig, og forklarer hvordan oppfinnelser som teleskopet og mikroskopet har skapt gjennombrudd og nye oppdagelser. Dette viser forståelse for hvordan nye tilnærminger til naturvitenskapen kan føre til endringer. Jonas uttalte seg på følgende måte om naturvitenskapelig teorier er i endring:

*Jonas: Ja, så det ... jeg tenker teorier, det er på en måte en mulig løsning, som vi har observert at passer da, med hvordan ting faktisk er. Vi kan ikke på en måte akkurat vite, hvordan ting faktisk er, men vi kan komme med teorier om hvordan vi tror det er.
(...)*

Jonas: men grunnen til at vi kaller det teorier da er fordi vi vet ikke om det faktisk er sånn eller ikke, sånn vil vi alltid fortsette å gjøre masse eksperimenter og forsøk. Så komme opp med den beste løsningen, som passer til disse forsøkene da. Det er det jeg tror på en måte er hva naturvitenskap egentlig handler litt om.

Videre uttalte han om Big-Bang teorien kan endre seg over tid:

Jonas: Ja, også vi har eh ... et par flere teorier enn bare Big Bang også. Så om vi finner ehm ... finner ut av informasjon som ikke passer med Big Bang teorien ... så jeg vet ikke hva det hadde vært, men hvis vi finner noe da, som ikke passer, så kan vi komme opp med en ny teori som passer den nye informasjonen da. Og det er der jeg tenker at ehm ... naturvitenskapen er ehm ... veldig fin egentlig, fordi den på en måte bygger på hva folk allerede har gjort.

Jonas forstår teorier som mulige løsninger, og sier ingenting om teoriers troverdighet. Han erkjenner likevel at teorier må etterprøves og forskes videre på. Dette viser forståelse for at naturvitenskapen er tentativ. Jonas viser også forståelse for at Big Bang-teorien kan endres, og at ny evidens kan endre eksisterende teorier. Han avslutter med å vise forståelse for kunnskapsutviklingen ved at naturvitenskapen bygger på tidligere forskning.

4.4 Resultater Elise

Elise demonstrerte delvis forståelse av kategoriene: *naturvitenskapelig empiri, observasjon og tolkning, kreativitet, subjektivitet, metoder, tentativitet*. Hun hadde naiv forståelse av *teorier og lover*, og informert forståelse av *sosiale og kulturelle påvirkning*. Utvalgte sitater er valgt på grunnlag av forståelsen av *teorier og lover* og *sosial og kulturell påvirkning*, hvor hun viser henholdsvis naiv og informert forståelse. Resterende er valgt på grunn av uttalelser som er relevante. Resultatene er oppsummert i figur 4.



Figur 4: Elise sin forståelse av de ulike NOS-perspektivene

Naturvitenskapelig empiri

Her demonstrerte hun delvis forståelse. Elise sier at forskere må bevise påstander, og har forståelse for hvordan de mest sentrale prosessene i kunnskapsutviklingen foregår. Hun forklarer forskjellen mellom observasjon og tolkning, men har ingen uttalelser om hvordan empiriske data alltid må tolkes.

Teorier og lover

Her demonstrerer hun naiv forståelse, på lik linje med de andre. Elise er upresis på hva lover og teorier er, og viser utilstrekkelig forståelse. Dette kommer til uttrykk i følgende dialog:

Intervjuer: I naturvitenskap utvikles det teorier og lover. Eksempler på dette kan være Newtons lover eller Big Bang-teorien, vet du noe om disse?

Elise: Eh, ja ... The Big Bang-theory er jo at ... handler jo om at jorda ble til med at det var en eksplosjon eh ... på en måte i verdensrommet da.

Elise: og at da jorda ehh ... var en del av sola, som ble knust i mindre biter og en av de bitene da, er da jorda ... og ... hva var den andre?

Intervjuer: Newtons lover..

Elise: Newtons lover, det går vel ut på ... jeg er ikke ... jeg vet ikke så mye ... men det går vel ut på at alt er eh ... lagd av atomer eller noe sånt.? Er det ikke?

Hun forklarer kort hva Big Bang-teorien handler om, men forklarer i tillegg feilaktig rundt hva Newtons-lover er. Elise uttalte seg på følgende måte når hun ble bedt om å forklare forskjellen på teorier og lover:

Eh ... teori og en lov? Eh ... en teori er jo ehh ... hva - hvordan man tror noe er da, men man vet ikke helt sikkert da, mens som i en naturlov så er det jo sånn at sånn er det og det her kommer til å skje. Ehh ... fordi det er loven og sånn skal det ... det skal være sånn, og skjer det på en annen måte så er det ... ehh ... ikke, da er ikke det ehh ... da skjer det noe galt da.

Hun beskriver teorier som noe usikkert, og nevner ingenting om teoriers validitet. Videre uttrykker hun at lover sier noe om hvordan ting skal og må skje. Elise er upresis, men viser noe forståelse ved at lover sier noe om hva som kommer til å skje. Hun sier ingenting om hvordan lover er uttrykt ved formler eller konstanter, og sliter med å gi definerte og tydelige beskrivelser.

Kreativitet

Her demonstrerte hun delvis forståelse, og uttrykker at kreativitet inngår i naturvitenskapen, men sier lite om hvordan den påvirker kunnskapsutviklingen. Elise uttrykte følgende når hun ble spurt om forskere er kreative:

Hmm ... Det må de jo være på grunn av at, de må jo finne før de forsker så må de jo finne teorier, og hvorfor de tror ting er som de er ... Og da må dem være kreative og åpne for andre ideer og hvorfor det kan være sånn ... For de må også begrunne teoriene sin da.

Her er hun noe upresis ved at hun sier at de må finne teorier og begrunne teoriene sine. Likevel påpeker hun viktigheten av å være åpen for andre idéer, ved å kunne se «utenfor boksen», som kan være en god egenskap ved nye utforskninger. På spørsmål om hvordan kreativitet kan bidra til ny forskning uttalte hun:

Hmm ... for å ehm ... eh ... skape nye teorier da, og nye og logiske teorier. At man ser ting fra forskjellige vinkler og ... man ser ting fra forskjellige vinkler og kobler de sammen til ehh ... noe logisk da, som kanskje da også er ehh ... svaret da.

Hun uttrykker at kreativitet spiller inn i utviklingen av nye teorier, og påpeker viktigheten ved å kunne se ting fra ulike vinkler.

Subjektivitet

Her demonstrerte hun delvis forståelse. Elise sier lite om hvordan teorien påvirker kunnskapsutviklingen, men sier at egen kunnskap påvirker tolkningen. Hun har få eksplisitte uttalelser på dette området, men viser informert forståelse av det sjette perspektivet, som kan ses i sammenheng med hvordan ytre faktorer påvirker.

Sosiale og kulturelle

Her demonstrerte hun informert forståelse. Elise forklarer godt hvordan sosiale og kulturelle faktorer påvirker naturvitenskapen, og hvordan naturvitenskapen påvirker samfunnet. Hun trekker videre paralleller mot aktuell forskning. På spørsmål om hvordan forskere påvirkes av ulike sosiale og kulturelle faktorer, uttalte hun seg på følgende måte:

I liksom ... hoved primært ehh ... så burde det jo egentlig ikke det, men for ... men er du skikkelig ortodoks, så kan det jo hende at det ehh ... endrer ditt syn på noen faktorer siden du ehh ... har jo et ganske strengt syn fra før av, så kanskje det også påvirker litt i jobbsynet ditt da, at du ser ting veldig fra en måte.

Påpeker her hvordan religion kan påvirke forskeres personlige tro, samtidig som hun uttrykker at det ideelt sett ikke burde være slik. Dette viser forståelse for hvordan naturvitenskapen påvirkes av sosiale forhold. Videre uttrykte hun følgende rundt andre ting som kunne la seg påvirke av dette:

Ehh ... jaa, for eksempel så er det jo noen som mener at månen, nei jorda er flat ehh ... og det kan jo hende at det er for eksempel en religion eller kanskje en som har mye makt i et land da, eller for ... spesielt før i tida så var det jo spesifikke land som var veldig på en religion da ehh ... og kanskje da hvis den ehh ... profeten eller talisman eller en veldig viktig person i det landet, ehh ... mente for eksempel at jorda var flat så kanskje de som fulgte samme religion fulgte den profeten og den religionen, som hørte på han tenkte – å ja, hvis den mener det så, må jeg mene det og. Hvis det gir mening?

Her berører hun igjen hvordan religion kan påvirke tolkning i naturvitenskapen, og eksemplifiserer dette med hvordan en sentral kulturell skikkelse (profet) vil kunne påvirke troen til andre religiøse. Videre uttalte hun seg på følgende måte rundt områder det forskes mye eller lite på og grunnen til dette:

Noe det kan forskes mye på, er jo ehh ... miljøgasser og sånn, og det er jo på grunn av at det er et problem som vi ønsker å løse ehh ... på grunn av klimakrisen og sånn. (...) det med arv er kanskje forska en del på, fordi at man avler frem ... for eksempel på dyr, så ... så derfor blir jo det ... blir mye forska på fordi man vil få best mulig produkt ut ifra avlen sin. (...) .. for eksempel det med legning tror jeg ikke det er forska så mye på? Ehh ... Det med hvorfor noen får anderledes legning enn andre.

Avslutningsvis trekker hun inn hvordan samfunnet påvirker naturvitenskapen. Dette gjør hun ved å trekke inn utfordringene med miljøproblematikken, og hvordan forskning på gener og arv gir bedre dyreavl.

Metoder

Her viser hun delvis forståelse. Elise uttrykker at forskere bruker ulike metoder, men beskriver ikke dette eksplisitt eller kommer med utdypende forklaringer. Dette kommer til uttrykk i følgende dialog:

Intervjuer: Tenker du at forskere noen gang bruker forskjellige metoder når de skal forske på noe?

Elise: Ehm ... ja, det gjør de..

Intervjuer: Kan du komme med et eksempel kanskje?

Elise: Eh ... de forsker på ... ehh ... forskjellige måter for å finne ut ehh ... igjen hvorfor det er som det er og om ehh ... for eksempel bytter de ehh ... næringen til et tre, så vil jo ehh ... kanskje det treet etter hvert visne, fordi det ikke får næring, og da ser de jo det, og da kanskje de forsker på cellene og hva som skjer i cellene dems. Og samme kan de jo gjøre under vær og sånn, for å sjekke om ehh ... treet trives bedre i sommer enn på vinteren og, da kan de jo også se i cellene hva som skjer, for eksempel da mister jo trærne bladene på høsten, og de bytter jo ... bladene altså, bytter jo farge og da kan de jo også forske på ehh ... bladene og cellene da, i treet, hvorfor det skjer da.

Intervjuer: Så det du sier er at vi kan bruke litt forskjellige metoder ut ifra hva de skal undersøke?

Elise: Ja, for å finne ut av om det er viktig da, på en måte. Og om hvilke faktorer som har noe å si. For om de har samme faktor i forskjellig forsøk, så kan det hende at de andre faktorene i samme ehm ... på en måte er irrelevante ... ehm ... ja. Så de finner ut hvilke faktorer som er relevante da.

Intervjuer: Ja, så man tilpasser litt ut ifra hva man vil finne ut?

Elise: mhm.

Elise forsøker å beskrive hvordan forskere bruker ulike metoder, ved å trekke frem eksempler på forskjellige tilnærminger rundt forskning på planteceller og hvordan trær påvirkes av abiotiske faktorer. Hun påpeker også hvordan ulike faktorer påvirker forskningen. Hun bekrefter avslutningsvis at metoder tilpasses formålet med forskningen, men utdyper ikke dette nærmere.

Tentativitet

Her demonstrerte hun delvis forståelse. Hun beskriver at naturvitenskapen kan endres og påvirkes av ny evidens. Hun uttrykker også at teorier til dels kan endres, men har inkonsekvente og motstridende utsagn. Videre anerkjenner hun ikke teoriers validitet og anser de som lite sikre, og at ny evidens kan gjøre de mer logiske.

4.5 Resultater Karoline

Karoline demonstrerte delvis forståelse av *naturvitenskapelig empiri, observasjon og tolkning, kreativitet, subjektivitet, metoder, tentativitet*, med unntak av teorier og lover der hun også viste naiv forståelse. Utvalgte sitater er på grunnlag av forståelsen av *teorier og lover* hvor hun viser naiv forståelse. Resterende er valgt på grunn av uttalelser som er relevante. Resultatene er oppsummert i figur 5.



Figur 5: Karoline sin forståelse av de ulike NOS-perspektivene

Naturvitenskapelig empiri

Her demonstrerte hun delvis forståelse, og viser at hun forstår at naturvitenskapen er basert på empiri. Hun har også forståelse av forskjellen mellom observasjon og tolkning, men har ingen uttalelser om hvordan empiriske data alltid må tolkes.

Teorier og lover

På lik linje med de andre informantene demonstrerte Karoline naiv forståelse av teorier og lover. På spørsmål om hun kunne forklare forskjellen mellom en lov og en teori, svarte hun følgende:

*Eh ... Ja, eller jeg kan jo prøve *hehe*. En teori er jo det noen tror, vi vet jo ikke hvordan jorda ble til. Eh ... men Big Bang det er noe mange tror, ehh, mens gravitasjon det vet vi jo. Vi vet at jorda har tyngdekraft, og det er derfor at når vi hopper så havner vi tilbake igjen og ikke flyr opp til verdensrommet.*

Her uttrykker hun at teorier er noe vi tror, altså noe usikkert. På den andre siden hevder hun at gravitasjon er noe vi vet sikkert, og trekker frem et eksempel på dette.

Videre svarte hun følgende rundt hvilket grunnlag teorier bygges på:

Det blir jo litt som å gjøre et forsøk på en måte, bare at du får vel, det ikke sikkert du får, det ikke sikkert du får et resultat som er så konkret. Eh ... Ja, jeg vet ikke helt hva mer jeg skal svare på det.

Her svarer hun veldig upresist og fremstår usikker. Karoline mener teorier utvikles med forsøk uten ytterligere forklaring. Videre fortsatte dialogen rundt teorier og lover på følgende måte:

Intervjuer: Du nevnte det med gravitasjon, at det er en lov. Kan du tenke deg hvorfor det er en lov, og ikke en teori, det med tyngdekraften?

Karoline: Hm ... jeg føler det har blitt forsket veldig mye på, og ehh ... de vet at det er sikkert da, fordi jorda er jo rund, det er ikke en teori det vet vi. Ehm ... Og da man kan stå fra alle vinkler og fortsatt hoppe og havne på bakken igjen, eller kaste opp et eple, da vet man på en måte at jorda har tyngdekraft. Og, da kan ikke det være en teori, da må det være en lov.

Heller ikke her kommen hun med en korrekt beskrivelse, og fortsetter å argumentere for at gravitasjon er en lov som er forsket mye på, og mener derfor at den kan anses som troverdig. Innenfor dette perspektivet viser naiv forståelse ved at hun ikke anerkjenner teorier og lover som etablert kunnskap som kan endres. Hun sier heller ingenting om at teorier er basert på empiriske bevis.

Kreativitet

Her viste hun en delvis forståelse ved at hun forstår at kreativitet har en påvirkning, men uttrykker ikke at den gjennomsyrer all forskning. Hun er videre lite konkret på hvordan kreativiteten spiller inn i kunnskapsutviklingen.

Subjektivitet

Her viste hun delvis forståelse ved at hun uttrykker at forskere tenker ulikt og har forskjellige teorier. Videre sier hun lite om hvordan kunnskapsutviklingen tar utgangspunkt i teori- forståelsen hos forskere, som kan føre til ulike tolkninger. Dette kommer til uttrykk i følgende dialog:

Intervjuer: På noen områder innenfor forskning kan forskere ha forskjellige teorier om noe selv om de sitter på samme informasjon. Hvorfor er det slik tror du?

Karoline: Det er litt vanskelig spørsmål fordi, eller som du sa da, alle kan jo ha forskjellig tolkning om hvorfor himmelen er blå. Eh ... så selv om de har samme info om himmelen og alt det, så kan man fortsatt ha ulike teorier om hvorfor den faktisk er blå.

Intervjuer: Hvorfor tenker du at man kan tenke ulikt om en teori, selv om man sitter på samme informasjon?

Karoline: Fordi alle mennesker er forskjellig, i tillegg da, ehh ... det inkluderer da også forskere. Så ingen vil klare å tenke det samme selv, hvor mye ... av samme informasjon som man sitter på, og da vil det komme ulike teorier.

Karoline trekker her frem skillet mellom observasjon og tolkning fra tidligere og hvorfor forskere kan tolke forskjellig. Hun erkjenner at ulike teorier har innvirkning på tolkningen, og at dette også gjelder forskere. Karoline sier derimot ingenting om hvorfor de kommer til ulike teorier basert på tidligere erfaringer og kunnskap, og viser derfor ikke forståelse av at subjektiviteten er forårsaket av teoriladethet.

Sosiale og kulturelle

Her demonstrer hun delvis forståelse. Dette gjør hun ved og eksempelvis uttrykke at ressursene bør brukes på områder med lite forskning, og at kulturelle faktorer som religion kan påvirke forskeres forståelse av Big Bang-teorien. Karoline kommer ellers med noen inkonsekvente forklaringer, er avhengig av flere oppfølgingsspørsmål, og har noe upresise svar.

Metode

Her demonstrerte hun delvis forståelse. Hun kjenner til en universell metode innenfor naturvitenskapen som ikke nødvendigvis er stegvis, men uttrykker ingenting eksplisitt rundt andre metodiske tilnærminger. Hun trekker videre frem ulike naturvitenskapelige praksiser i sine forklaringer. Hun svarte følgende på hva et eksperiment er:

Et eksperiment det er jo eh ... man kan jo se på det som et forsøk, det er jo litt samme greia, eksperiment, du-du, eh ... lager en problemstilling også skal du finne ut av det da. Ehm ... så, jeg vet ikke om vi kan kalle det vi gjorde et eksperiment? Men det er hvert fall et forsøk da, isj.

Forklarer her kort hva hun tenker at et eksperiment er, og trekker paralleller til gjær-forsøket hvor de skulle finne ut noe basert på en problemstilling. Etter å ha forklart hva en plantecelle var og hvordan den så ut, fikk hun oppfølgingsspørsmål om hvordan vi kan vite at den ser ut som den gjør:

Karoline: Fordi vi har forska på det?

Intervjuer: Kan du si noe om hvordan vi har forska på det, og funnet ut av det?

Karoline: Akkurat hvordan de har fått en celle inn i et sånn eh ... mikroskop det vet jeg ikke, men de har jo sikkert brukt mikroskop, også har de zooma inn også har de sett på hva som er inni.

Intervjuer: Mhm. Hva kaller vi det når man studerer noe sånn nøye?

Karoline: Observere?

Når hun forklarer hvordan vi (forskere) har kommet frem til plantecellens oppbygning ved bruk av mikroskop, viser det forståelse for at forskere jobber metodisk. Videre svarte hun følgende om forskere bruker forskjellige metoder:

Det er vel, det er jo sikkert noen små forskjeller, men det er sikkert mye av det samme også ... Eh ... jeg vet i hvert fall om at man gjør et forsøk da, eller eksperiment ... eh ... lager seg en hypotese, forskerspørsmål, også observerer de hva som skjer. Jeg vet ikke om noen andre metoder man kan bruke.

Hun uttrykker her at metoder kan bære preg av små forskjeller, men beskriver ikke dette eksplisitt, og trekker frem noen generelle naturvitenskapelige praksiser.

Tentativitet

Her demonstrerte hun delvis forståelse. Hun forstår at naturvitenskapelig kunnskap kan bli mer nøyaktig ved tilgang på ny informasjon, men erkjenner ikke at teorier kan forkastes, men heller forbedres. Dette kommer til uttrykk i følgende dialog:

Intervjuer: Påvirker utviklingen av ny teknologi naturvitenskapen?

Karoline: Vi bruker jo mye mer teknologi nå, det gjør vi nok i forskning også. Så jeg vil si at det påvirker. Vi har jo funnet ut mye mer nå som vi har brukt sånn teknologi, fordi har man mye mer muligheter..

Karoline forklarer hvordan teknologien brukes i forskningen og i samfunnet, og at vi bruker mer teknologi nå enn tidligere. Teknologi har for såvidt alltid eksistert, men i mindre sofistikerte former. Dette kan antyde at hun mener den moderne teknologien gir oss nye muligheter. Videre svarte hun følgende på om hun trodde teorier innenfor naturvitenskap kunne endres eller forkastes i fremtiden:

Jeg tror eh ... jeg tror forskning, eller det vi har allerede funnet ut av, det tror jeg vil beholdes, men at det heller vil bli forsket mer på. Jeg tror ikke noe blir forkasta eller at en teori bare blir borte, men jeg tror at de kan bli forsket mer på, og mer nøyaktig, med teknologi.

Karoline uttrykker at teorier og tidligere forskning ikke vil forkastes, og kan være utgangspunkt for nyere forskning ved at den bearbeides og gjøres mer nøyaktig. Slik viser hun forståelse for at naturvitenskapen kan endres ved ny evidens, men har lite anerkjennelse av at teorier kan forkastes og at naturvitenskapen er foranderlig.

4. 6 Elevenes refleksjoner rundt naturvitenskapelige praksiser (SI)

I de innledende og avsluttende spørsmålene i intervjuguiden ble elevene stilt spørsmål knyttet til den utforskende undervisningen. Noen av disse spørsmålene gikk ut på hva de gjorde underveis. I noen tilfeller ble det gitt tilleggsspørsmål, og derfor har noen elever fått andre spørsmål. Refleksjonene rundt de naturvitenskapelige praksisene ble sett i sammenheng med Lederman et al. (2014, s. 68-71), sine SI-perspektiver. Resultatene viste at elevenes refleksjoner kunne ses i sammenheng med majoriteten av perspektivene, men at noen av disse forbindelsene var vage.

4. 7 Resultater Thomas

Gjennom analysen kom det frem at Thomas sine refleksjoner rundt SI kunne knyttes til perspektiv 1, 3, 4, 5 og 6. Noen av utsagnene bærer større preg av relevans ovenfor perspektivene. I det første spørsmålet som omhandlet hvordan de jobbet som forskere med gjær-forsøket, uttrykte han følgende:

Vi lagde jo hypotese, og hva vi trodde kom til å skje og så ... (uklart), og prøvde ut da, og sjekka om hva som kunne være i flaska og hva som gjorde at ting skjedde og sånn da. Også gikk vi liksom systematisk fra punkt til punkt for å undersøke å studere da, hva som - var i flaska, og hvorfor det ble gass.

Berører her perspektiv 1, og hvordan vitenskapelige undersøkelser begynner med et spørsmål, selv om ikke det nødvendigvis behøver å være en hypotese. Han nevner ingenting om forskningsspørsmålet som de utarbeidet før forsøket. Thomas er innom perspektiv 2 ved at han uttrykker at de jobbet systematisk og metodisk, men utdyper ikke nærmere rundt metoden. Videre fikk han spørsmål om hva de gjorde i forkant og underveis i forsøket. Dette kommer til uttrykk ved at han uttalte:

I forkant skrev vi hypotese og først hva vi trodde var i flaska, og hva vi tror hadde skjedd. Så underveis i forsøket så valgte vi å endre på en variabel, for å sjekke om det hadde noe å si for forsøket om – det ble mere gass eller mindre gass, og skrev litt tanker rundt det og tok bilder og noterte det vi så og ... hørte og observerte. Så etter forsøket så gjorde vi rapport da, med alt vi hadde sett og undersøkt og reflektert litt da, og hva vi trodde hadde noe å si og sånn da.

Berører her på nytt perspektiv 1 ved at de lagde en hypotese, og hadde et spørsmål om hva de trodde hadde skjedd. Det er også en sammenheng med perspektiv 5 ved at han uttrykker hvordan endring av en variabel (fremgangsmåten) kan påvirke forsøket. Videre uttrykte Thomas følgende om det var noe de gjorde som var spesielt viktig:

Det var jo at vi, ehm.. jobba systematisk da, så vi visste hva vi gjorde og fulgte med på at det ble riktig. På å måle mengde sukker og vann og temperatur og sånn.

Poenget er på nytt viktigheten av å være systematisk for og ikke gjøre feil. Dette kan settes i sammenheng med perspektiv 5 og hvordan fremgangsmåten påvirker resultatet. Videre fikk han spørsmål om hvorfor de skulle komme med egne påstander, som de senere skulle forsvare, og hva som var hensikten med dette. Følgende kommer til uttrykk av dialogen:

Thomas: Det er ... Hensikten med det er vel ... for å.. underbygge det du tror kommer til å skje da, om du hadde riktig eller feil også lære av.. hvis du har gjort feil da, og tenkt feil.

Intervjuer: Hvorfor kan ikke bare forskere si hva de vil?

Thomas: De må jo sjekke da, om det er sant, for forskere.. jobben dems er jo å finne ut av nye ting og for underbygge påstandene dems, og de kan ikke bare. En påstand er noe du tror, men du må jo ha fakta for å underbygge det da.

Her beskriver Thomas hvorfor det er viktig å underbygge påstander, og at dette fører til en bevisstgjøring over egne resultater slik at en kan lære av egne feil. Dette kan knyttes opp imot hvordan forskere jobber metodisk, og hvordan de ved å prøve og feile kan utvikle sine metoder. Videre trekker han inn hvordan forskere må underbygge påstander med fakta for å verifisere sine svar. Han her perspektiv 6 ved at konklusjonene må stemme overens med dataene, når han uttrykker viktigheten av å ha fakta(empiri) for å underbygge påstander. Avslutningsvis uttrykte han følgende på spørsmål om hvorfor de skulle diskutere og sammenligne resultater:

Det er jo, for å se.. hvilke faktorer som har noe å si da, for eh.. ja, hvordan det (uklart) utspiller seg, selve forsøket.

Thomas påpeker at ulike faktorer har noe å si for hvordan forsøket utspiller seg, som kan settes i sammenheng med perspektiv 3, 4 og 5. Han beskriver ikke noe eksplisitt rundt alle perspektivene, men ved at han påpeker at ulike faktorer påvirker vil disse tre perspektivene være berørt da de kan sees i sammenheng.

4. 8 Resultater Jonas

Gjennom analysen kom det frem at Jonas sine refleksjoner rundt SI-perspektivene kunne knyttes til perspektiv 1 – 6. Noen av utsagnene bærer større preg av relevans ovenfor perspektivene. I det første spørsmålet som omhandlet hvordan de jobbet som forskere med gjær-forsøket, uttrykte han følgende:

Ehm ... jo, jeg vil si at vi brukte en sånn forskningsmetode, der vi først ehm ... hadde en observasjon da ... og en tanke ... ehh ... Og så kom vi med hypoteser rundt det, sjekket ut om de hypotesene stemte, ehh ... og så kom vi med grunner til enten hvorfor det stemte eller hvorfor det ikke stemte med hypotesen.

Her berører Jonas perspektiv 1 ved at de startet med en observasjon og en tanke (spørsmål) som la grunnlaget for hypotesen og videre undersøkelser. Jonas er også inne på perspektiv 2 ved å trekke frem bruken av en forskningsmetode, men utdyper ikke dette. Videre uttalte han følgende om hva han anså som viktig med metoden(undervisningsopplegget):

Jeg har hørt da, at det er en sånn «scientific method», at det er den som brukes av forskere, når de gjør sånne forskningseksperiment. Så jeg tror da, at den forskningsmetoden den er liksom, vi vet den funker, at vi skal prøve å vise den da – i undervisningen.

Her kommer Jonas med en eksplisitt uttalelse knyttet til perspektiv 2, som omhandler at undersøkelser ikke nødvendigvis følger en trinnvis metode, og at det derfor finnes flere metoder. Jonas gir derimot uttrykk for det motsatte siden den naturvitenskapelige metoden følger en trinnvis fremgangsmåte. Videre uttalte han følgende om hva elever kan lære av å jobbe slik, ved og eksempelvis utvikle egne problemstillinger:

Eh ... jeg tenker at det kanskje blir lettere å engasjere seg for det de driver med, og at de må liksom sette seg inn i det. Når man lager en problemstilling så må man aktivt tenke over hva det er du lurer på, og hva det er du liksom skal oppnå, når du ehh ... gjør forsøk.

Her uttrykker han viktigheten av bevisstgjøringen rundt hvordan problemstillingen skal finne svar på og hvordan en skal gå frem. Derfor belyser han perspektiv 1 ved at vitenskapelige undersøkelser starter med et spørsmål. Videre er det en forbindelse til perspektiv 3 som omhandler hvordan forskningsspørsmålene påvirker prosedyrene, ut ifra hvordan han ordlegger seg. Videre fikk han spørsmål om hensikten med å komme med egne påstander som skulle forsvares:

Jonas: Eh ... Hensikten med det? Der er jeg litt usikker ... Kanskje det og ... at det kan gi et unikt perspektiv da, når du har funnet ut av hvordan det er, så kan man gå tilbake til å tenke på, eh ... hvordan du tenkte da, så kan du komme opp med et svar på hvorfor det var du tenkte sånn, når du har funnet ut av det i etterkant da.

Intervjuer: Hvorfor kan ikke bare forskere si hva de vil?

Jonas: I hvilken ... på en måte, sammenheng da?

Intervjuer: På et sånt generelt grunnlag egentlig, når vi snakker om det med påstander.

Jonas: Åja.

Intervjuer: Hvorfor er det da viktig at forskere begrunner påstandene sine?

Jonas: For forskere så tror jeg det er viktig og på en måte finne ut av hvordan det faktisk er eh ... uansett hvor vanskelig den, eller det svaret er å komme til, så tror jeg det er viktig for dem og liksom finne ut av hvordan det faktisk er. Jeg tror det på en måte er hovedfokuset da, ved å gjøre eksperimenter og komme med hypoteser er at ... end goal – sluttmålet er å eh ... komme frem til hvordan det faktisk er da, eller en tanke om hvordan det faktisk er.

Jonas uttrykker innledningsvis at utveksling av påstander kan gi et unikt perspektiv på arbeidet, ved at de reflekterer rundt dette. Dette kan sees i en sammenheng med fremgangsmåten i vitenskapelig arbeid i perspektiv 4 og 5, som omhandler hvordan ulike prosedyrer og fremgangsmåter påvirker resultatet. Han understreker også viktigheten av å finne sikre og valide svar, for å avdekke «hvordan det faktisk er», selv om dette er utfordrende. Denne uttalelsen kan sees i sammenheng med perspektiv 6, ved at konklusjoner må knyttes til forskningsdataene. Avslutningsvis ble han spurt om hensikten med å diskutere og sammenligne resultater:

Eh ... sjekke feilkilder kanskje? Når du snakker med andre eh ... så kan du tenke på hvordan de gjorde det, unike ideer som de hadde under eksperimentet, og når du sammenligner resultatet og resultat er helt anderledes fra de andres, så kan man jo eh ... se det, også tenke over hvorfor det ble sånn.

Påpeker her verdien av hvordan innspill og deling av erfaringer beriker forståelsen av kunnskapsutviklingen, og hvordan en kan lære i et sosialt felleskap. Ved at han nevner feilkilder så kan dette sees i lys av påvirkningen ulike prosedyrer og fremgangsmåter har for resultatet som beskrives i perspektiv 4 og 5. Når elevene kommer til forskjellige resultater med samme forskningsspørsmål vil det være nødvendig å undersøke hva de ulike gruppene gjorde ulikt, å trekke lærdom fra dette. Videre blir perspektiv 6 berørt ved at en må være bevisst over at de konklusjonene må stemme med de faktiske dataene.

4.9 Resultater Elise

Gjennom analysen kom det frem at Elise sine refleksjoner rundt SI kunne knyttes til perspektiv 1, 3, 4, 5, 6 og 8. Noen av utsagnene bærer større preg av relevans ovenfor perspektivene. I det første spørsmålet om hvordan de jobbet som forskere under gjærforsøket, uttrykte hun blant annet:

Først så ble vi delt inn i grupper hvor vi da diskuterte litt hva vi trodde ville skje. (...) Så snakket vi litt rundt og diskuterte litt forskjellige teorier, hva vi trodde kunne skje ehh ... og hvilke faktorer vi ville bytte på, og hva vi trodde kunne skje når vi byttet ut de forskjellige faktorene da.

Så min gruppe valgte da ehh ... å bytte ut gjær, som faktor, og da fant vi jo ut at hvis det var for lite gjær så ble all næringen brukt opp med en gang da, ehh ... i motsetning til den som hadde mye gjær da, som fikk kose seg lenge med masse næring, men vi tenkte da kanskje at ehh ... gjæren var den eneste faktoren som hadde noe å si, at jo mere gjær, jo mere CO₂ og alt det derre.

Elise berører her perspektiv 1 og hvordan vitenskapelige undersøkelser begynner med et spørsmål. Videre beskriver hun endringen av variabelen (gjærmengde), og hvordan denne påvirker produksjonen av CO₂-gass. Her kommer hun inn på at fremgangsmåten og forskningsspørsmålet er med på å bestemme utfallet, som kan settes i forbindelse med

perspektiv 3 og 5. På spørsmålet rundt elementer fra undervisningsopplegget som var spesielt viktig, uttrykte hun:

Eh ... ja, noe som kunne ha vært en viktig faktor hos oss da, som gruppen min glemte helt av, var det at vi glemte å måle temperaturen på vannet, som kan være en stor feilkilde i forhold til ... Vi så jo noen andre grupper som målte med vannet, og da så vi jo at det var noen temperaturer som funka bedre enn andre. Vi kjente jo at vannet ble varmere av seg selv etter det var i flaska, men da var det på en måte eh.. for seint, så da vet vi jo egentlig ikke om vi hadde lik temperatur eller helt forskjellig på flaskene. Eh ... og det som, noe som var viktig i den prosessen spesielt er jo det næringsstoffet og sånn da, for eh ... hvor mye næringsstoff den har (gjærsoppen), påvirker jo hvor mye den produserer da (karbondioksidgass).

Trekker her frem hvordan fremgangsmåten kan føre til feilkilder som påvirker resultatet. Hun beskriver dette ved at de glemte å måle temperaturen på vannet, selv om oppgaven gikk ut på å endre gjærmengden. Derfor berører hun perspektiv 5, hvordan fremgangsmåten i vitenskapelige prosesser kan påvirke resultatet. Videre uttrykte hun følgende om hva elever kan lære av å jobbe på denne måten:

(...) istedenfor og bare tenke for seg selv og bare ehh ... finne sin egen teori da, så får man snakka og delt teorier med andre, som vi både startet og sluttet med ehh ... før og under prosjektet. Så, snakka vi jo litt om hvorfor det ble sånn som det ble, og det var jo også veldig ehh ... kunnskapsrikt å høre litt hva andre tenker, og hvorfor det ble som det ble, for og da finne ut hvordan det faktisk ble da.

Påpeker her hvordan utveksling av ideer og tanker var lærerikt for å få innblikk i hvordan de ulike gruppene hadde løst sine oppgaver. Berører ikke eksplisitt noen kategorier her, men det er nærliggende å trekke frem perspektiv 4 og 5 som omhandler prosedyrer og fremgangsmåter, siden hun nevner hvorfor og hvordan ting ble gjort. Elise fikk videre spørsmål om hensikten med å komme med påstander som senere skulle forsvares. Dette kommer til uttrykk i følgende dialog:

Elise: Eh ... for å finne ut hvorfor man gjør ting, og hvorfor det er som det er da.

Intervjuer: Hvorfor kan ikke bare forskere si hva de vil?

Elise: Fordi de må kunne bevise det og ehh og hvorfor de har riktig, og hvorfor folk skal ehh ... tro på det da.

Her trekker Elise frem viktigheten av å validere og begrunne sine svar. Dette kan sees i sammenheng med perspektiv 6, ved at konklusjoner må stemme overens med forskningsdataene. Avslutningsvis ble hun spurt om hvorfor de skulle diskutere og sammenligne resultater. Dette kommer til uttrykk i følgende dialog:

Elise: For og da skape bedre teorier da som jeg nevnte tidligere, at man ...

Intervjuer: Hvorfor blir de bedre, tenker du?

Elise: Eh ... For da får man sett ting fra litt forskjellige synspunkter for det første, også får man sett litt ut ifra om noen har mye kunnskap om noe, og noen har mye kunnskap om noe annet, så får man ehh ... så blander man de kunnskapene og da lærer man noe også sammen på en måte, uten at noen forteller noen at sånn er det, så finner man ut sammen at sånn ... det er logisk at det er sånn, og at det gir mening om hvorfor det er sånn da.

Elise mener at diskusjon og sammenligning av resultater er med på å styrke validiteten til kunnskapen. Hun argumenterer for at dette er et resultat av ulike synspunkter, og at hver enkelt har kunnskaper på ulike områder som til sammen skaper en mer helhetlig forståelse. Elise berører ikke eksplisitt noen perspektiver, men det er en vag forbindelse til perspektiv 8, som omhandler hvordan forklaringer er basert på en kombinasjon av de innsamlede dataene og det som allerede er kjent, ved at elevene bruker ulike erfaringer og kunnskap til å besvare forskningsspørsmålene.

4. 10 Resultater Karoline

Gjennom analysen kom det frem at Karoline sine refleksjoner rundt SI kunne knyttes til perspektiv 1, 3, 5 og 6. Noen av utsagnene bærer større preg av relevans ovenfor perspektivene. På spørsmålet som omhandlet hvordan de jobbet med gjær-forsøket, uttrykte hun blant annet:

Vi arbeidet som forskere ved at vi stilte oss selv et forskerspørsmål, og på en måte lagde en hypotese da. Ehh ... og så for oss hvordan ehh ... forsøket ville gå. Også under forsøket så ehh ... Var vi veldig forskere fordi vi hadde lissom på oss antrekk og sånn ting, også observerte vi og gjennomførte forsøket. Og etter forsøket så sammenlignet vi resultater og, ja snakket om resultatene og hypotesene og hvordan forsøket hadde gått.

Karoline trekker her inn perspektiv 1 ved at hun beskriver at utforskningen startet med et spørsmål. Videre uttalte hun følgende om hva hun anså som viktig under forsøket:

Ehh ... det var viktig å være nøyaktig hmm ... fordi hvis du, eller, tar altfor mye gjær i den ene flasken og altfor lite i en annen, så vil jo ikke på en måte forsøket være riktig, så feilkilder da, det er viktig å passe på at det er nøyaktig.

Karoline trekker frem viktigheten av å være nøyaktig siden slurv med variabler går utover validiteten, slik at en kan eliminere mulige feilkilder. Dette kan sees i sammenheng med perspektiv 5 som omhandler hvordan fremgangsmåtene kan påvirke resultatene. Videre uttrykte hun følgende om hva hun syntes med en åpen tilnærming til forsøket:

Det gir jo på en måte oss elever muligheten til å være kreative. Ehh ... på en måte må tenke igjennom, og hva er det som egentlig kommer til å påvirke, og ikke bare få en mal på akkurat hva man skal gjøre. Så lærer man kanskje mer av å finne ut av ting selv.

Ved at de fikk være kreative, tenke selv hva de måtte gjøre istedenfor å bruke en mal, mente hun at dette kunne gi bedre læring. Dette kan ses i sammenheng med perspektiv 3 siden metodene og prosedyrene er påvirket av forskningsspørsmålene, og ved at elevene hadde ulike forskningsspørsmål som påvirket fremgangsmåten. Videre fulgte denne dialogen som tok utgangspunkt i hensikten med å forsvare egne påstander:

Karoline: Ehm ... altså da må man jo på en måte tenke, man må virkelig tro på sin påstand og ehh ... man må tenke at, ok det er den eneste påstanden som er riktig og bare komme med så bra argumenter som mulig, på at min påstand er riktig.

Intervjuer: Hvorfor kan ikke bare forskere si hva de vil?

Karoline: Som en forsker, så (må) man jo være faglig da, eller man må jo på en måte, holde seg til yrket sitt og hvis man begynner å komme med sine egne meninger, så kan det jo på en måte gli litt ut, hvis det ga mening?

Her uttrykker hun innledningsvis hvordan påstander må argumenteres for, men uttrykker ikke eksplisitt hvordan disse må forankres i bevis. Videre påpeker hun viktigheten av at forskere må basere sine påstander rundt det de gjør, fremfor egne (udokumenterte) meninger. Denne uttalelsen er noe vag og lite konkret, men kan sees i sammenheng med perspektiv 6 ved at konklusjoner må stemme overens med dataene. Avslutningsvis uttrykte hun følgende rundt hvorfor de skulle diskutere og sammenligne resultater:

Ehh ... for eksempel vi valgte jo å bytte ut sukkermengden ... mens noen andre sin gruppe valgte å bytte temperaturen. Og siden vi bare byttet ut en variabel da, og det var på en måte det forsøket, så ved på en måte å snakke med de andre for å se hva som endret resultatet deres noe, eller var det våres som funka best eller ... man må jo på en måte snakke sammen da, å se hva som faktisk endrer resultatet.

Her snakker hun om at det var interessant å se hvordan de andre løste oppgaven, og ved å dele erfaringer fikk de innblikk i andres fremgangsmåter og resultater. Her kommer hun da inn på perspektiv 5 og hvordan fremgangsmåtene kan påvirke resultatene.

Dette oppsummerer elevenes refleksjoner rundt de naturfaglige praksisene. Elevene berørte flere sentrale SI-perspektiver når de fikk spørsmål rettet mot undervisningen selv om de ikke fikk eksplisitte spørsmål knyttet mot disse.

5. Diskusjon

5.1 Elevenes forståelse av de syv NOS-perspektivene

Elevene viste at de hadde jevnt over en delvis-forståelse av NOS, med unntak av *teorier og lover* hvor alle viste naiv-forståelse. To av elevene hadde derimot informerte utsagn innenfor *sosial og kulturell påvirkning*. Gjennom analysen fremstod utsagnene til elevene noe fragmenterte og flytende. Dette samstemmer med Abd-El-Khalick & Lederman (2000b, s. 1082) sine erfaringer med elevens NOS-uttalelser. Derfor var det viktig å undersøke forståelsen på tvers av perspektivene for å se etter motstridende utsagn i henhold til Lederman et al. (2002). Noen av elevene utviste i denne studien forståelse for flere perspektiver samtidig. Videre ble det tatt hensyn til hvordan elevene kom med eksempler for å kontekstualisere deres forståelse, samtidig som jeg forsøkte å ikke stille ledende eller direkte spørsmål slik Lederman et al. (2002) anbefaler. Elevene uttrykte relativt lik forståelse av NOS-perspektivene. Dette kan ha sammenheng med at samtlige var høyt presterende elever med et tilnærmet likt kunnskapsnivå i faget. Nedenfor vil jeg gå nærmere inn på elevenes ferdigheter i de ulike perspektivene knyttet opp mot relevant teori i oppgaven.

Naturvitenskapelig empiri

Her viste samtlige delvis forståelse, hvilket også var resultatet i studien til Øyehaug og Dale (2022). Lederman et al. (2002, s. 499) forklarer at observasjon er noe vi kan se eller sanse, mens tolkning er slutninger basert på disse observasjonene. Dette var noe elevene viste forståelse for, og et eksempel på dette er Thomas sin uttalelse:

Observasjon er jo, det du enten ser, hører lukter eller opplever da, mens tolkning er det du tror skjer. Så du kan jo tolke at ... eh ... eller observasjon da at du ser det blir gass i flasken, så kan du tolke det som at det er noe gassutveksling i flasken eller om det er noe som utvider seg eller noe sånt da.

Lederman et al. (2002, s. 500) argumenterer for at dette skillet er sentralt for å forstå store deler av naturvitenskapen. Blant elevene var det ingen som uttrykte noe eksplisitt rundt at empiriske data alltid må tolkes.

Teorier og lover

Innenfor denne kategorien viste samtlige elever naiv-forståelse. Samme funn ble også gjort i studien til Øyehaug & Dale (2022), med unntak av én elev, og til dels Kartal et al. (2018, s. 7), hvor 83% av lærene i studien hadde naiv forståelse. Videre fant Petersen et al. (2020, s.8) at forståelsen av teorier og lover utgjorde den største misoppfatningen blant perspektivene, selv etter at elevene hadde gjennomført NOS-undervisning. Lignende funn er også gjort av Cofré et al. (2019, s. 241) og Deng et al. (2011, s. 972). Dette tyder på NOS-perspektivet er utfordrende for elever, men også lærere. At både lærere og elever har utfordringer av NOS, er kjent fra tidligere studier (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a); (Duschl, 1990); (Lederman, 1992); (Ryan & Aikenhead, 1992). En fellesnevner for elevene var at samtlige var usikre og upresise. Eksempelvis svarte Thomas følgende da han ble spurt hva en bygger en teori på:

Thomas: Du, det kommer vel med at du kommer på en idé da om ... hvorfor funker det sånn? Da er det en teori da fordi det er sånn, også undersøker de mer og forsker på det da, for å finne da, og ja det er faktisk sånn det er da. Så har de da, noe som bygger opp på påstanden og teorien din dems da, og da blir det en lov. Når de vet at, det er sånn det er.

Lederman et al. (2002, s 500) påpeker at elever ofte har et forenklet syn på teorier og lover, og en typisk forståelse er at teorier får status som lover når den støttes av tilstrekkelig empiriske bevis. Parker et al. (2008), fant på lik linje med Lederman et al. (2002) tilsvarende funn. De avdekket at elever ofte tolker lover som teorier som har akkumulert store mengder bevis. Et slikt forenklet syn ser vi av utdraget fra intervjuet med Thomas, som påpeker dette. Selv om Thomas viser naiv forståelse, uttrykker han at det er viktig å underbygge påstander. Dette kan sees i sammenheng med McComas & Kampourakis (2015, s. 57), som argumenter for at uansett hvor fornuftige påstander og begrunnelser høres ut, vil det være en forutsetning at det foreligger empiriske bevis som støtter påstander. Parker et al. (2008, s. 1684) trekker også frem hvordan teorier ofte blir ansett blant studenter som lite pålitelig kunnskap. Dette kommer til uttrykk blant flere av studentene. For eksempel uttrykker Elise følgende når hun forklarer forskjellen på en teori og en lov:

Eh ... teori og en lov? Eh ... en teori er jo ehh ... hva - hvordan man tror noe er da, men man vet ikke helt sikkert da, mens som i en naturlov så er det jo sånn at sånn er det og det her kommer til å skje. Ehh ... fordi det er loven og sånn skal det ... det skal

være sånn, og skjer det på en annen måte så er det ... ehh ... ikke, da er ikke det ehh ... da skjer det noe galt da.

Elise uttrykker at teorier er noe vi tror som vi ikke vet sikkert. En slik forståelse anses som naiv, og er gjenkjennbar fra andre studier (Kartal et al., 2018; Lederman et al., 2002). En annen typisk misoppfatning er at teorier og lover står i et hierarkisk forhold til hverandre, som kan sees i studien til Kartal et al. (2018, s. 7), og Petersen et al. (2020, s. 8). På bakgrunn av hvordan elevene uttrykker seg, vil forestillingen om at teorier og lover står i et hierarkisk forhold til hverandre også i denne studien være tydelig. Lederman et al. (2020, s. 500) beskriver lover som sammenhengen mellom fenomener vi kan observere, og at teorier støttes av empiriske bevis. Ingen av elevene uttrykte denne forståelsen under intervjuet.

Kreativitet

Her ble samtlige elever gradert til delvis-forståelse. Samme funn ble gjort i Øyehaug og Dale (2022). Elevene ble gjennom SWH-opplegget utfordret til å være kreative med valg av utstyr og fremgangsmåter, samtidig som dette ble diskutert i plenum. At dette ble påpekt eksplisitt i undervisningen kan ha påvirket elevenes forståelse. Elevene erkjente at kreativitet var en del av naturvitenskapen, men de var lite konkrete på hvor i kunnskapsutviklingen dette foregikk, eller at kreativitet gjennomsyrrer kunnskapsutviklingen. Lederman et al. (2002, s. 500) fremhever at selv om naturvitenskapen er basert på empiri, så vil kreativitet være sentralt ved for eksempel utarbeidelsen av teorier og modeller. Thomas beskriver viktige egenskaper for forskere slik:

Da er det vel lurt å kunne tegne litt da ... eller skissere for å få frem.. vise fram det du tenker da, fordi det er litt vanskelig hvis du har en plan, men du klarer ikke å formidle det til andre. Også er det viktig og ... være kreativ da, og kanskje være god i matte til å regne ut ting hvis du trenger det, for å forstå kanskje..

Det å kunne skissere for å få frem sine tanker, og det å kunne formidle anser Thomas som sentralt. Dette kan sees i sammenheng med Lederman et al. (2002, s. 500-501), som trekker frem Bohrs modell av atomet i et eksempel på hvordan kreativitet kan brukes i vitenskapen. Denne modellen gjenspeiler ikke en tro kopi av virkeligheten, men er et godt eksempel på hvordan menneskelig kreativitet spiller inn i kunnskapsutviklingen. Parker et al. (2008) fant at

de fleste elever hadde forståelse for at kreativitet var en del av jobben til forskere. Dette ga også Elise uttrykk for når hun ble spurt om forskere var kreative:

Det må de jo være på grunn av at, de må jo finne før de forsker så må de jo finne teorier, og hvorfor de tror ting er som de er ...

Og da må dem være kreative og åpne for andre ideer og hvorfor det kan være sånn.

Studien til Petersen et al. (2020, s. 8) avdekket at 80,6 % av elevene så koblingen mellom kreativitet og forskeres evne til å resonnerer logisk. Dette kan sees i sammenheng med hvordan Elise uttrykker seg her. Thomas uttalte også at forskere kunne være kreative med metodene sine. Dette understreker (McComas & Kampourakis, 2015, s. 62) som sentralt, ved at kreativitet spiller inn når forskere finner metoder for nye undersøkelser, bearbeider data, og hvordan de benytter forskningen på nye områder. Selv om elevene uttrykte at kreativitet påvirket deler av kunnskapsutviklingen, viser andre studier at studenter ikke har denne forståelsen (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000b).

Subjektivitet

Elevene viste en delvis forståelse av subjektivitetens rolle, og at dette påvirket forskningen. Derimot viste alle manglende forståelse for hvordan forskeres teoriforståelse spiller inn på kunnskapsutviklingen, altså at den er teoriladet. Lederman et al. (2002, s. 501) og McComas & Kampourakis, (2015, s. 63-64), argumenterer på sin side at forkunnskaper, erfaringer og teoriforståelsen vil kunne påvirke kunnskapsutviklingen. Studien til Øyehaug og Dale (2022), viste også at samtlige elever hadde delvis forståelse med unntak av én elev. Karolines tanker rundt dette perspektivet gir et inntrykk av hvordan elevene generelt uttrykte seg. Dette kommer frem i følgende dialog:

Intervjuer: På noen områder innenfor forskning kan forskere ha forskjellige teorier om noe selv om de sitter på samme informasjon. Hvorfor er det slik tror du?

Karoline: Det er litt vanskelig spørsmål fordi, eller som du sa da, alle kan jo ha forskjellig tolkning om hvorfor himmelen er blå. Eh ... så selv om de har samme info om himmelen og alt det, så kan man fortsatt ha ulike teorier om hvorfor den faktisk er blå.

Intervjuer: Hvorfor tenker du at man kan tenke ulikt om en teori, selv om man sitter på samme informasjon?

Karoline: Fordi alle mennesker er forskjellig, i tillegg da, ehh ... det inkluderer da også forskere. Så ingen vil klare å tenke det samme selv, hvor mye ... av samme informasjon som man sitter på, og da vil det komme ulike teorier.

Som Karoline her beskriver vil forskere ha ulik tolkning som et resultat av at mennesker er forskjellige. Videre uttrykte Jonas at: «Og fordi folk er ulike så vil de komme med forskjellige forklaringer». Selv om alle hadde god forståelse for at subjektivitet spiller inn i kunnskapsutviklingen, var det ingen som uttalte seg rundt teoriforståelsen påvirkning, og hvordan de tolker data eller bevis. Hvordan forskere trekker slutninger, tolker data, og vektlegger observasjoner, vil nemlig være påvirket av subjektivitet (Lederman et al., 2002, s. 501).

Sosiale og kulturelle forhold

Dette perspektivet omhandler hvordan kunnskapsutviklingen påvirkes av ytre faktorer som politikk, sosioøkonomiske faktorer, religion, og filosofi (Lederman et al., 2002, s. 501). Jonas og Karoline viste delvis forståelse for dette, mens Thomas og Elise demonstrerte informert forståelse. Øyehaug og Dale (2022), fant at alle hadde delvis forståelse. Videre fant Petersen et al. (2020, s. 8), at 73 % av elevene forstod eksistensen av kulturelle verdier sin påvirkning. I motsetning til Jonas og Karoline som viste delvis forståelse, og i liten grad uttrykte at naturvitenskapen påvirker samfunnet, ga Elise tydelig uttrykk for dette: «Noe det kan forskes mye på, er jo ehh ... miljøgasser og sånn, og det er jo på grunn av at det er et problem som vi ønsker å løse ehh ... på grunn av klimakrisen og sånn». Videre uttrykte hun at religion og samfunnsmessige faktorer påvirker naturvitenskapen:

... er du skikkelig ortodoks, så kan det jo hende at det ehh ... endrer ditt syn på noen faktorer siden du ehh ... har jo et ganske strengt syn fra før av, så kanskje det også påvirker litt i jobbsynet ditt da, at du ser ting veldig fra en måte.

Thomas uttrykte også informert forståelse disse faktorene:

Jeg tror det har en del å si, fordi det handler jo om, ja hva du har opplevd som får deg til å tro på det da. For eksempel hvis du er religiøs da og tror på gud, skulle man tro at en del av naturvitenskapen kommer fra Gud da er sånn ... jordas oppstandelse, også

tror de at det er Gud som skapt universet, mens hvis du ikke tror på det så er det jo Big Bang- teorien for eksempel da.

Videre viste han informert forståelse av hvordan naturvitenskapen påvirker samfunnet:

Det forskes jo mye på sånn fornybar energi da, og for å kutte ut co2- utslippene. Og det er jo fordi at, nå er det jo, det er jo en slags klimakrise nå da, som forskere er redde for og da prøver de å løse den kris ... krisa. Mens andre ting som ikke er av så mye betydning er det vel litt mindre forskning på.

I motsetning til Øyehaug & Dale (2022) ble ingen elever gradert til informert forståelse. Likevel samstemmer funnene med studier på dette området, som har avdekket at majoriteten ser parallellene med hvordan sosiale, politiske og kulturelle verdier kan ha innvirkning på kunnskapsutviklingen (Ryan & Aikenhead, 1992; Walker & Zeidler, 2007). Sinthuwa & Sangpradit (2018) som brukte SWH for å undersøke elevers NOS-forståelse, fant at de oppnådde størst utvikling innenfor dette perspektivet. Videre peker forskningslitteraturen på at elevenes NOS-forståelse gir dem muligheter til og bedre kunne forstå hvordan naturvitenskapen endres og påvirkes av kulturelle og sosiale faktorer, som gjør undervisningen mer autentisk for elevene (Driver et al., 1996; Yacoubian, 2020). En forståelse av disse faktorene vil derfor kunne ha stor betydning.

Metoder

Innenfor dette perspektivet som omhandlet hvordan kunnskapsutviklingen ikke nødvendigvis fortøner seg med én stegvis metode (Lederman et al., 2002, s. 501), demonstrerte samtlige elever delvis forståelse. Til sammenligning til Øyehaug & Dale (2022), utviste fire av seks elever informert forståelse. Dette kan skyldes at elevene deltok i naturfaglige praksiser over et større tidsrom, og flere undervisningsøkter. En gjenganger i denne studien var elevenes utfordringer med å forklare hvordan forskere bruker ulike metoder. Eksempelvis refererte Jonas til den «vitenskapelige metoden» når han ble spurt hvordan de arbeidet som forskere: «Jeg har hørt da, at det er en sånn scientific method, at det er den som brukes av forskere, når de gjør sånne forskningseksperiment. Så jeg tror da, at den forskningsmetoden den er liksom, vi vet den funker.» En tilsvarende studie av Petersen et al. (2020, s. 8), fant at 48,9 % mente forskere brukte en stegvis metode. Dette er også i følge Lederman et al. (2002, s. 501) en typisk uttalelse. Fordi det er ikke gitt at en stegvis sekvens av aktiviteter alltid vil bane vei

mot sikker kunnskap (Lederman et al., 2002, s. 501). Jonas uttalte videre på spørsmål om forskere bruker forskjellige metoder at: «*Ja det vil jeg tro, ehm ... kanskje litt sånn, hvis de har lyst til å finne ut en spesifikk ting, så kanskje endrer de litt på hvordan de ellers ville ha gjort det.*» Dette viser noe usikkerhet på hvordan metoder kan arte seg forskjellig, og den samme usikkerheten uttrykkes også av Karoline:

Det er jo sikkert noen små forskjeller, men det er sikkert mye av det samme også ... Eh ... jeg vet i hvert fall om at man gjør et forsøk da, eller eksperiment ... eh ... lager seg en hypotese, forskerspørsmål, også observerer de hva som skjer. Jeg vet ikke om noen andre metoder man kan bruke.

Her viser hun kjennskap til den vitenskapelige metoden, men er videre usikker rundt andre metodiske tilnærminger. Dette står i motsetning til Petersen et al. (2020, s. 8) som fant at 92,5 % aksepterte at forskere bruker ulike metoder. Haug og Mork (2021, s. 26) påpeker at denne metoden som regel brukes opp imot hypotesetesting og eksperimenter, men er kun én av flere metodiske tilnærminger. Stegvis fremgangsmåter som den hypotetisk-deduktive metoden er typisk brukt i naturfagundervisning, og kan gjerne benyttes, men det er viktig at elevene får kjennskap til ulike metoder (Haug & Mork, 2021, s. 26). Erduran & Dagher (2014) kritiserer videre den stegvise metoden for å ta for mye plass i naturfagsundervisning, siden den er med på å gi elevene et feilaktig bilde av hvordan vitenskapen blir konstruert. Ifølge dette vil det være legitimt å antyde at Karoline og Jonas sin oppfattelse er et resultat av at dette er den eneste metodikken de kjenner til gjennom tidligere naturfagsundervisning, selv om de har jobbet noe utforskende tidligere. Mye tyder på at de er ukjent med hvordan metoder kan arte seg forskjellig ut ifra hva forskere ønsker å undersøke. Selv om det SWH-baserte undervisningsopplegget tilrettela for økt medbestemmelse rundt fremgangsmåtene slik at metodene kunne bli forskjellige, virker ikke dette å ha hatt påvirkning på elevenes forståelse.

Tentativitet

Det siste perspektivet omhandlet hvordan naturvitenskapen på tross av sin pålitelige natur, aldri kan være helt sikker (Lederman et al., 2002, s. 502). Angående dette viste alle delvis forståelse, som samsvarte med Øyehaug & Dale (2022). Med tentativitet knyttet til NOS, menes at kunnskapen kan endres ved for eksempel tilgang på ny teknologi (Lederman et al., 2002). Dette viste elevene forståelse for, og Jonas på sin side uttrykte følgende rundt teknologiens påvirkning:

Ja det vil jeg tro ... Ehm ... jeg tenker da med en gang på mikroskopet, som vi snakket om tidligere, og når det kom ut så ble jo på en måte all ny forskning, tror jeg, eller veldig mye av den nye forskningen, brukt ... eller tatt i bruk med mikroskopet.

Dette uttrykker forståelse for hvordan Lederman et al. (2002, s. 502) beskriver naturvitenskapens foranderlige natur. Karoline hadde på lik linje forståelse for dette:

Vi bruker jo mye mer teknologi nå, det gjør vi nok i forskning også. Så jeg vil si at det påvirker. Vi har jo finni ut mye mer nå som vi har brukt sånn teknologi, fordi har man mye mer muligheter..

Likevel hersket det noe usikkerhet rundt naturvitenskapens tentative natur og eksempelvis teories validitet. Popper (1963) argumenterte for at selv om store mengder empiriske bevis underbygger teorier og lover, så vil fremtiden kunne avdekke nye fenomener som er ukjente for oss i dag, og på denne måten strider med lover og teorier slik vi kjenner dem. Til sammenligning med Popper (1963), uttrykte Karoline:

Jeg tror eh ... jeg tror forskning, eller det vi har allerede funnet ut av, det tror jeg vil beholdes, men at det heller vil bli forsket mer på. Jeg tror ikke noe blir forkasta eller at en teori bare blir borte, men jeg tror at de kan bli forska mer på, og mer nøyaktig, med teknologi.

Karoline mener teorier vil beholdes, men at de vil forskes mer og nøyaktig på. Dette viser en naiv forståelse av perspektivet, og står i motsetning til det andre eksemplet. Elise hadde tilsvarende forståelse på dette området, og mente til dels at teorier kunne forandres. Dette står i motsetning til Petersen et al. (2020, s. 7), hvor 73, 1 % så på teorier som midlertidige, og under konstant vurdering. Jonas mente derimot at hvis forskere fant informasjon som ikke stemte med Big Bang-teorien, så kunne de utvikle en ny teori som passet med den nye informasjon. Dette samstemmer i større grad med Petersen et al. (2020, s. 7), som også fant at de fleste hadde forståelse for at teorier kunne endres som følge av ny empiri. Med unntak av usikkerheten rundt teories foranderlighet, uttrykte elevene seg godt. En mulig årsak for dette kan være deres naive forståelse av teorier og lover.

5.2 Elevers refleksjoner rundt SI

Det andre forskningsspørsmålet ønsket å undersøke hvordan elevene reflekterte over sentrale naturvitenskapelige praksiser (SI) i en utforskende kontekst. Dette ble gjort ved å analysere svarene knyttet til undervisningsopplegget. Ved at elevene hadde deltatt i naturvitenskapelige praksiser sentrert rundt SWH, ble dette ansett som interessant. Gyllenpalm et al. (2021) og Lederman et al. (2014) argumenterer for viktigheten av å forstå SI perspektivene, og for å skape mening både på og utenfor skolens arena. Elevene berørte flere av disse perspektivene under sine refleksjoner. For eksempel uttrykte Karoline at: *«Vi arbeidet som forskere ved at vi stilte oss selv et forskerspørsmål, og på en måte lagde en hypotese da»*. På lik linje uttrykte Thomas: *«I forkant skrev vi hypotese, og hva vi trodde var i flaska»*. Dette viser en forbindelse mot det første perspektivet som omhandler hvordan utforskninger starter med et spørsmål. Lederman et al. (2014, s. 68) poengterer at dette er viktig å forstå for å kunne styre observasjonene i utforskninger. I Eliyahu et al. (2021, s. 1081) viste halvparten forståelse for dette perspektivet. De to elevene nevnte også bruk av hypoteser selv om dette ikke må ligge til grunn i vitenskapelige undersøkelser (Lederman et al., 2014, s. 68).

Videre uttrykte Jonas: *«Jeg har hørt da, at det er en sånn «scientific method»*. Dette utsagnet viser en forståelse for bruk av den vitenskapelige metoden, som kan ses forbindelse til det andre perspektivet. Han uttrykker ikke at det finnes flere metoder. Slike uttalelser begrunner Lederman et al. (2014, s. 68) er et resultat av at slike fremgangsmåter får for mye fokus i skolen. Lederman et al. (2014, s. 68) poengterer at vitenskapelige undersøkelser ikke nødvendigvis følger en stegvis metode. Dette perspektivet fremstår svært likt sett i sammenheng med Lederman et al. (2002) sitt sjette NOS-perspektiv (metoder). Lederman et al. (2014, s. 68), argumenterer for at det er viktig at studenter forstår hvordan forskere bruker ulike metoder. Videre uttrykte Jonas at: *«Når man lager en problemstilling så må man aktivt tenke over hva det er du lurer på, og hva det er du liksom skal oppnå, når du ehh ... gjør forsøk.»* Dette utsagnet viser en forbindelse til perspektiv 3, som i følge Lederman et al. (2014, s. 69) omhandler hvordan metoden påvirkes av de innledende spørsmålene, og at det er viktig å forstå at det må gjøres tilpasninger mellom metoden og forskningsspørsmålene.

Videre uttrykte Jonas: *«... og når du sammenligner resultatet og resultat er helt anderledes fra de andres, så kan man jo eh ... se det, også tenke over hvorfor det ble sånn.»*

Dette viser en forbindelse til perspektiv 4 og 5, som i følge Lederman et al. (2014) omhandler hvordan fremgangsmåten påvirker resultatet, og hvordan ulike forskere kan komme til samme konklusjon ved bruk av samme prosedyrer. Videre argumenterer Osborne et al. (2003, s. 708), for viktigheten av at vitenskapelige data kan tolkes og forstås forskjellige. Denne forståelsen kan settes i sammenheng med hvordan elevene hadde ulike tilnærminger og prosedyrer under forsøket. Videre forklarte Elise at hennes gruppe glemte av å sjekke temperaturen på vannet, da de bare skulle endre gjærmengde, og at dette kunne være en feilkilde for resultatet. Dette samstemmer med Lederman et al. (2014, s. 69), som sier at elever vil oppleve å få ulike resultater basert på fremgangsmåten de bruker. Utsagnene rundt perspektiv 4 og 5, kan henholdsvis settes i sammenheng med NOS-perspektiv 4(subjektivitet) og 7(tentativitet), hvor elevene viste delvis forståelse.

Videre uttrykte flere av elevene at det er viktig å bevise påstander, og underbygge disse med fakta. I følge Wiblom et al. (2020), er det en viktig egenskap å kunne kritisk vurdere vitenskapelige påstander i vår digitale tidsalder. Dette kunne derfor knyttes opp mot perspektiv 6, som i følge Lederman et al. (2014, s. 70), går ut på at konklusjonene stemmer overens med forskningsdataene og at påstander er forankret i bevis. Lederman et al. (2014) poengterer viktigheten av dette siden all vitenskapelige kunnskap er basert på empiri. Videre vil det alltid være en forutsetning at påstander i naturvitenskap er forankret i empiriske bevis (McComas & Kampourakis, 2015, s. 57).

Perspektiv 7 ble ikke berørt av noen av elevene. Årsaken til dette var trolig på grunn av at studien undersøkte hvordan elevene reflekterte rundt undervisningsopplegget, og ikke direkte mot et spørreskjema utviklet for SI (VASI), som er gjort i tidligere studier (Eliyahu et al., 2021; Gyllenpalm et al., 2021; Lederman et al., 2014). Til sammenligning fant studien til Gyllenpalm et al. (2021) at elever hadde minst forståelse på dette området, men det er vanskelig å trekke noen konklusjoner på bakgrunn av dette, siden elevene ikke hadde uttalelser omkring perspektivet. Rundt perspektiv 8 ble det kun funnet én vag forbindelse. Elise trakk fram hvordan elevene hadde sammenlignet resultatene, og at de på denne måten utvekslet erfaringer og synspunkter. Ved at elevene hadde ulike kunnskaper innenfor temaet, fikk de samlet en bedre forståelse som de baserte sine forklaringer på. Dette kan derfor til dels ses i sammenheng med Lederman et al. (2014, s. 71), som poengterer at vitenskapelige forklaringer er basert på en kombinasjon av innsamlede data (elevenes resultater), og det som allerede er kjent (elevenes kunnskaper om temaet).

5.4 Implikasjoner for undervisning

Etter arbeidet med denne oppgaven falt det seg naturlig å stille spørsmålet: hvordan kan elever lære om NOS og SI i utforskende undervisning? For å drøfte implikasjoner for videre undervisning, knytter jeg opp erfaringer og resultater fra studien med relevant teori i oppgaven.

Utforskende arbeidsmåter står sentralt i den nye læreplanen med kjerneelementet naturvitenskapelige tenkemåter og praksiser (Haug & Mork, 2021, s. 13), samtidig har utforskende arbeidsmåter lenge hatt fokus innenfor naturvitenskapelig utdanning (Lederman et al., 2014). Forskning viser likevel at elever har utfordringer med forståelsen og hensikten med hva de skal gjøre og hvorfor i utforskende arbeid (Lederman et al., 2014). Videre har lærere ofte utfordringer med utforskende arbeid, og strever med å legge til rette for at elever deltar i naturvitenskapelige praksiser (Arias et al., 2016). Studier viser også at elever og lærere sin forståelse av NOS uteblir (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a); (Duschl, 1990); (Lederman, 1992); (Ryan & Aikenhead, 1992). Dette kan være bekymringsverdig, med tanke på at lærerens evne til å veilede elevene i naturfaglige praksiser er av stor betydning for læringsutbyttet (Furtak et al., 2012, s. 322). Videre poengterer Haug & Mork (2021, s. 33) at modelleringer, forklaringer av de ulike naturvitenskapelige praksisene, og hvordan disse henger sammen, er en viktig støttestruktur for elevene. Derfor vil det å kunne koble de naturvitenskapelige praksisene inn i undervisningen være sentralt (Haug & Mork, 2021, s. 13).

For å kunne angripe denne problematikken trenger lærere et verktøy i undervisningen. Et slikt verktøy kan være SWH, som har vist positive resultater gjennom flere studier (Knain, 2015). Ved siden av å ha demonstrert effekt på elevers metakognisjon, samarbeid og økt kunnskap (Akkus et al., 2007; Cavagnetto et al., 2010; Hand et al., 2004), redusert prestasjonsgapet mellom elever (Akkus et al., 2007, s. 1745), så har den gitt elever større muligheter til å involvere seg i NOS-aktiviteter, som argumentering, diskusjon og sammenligning av resultater og bevis (Akkus et al., 2007). Dette gir elever som jobber med SWH fremfor tradisjonelle tilnærminger, mer autentiske erfaringer med naturfaglige praksiser (Akkus et al., 2007, s. 1748-1750). Ved at elever får økte muligheter til å delta i NOS-aktiviteter, sammen med mer autentiske erfaringer, antyder dette at SWH vil være en god tilnærming. Videre viste en studie med studenter som gjennomførte SWH-undervisning, at de fikk bedre holdninger til

faget, og bedre evner til problemløsning (Erkol et al., 2010). Ved at elevene får bedre holdninger kan dette også være med på å engasjere de mer rundt hva de skal lære.

Ut ifra egne opplevelser fra denne studien fant jeg at SWH er forholdsvis enkel å tilpasse til både nye og eksisterende undervisningsformer, og at malen er enkel å forstå. Ved å ta i bruk SWH i egen undervisning argumenterer jeg for at dette heller ikke vil oppleves som unødvendig merarbeid, som vi lærere ofte prøver å unngå. Det positive med SWH er at en ikke trenger å finne på noe nytt og revolusjonerende hver gang, stort sett kan en bruke eksisterende undervisningsopplegg. Studien til Yoon & Karpudewan (2022, s. 93-94) poengterte for eksempel hvordan SWH er med på legge til rette for innlæring av abstrakte konsepter. Et eksempel på slike abstrakte konsepter kan sies å gjelde NOS. Så hvordan skal en da gå frem for at studenter skal lære mer om dette, og er det nok å bare bruke SWH?

Resultatene fra denne studien viste at elevene i snitt hadde en delvis forståelse, hvorav informert forståelse hos to elever (*sosial og kulturell påvirkning*), og naiv forståelse for samtlige i *teorier og lover*. Dette kan tyde på at ytterligere grep må gjøres. Studier har funnet flere slike grep som er av betydning (Abd-El-Khalick et al., 1998; Akerson et al., 2000). NOS bør inngå som et eget mål for undervisningen (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002), ved at det innlemmes eksplisitt i undervisningen (Cofré et al., 2019, s. 239; Deng et al., 2011, s. 974; Haug & Mork, 2021, s. 33; Lederman et al., 2019, s. 199; McComas & Kampourakis, 2015, s. 74; Park et al., 2020), og at NOS knyttes opp i mot historiske og filosofiske perspektiver i konteksten med hva de skal lære. På lik linje med NOS, bør perspektiver rundt SI innlemmes i undervisningen når elevene jobber med naturfaglige praksiser (Eliyahu et al., 2021), samtidig som de får forståelse for hvordan kunnskapen fra de ulike fagdisiplinene skapes (Lederman et al., 2019, s. 197–198).

Sett i sammenhengen med egen undervisning, bør NOS påpekes eksplisitt i mye større grad, og med fordel innlemmes tydelig i læringsmålene. Siden bruk av generelle NOS-perspektiver har vist effekt i pedagogisk sammenheng (Kampourakis, 2016, s. 669), bør slike perspektiver implementeres når elevene for eksempel gjør forsøk for å gi de autentiske erfaringer (Kampourakis, 2016, s. 670–671), eller stille spørsmål rundt dette i elevers forsøksrapporter (Clough, 2011, s. 6). Som nevnt i metode-delen ga jeg elevene et spørsmål knyttet til NOS i forsøksrapporten, men slike spørsmål bør være mer eksplisitte i forhold til de generelle NOS og SI-perspektivene, og omhandle hva elevene gjør. Videre bør NOS-undervisning få frem

elevers forkunnskaper før og etter undervisning (Petersen et al., 2020, s. 2), da forforståelsen elevene har med seg ofte baseres på misoppfatninger fra tidlig i skoleløpet (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a; Chen et al., 2013; Clough, 2006). Et nyttig og enkelt verktøy for å undersøke forkunnskaper kan i denne sammenheng være Padlet som jeg selv benyttet i undervisningen.

For å lykkes med NOS undervisning er det flere faktorer som spiller inn. Bruk av SWH kan være et utgangspunkt siden det engasjerer elever i naturfaglige praksiser, og gir mer autentiske opplevelser som de reflekterer rundt sammen. Samtidig viser studier at SWH gir økt forståelse av NOS (Keys et al., 1999; Sinthuwa & Sangpradit, 2018).

5.5 Implikasjoner for videre forskning

Denne masteroppgaven gjennomførte et utforskende SWH-opplegg for å undersøke elevers forståelse av NOS med utgangspunkt i Lederman et al. (2002, s.509) sin VNOS-C guide. Med utgangspunkt i beskrivelser av de metodiske valgene, utvalget, undervisningsopplegget, og analysen, kan resultatene i denne studien være en mulighet for andre som ønsker å undersøke elevers forståelse av naturvitenskapens egenart, og hvordan de reflekterer over naturvitenskapelige praksiser. Fra tidligere foreligger det som nevnt ingen forskning på SWH i Norge, selv om det internasjonalt er gjort flere studier (Akkus et al., 2007; Cavagnetto et al., 2010; Erkol et al., 2010; Hand et al., 2004; Keys et al., 1999; Yoon & Karpudewan, 2022), med flere. Videre er det gjort utallige studier internasjonalt, og flere studier i Norge som berører elevers forståelse av NOS. Denne studien vil være et supplement til eksisterende forskning. Resultatene fra min oppgave belyser i hovedsak hvordan ungdomsskoleelever forstår generelle NOS-perspektiver i en utforskende kontekst, men belyser også hvordan de reflekter rundt sentrale perspektiver på SI.

I arbeidet med denne studien har jeg gjort meg tanker om hva som kunne blitt undersøkt videre. Dette gjelder først og fremst hvordan elever utvikler sin NOS-forståelse ved bruk av SWH. Denne studien hadde i startfasen et ønske om å undersøke dette, men jeg fant det ble for tidkrevende. Det er vanskelig å si noe om SWH påvirker elevers NOS forståelse uten kontrollgrupper og data fra pre- og post-tester. I internasjonal sammenheng har de nevnte studiene gjort dette, og det hadde vært interessant og gjort denne tilnærmingen i norsk kontekst. Videre undersøkte denne studien (litt tilfeldig) elever som var høyt presterende, og

videre studier kan derfor belyse samme problemstilling med lav presterende elever. Selv om det er interessant å studere elevers forståelse, vil også læreres forståelse for NOS være hensiktsmessig å undersøke. En slik tilnærming kunne vært hvordan nyutdannede naturfagslærere forstår NOS, ved at den nye lærerutdanningen skal gi mer tyngde i faget.

En annen problemstilling som fattet interesse, er hvordan elever forstår NOS med utgangspunkt i et annet rammeverk enn de generelle prinsippene. Som nevnt utviklet Irzik & Nola (2014) en «family resemblance approach» som de mente ga NOS mer dybde enn de generelle perspektivene. Denne utviklet Erduran & Dagher (2014) videre ved å fremstille en modell som var tiltenkt NOS-undervisning, med den hensikt å gi et mer autentisk bilde av naturvitenskapen. En studie som undersøker elevers forståelse av NOS med utgangspunkt i FRA, kan ha en nytteverdi. En slik tilnærming bør likevel vurderes å gjøre i etterkant av innlæring av generelle perspektiver, i følge Kampourakis (2016, s. 676).

Avslutningsvis foreslår jeg at videre forskning i større grad bør undersøke hvordan elever forstår de naturfaglige praksisene (SI), siden dette er et område hvor det foreligger lite forskning (Lederman et al., 2014). Denne forskningen kan med fordel ta utgangspunkt i Lederman et al. (2014, s. 68-71) sine SI-perspektiver, ved bruk av VASI-spørreskjemaet. Her foreligger det heller ingen forskning fra Norge.

6. Oppsummering

Denne masteroppgaven ønsket å studere hvordan elever reflekterer over naturvitenskapens egenart og naturvitenskapelige praksiser. For å belyse dette ble det tatt i bruk semistrukturerte intervjuer i etterkant av et undervisningsopplegg som fulgte SWH-malen. Deretter ble intervjuene transkribert og analysert. Det ble utviklet to forskningsspørsmål for dette formålet.

Forskningsspørsmålene var: Hvordan reflekterer ungdomskoleelever over sentrale prinsipper ved naturvitenskapens egenart (NOS) i en utforskende kontekst? Hvordan reflekterer ungdomskoleelever over sentrale naturvitenskapelige praksiser (SI) i en utforskende kontekst? Det første spørsmål ønsket å undersøke hvordan elevene forstod de ulike perspektivene til Lederman et al. (2002, s. 499-502), mens det andre ville undersøke hvordan elevenes refleksjoner kunne knyttes til perspektivene til Lederman et al. (2014, s. 68-71) sine SI-perspektiver.

Gjennom analysen av det første forskningsspørsmålet fant studien at utsagnene til elevene fremstod som noe fragmenterte og flytende. Dette samsvarer med Abd-El-Khalick & Lederman (2000b, s. 1082) sine erfaringer med elevers NOS-uttalelser. I analysen ble rammeverket til Kartal et al. (2018, s. 5) og Øyehaug & Dale (2022) benyttet. På bakgrunn av disse kriteriene viste elevenes refleksjoner en gjennomgående delvis forståelse. Likevel viste samtlige elever en naiv forståelse av *teorier og lover*. At elever har utfordringer med dette samsvarer med flere ulike studier (Cofré et al., 2019, s. 241; Deng et al., 2011, s. 972; Lederman et al., 2002; Parker et al., 2008, s. 1684; Petersen et al., 2020, s. 8; Øyehaug & Dale 2022). Videre viste to elever en informert forståelse av *sosial og kulturell påvirkning*. Dette er også blitt av dekket i tidligere studier (Petersen et al., 2020, s. 8; Ryan & Aikenhead, 1992; Walker & Zeidler, 2007; Sinthuwa & Sangpradit, 2018). Disse funnene ble gjort i en undervisning som i liten grad påpekte de generelle perspektivene av NOS eksplisitt.

Gjennom analysen av det andre forskningsspørsmålet ble det avdekket at elevene reflekterte rundt flere av SI-perspektivene, men at forbindelsen i flere tilfeller var noe vag. Totalt sett berørte elevene sju av åtte SI-perspektiver. Disse funnene ble gjort i en kontekst som i liten grad påpekte de generelle perspektivene på SI eksplisitt. For å kunne gi et bilde av hvordan elever forstår disse perspektivene, bør fremtidige studier benytte et egnet spørreskjema for

dette (VASI), på lik linje med hvordan VNOS ble brukt i forskningsspørsmål 1. Likevel gir resultatet et bilde av hvordan elevene reflekterer over SI-perspektiver i en SWH kontekst, som jeg ikke har funnet i tidligere studier. Dette kan derfor være et utgangspunkt for videre forskning.

Jeg håper denne studien kan være til nytte og inspirasjon til andre som ønsker å studere elevers refleksjoner av NOS og SI ved bruk av SWH-modellen.

Referanser

- Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding Nature of Science Instruction in Preservice Elementary Science Courses: Abandoning Scientism, But... *Journal of Science Teacher Education*, 12(3), 215–233. <https://doi.org/10.1023/A:1016720417219>
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417–436. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199807\)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E)
- Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D., & Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397–419. <https://doi.org/10.1002/sce.10118>
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000a). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665–701. <https://doi.org/10.1080/09500690050044044>
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000b). The influence of history of science courses on students' conceptions of the nature of science /. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057–1095. https://www.researchgate.net/publication/35510771_The_influence_of_history_of_science_courses_on_students'_conceptions_of_the_nature_of_science
- Aikenhead, G. S. (1988). An analysis of four ways of assessing student beliefs about sts topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(8), 607–629. <https://doi.org/10.1002/tea.3660250802>
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a Reflective Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295–317. [https://doi-org.ezproxy.inn.no/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(200004\)37:4%3C295::AID-TEA2%3E3.0.CO;2-2](https://doi-org.ezproxy.inn.no/10.1002/(SICI)1098-2736(200004)37:4%3C295::AID-TEA2%3E3.0.CO;2-2)
- Akkus, R., Gunel, M., & Hand, B. (2007). Comparing an Inquiry-based Approach known as the Science Writing Heuristic to Traditional Science Teaching Practices: Are there differences? *International Journal of Science Education*, 29(14), 1745–1765. <https://doi.org/10.1080/09500690601075629>
- Arias, A. M., Davis, E. A., Marino, J.-C., Kademian, S. M., & Palincsar, A. S. (2016).

- Teachers' use of educative curriculum materials to engage students in science practices. *International Journal of Science Education*, 38(9), 1504–1526.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1198059>
- Cavagnetto, A., Hand, B. M., & Norton-Meier, L. (2010). The Nature of Elementary Student Science Discourse in the Context of the Science Writing Heuristic Approach. *International Journal of Science Education*, 32(4), 427–449.
<https://doi.org/10.1080/09500690802627277>
- Chen, S., Chang, W.-H., Lieu, S.-C., Kao, H.-L., Huang, M.-T., & Lin, S.-F. (2013). Development of an Empirically Based Questionnaire to Investigate Young Students' Ideas About Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(4), 408–430. <https://doi.org/10.1002/tea.21079>
- Clough, M. (2011). Teaching and assessing the nature of science: How to effectively incorporate the nature of science in your classroom. *The Science Teacher*, 78, 56–60.
- Clough, M. P. (2006). Learners' Responses to the Demands of Conceptual Change: Considerations for Effective Nature of Science Instruction. *Science & Education*, 15(5), 463–494. <https://doi.org/10.1007/s11191-005-4846-7>
- Cofré, H., Núñez, P., Santibáñez, D., Pavez, J. M., Valencia, M., & Vergara, C. (2019). A Critical Review of Students' and Teachers' Understandings of Nature of Science. *Science & Education*, 28(3), 205–248. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00051-3>
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (3. utg.). Sage.
- Dalen, M. (2011). *Intervju som forskningsmetode* (2. utg.). Universitetsforlaget.
- Deng, F., Chen, D.-T., Tsai, C.-C., & Chai, C. S. (2011). Students' views of the nature of science: A critical review of research. *Science Education*, 95(6), 961–999.
<https://doi.org/10.1002/sce.20460>
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Open University Press.
- Duschl, R. A. (1990). *Restructuring science education: The importance of theories and their development*. Teachers College Press.
- Eliyahu, E., Assaraf, O., & Lederman, J. (2021). Do Not Just Do Science Inquiry, Understand It! The Views of Scientific Inquiry of Israeli Middle School Students Enrolled in a Scientific Reserve Course. *Research in Science Education*, 51, 1073–1091.
<https://doi.org/10.1007/s11165-020-09925-x>
- Erdas Kartal, E., Cobern, W. W., Dogan, N., Irez, S., Cakmakci, G., & Yalaki, Y. (2018).

- Improving science teachers' nature of science views through an innovative continuing professional development program. *International Journal of STEM Education*, 5(1), 30. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0125-4>
- Erduran, S., & Dagher, Z. R. (2014). Reconceptualizing Nature of Science for Science Education. I S. Erduran & Z. R. Dagher (Red.), *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education: Scientific Knowledge, Practices and Other Family Categories* (Bd. 43, s. 1–18). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9057-4_1
- Erkol, M., Kışoğlu, M., & Büyükkasap, E. (2010). The effect of implementation of science writing heuristic on students' achievement and attitudes toward laboratory in introductory physics laboratory. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2310–2314. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.327>
- Estrup, E. J., & Achiam, M. (2019). The potential of palaeontology for science education. *Nordic Studies in Science Education*, 15(1), 97–108. <https://doi.org/10.5617/nordina.5253>
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- Geertz, C. (1973). *The interpretation of cultures: Selected essays*. Basic Books.
- Gyllenpalm, J., Rundgren, C.-J., Lederman, J., & Lederman, N. (2021). Views About Scientific Inquiry: A Study of Students' Understanding of Scientific Inquiry in Grade 7 and 12 in Sweden. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 66(2), 336–354. <https://doi.org/10.1080/00313831.2020.1869080>
- Hand, B., Wallace, C. W., & Yang, E.-M. (2004). Using a Science Writing Heuristic to enhance learning outcomes from laboratory activities in seventh-grade science: Quantitative and qualitative aspects. *International Journal of Science Education*, 26(2), 131–149. <https://doi.org/10.1080/0950069032000070252>
- Haug, B. S., & Mork, S. M. (2021). *Nøkkeltbegreper i utforskende arbeid*. Universitetsforlaget.
- Hedrén, J., & Jidesjö, A. (2010). *Kunskap utan kunskapens användning: En studie av fysikläromedel i grundskolans senare år* (Nr. 8; s. 1–39). Skolinspektionen. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:322447/FULLTEXT02.pdf>
- Hrdy, S. (1986). Empathy, Polyandry, and the Myth of the Coy Female. I R. Bleier (Red.), *Feminist Approaches to Science* (s. 119–146). Pergamon.

- Irzik, G., & Nola, R. (2014). New Directions for Nature of Science Research. I M. R. Matthews (Red.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (s. 999–1021). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8_30
- Johnsen, G. (2018). Intervjuet som forskningsredskap. I M. Krogtoft & J. Sjøvoll (Red.), *Masteroppgaven i lærerutdanninga temavalg, forskningsplan, metoder* (2. utg., s. 197–209). Cappelen Damm akademisk.
- Kampourakis, K. (2016). The “general aspects” conceptualization as a pragmatic and effective means to introducing students to nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(5), 667–682. <https://doi.org/10.1002/tea.21305>
- Keys, C. W., Hand, B., Prain, V., & Collins, S. (1999). Using the Science Writing Heuristic as a Tool for Learning from Laboratory Investigations in Secondary Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), 1065–1084. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199912\)36:10<1065::AID-TEA2>3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199912)36:10<1065::AID-TEA2>3.0.CO;2-I)
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders’ views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551–578. <https://doi.org/10.1002/tea.10036>
- Knain, E. (2015, juni 29). *Skriving knyttet til praktisk arbeid i naturfag*. Utdanningsforskning.no. <https://utdanningsforskning.no/artikler/2015/skriving-knyttet-til-praktisk-arbeid-i-naturfag/>
- Knain, E., & Kolstø, S. D. (2019). Utforskende arbeidsmåter—En oversikt. I E. Knain & S. D. Kolstø (Red.), *Elever som forskere i naturfag* (s. 15–43). Universitetsforlaget.
- Kolstø, S. D. (2006). Et allmenndannende naturfag. Fagets betydning for demokratisk deltakelse. *NoDiNa*, 6(5), 82–99. <https://doi.org/10.5617/nordina.416>
- Kunnskapsdepartementet. (2019). *Læreplan i naturfag* (NAT01-04). Fastsett som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/nat01-04/kompetansemaal-og-vurdering/kv78>
- Lederman, J., Lederman, N. G., Cakir, M., Jimenez, J., Akubo, M., Aly, S., Bao, C., Blanquet, E., Blonder, R., Bologna Soares de Andrade, M., Bunting, C., Cakir, M., EL-Deghaidy, H., ElZorkani, A., Gaigher, E., Guo, S., Hakanen, A., Hamed Al-Lal, S., Han-Tosunoglu, C., ... Zhou, Q. (2019). An international collaborative investigation of beginning seventh grade students’ understandings of scientific inquiry: Establishing a baseline. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(4), 486–515.

<https://doi.org/10.1002/tea.21512>

- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A., & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry—The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, *51*(1), 65–83. <https://doi.org/10.1002/tea.21125>
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, *29*(4), 331–359. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290404>
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, *39*(6), 497–521. <https://doi.org/10.1002/tea.10034>
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., & Smith, M. U. (2019). Teaching Nature of Scientific Knowledge to Kindergarten Through University Students. *Science & Education*, *28*(3), 197–203. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00057-x>
- Lederman, N., Wade, P., & Bell, R. L. (2002). Assessing Understanding of the Nature of Science: A Historical Perspective. I W. F. McComas (Red.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (s. 331–350). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/0-306-47215-5_21
- Lovejoy, C. O. (1981). The Origin of Man. *Science*, *211*(4480), 341–350. <https://doi.org/10.1126/science.211.4480.341>
- McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, *17*(2), 249–263. <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9081-y>
- McComas, W. F., & Kampourakis, K. (2015). Using the History of Biology, Chemistry, Geology, and Physics to Illustrate General Aspects of Nature of Science. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, *9*(1), 47–76. <https://doi.org/10.26220/rev.2240>
- Meichtry, Y. J. (1999). The Nature of Science and Scientific Knowledge: Implications for a Preservice Elementary Methods Course. *Science & Education*, *8*(3), 273–286. <https://doi.org/10.1023/A:1008693930840>
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education* (2. utg.). Jossey-Bass Publishers.
- Murphy, C., Smith, G., & Broderick, N. (2021). A Starting Point: Provide Children

- Opportunities to Engage with Scientific Inquiry and Nature of Science. *Research in Science Education*, 51(6), 1759–1793. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9825-0>
- Nilsen, T., Frøyland, M., Henriksen, E. K., Kolstø, S. D., Jorde, D., Korsager, M., Knain, E., Ødegaard, M., Teig, N., Jensen, F., Kjærnsli, M., Bungum, B., Løken, M., & Stadler, M. G. (2021). Et kritisk og konstruktivt blikk på naturfaget i norsk skole. I T. Nilsen & H. Kaarstein (Red.), *Med blikket mot naturfag* (s. 207–260). Universitetsforlaget. <https://doi.org/10.18261/9788215045108-2021-09>
- OECD. (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. OECD Publications. <https://www.oecd.org/education/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework-9789264255425-en.htm>
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692–720. <https://doi.org/10.1002/tea.10105>
- Park, W., Yang, S., & Song, J. (2020). Eliciting students’ understanding of nature of science with text-based tasks: Insights from new Korean high school textbooks. *International Journal of Science Education*, 42(3), 426–450. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1714094>
- Parker, L. C., Krockover, G. H., Lasher-Trapp, S., & Eichinger, D. C. (2008). Ideas About the Nature of Science Held by Undergraduate Atmospheric Science Students. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 89(11), 1681–1688. <https://doi.org/10.1175/2008BAMS2349.1>
- Petersen, I., Herzog, S., Bath, C., & Fleißner, A. (2020). Contextualisation of factual knowledge in genetics: A pre- and post- survey of undergraduates’ understanding of the Nature of Science. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 16(2), e2215. <https://doi.org/10.29333/ijese/7816>
- Popper, K. R. (1963). *Conjectures and refutations: The growth of scientific knowledge*. Routledge.
- Postholm, M. B., & Jacobsen, D. I. (Red.). (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen* (2. utg.). Cappelen Damm Akademisk.
- Ryan, A. G., & Aikenhead, G. S. (1992). Students’ Preconceptions about the Epistemology of Science. *Science Education*, 76(6), 559–580. <https://doi.org/10.1002/sci.3730760602>
- Sinthuwa, W., & Sangpradit, T. (2018). *The effect of 5E-SWH learning model on students’*

- view of nature of science. 1923, 030044. <https://doi.org/10.1063/1.5019535>*
- Sjøberg, S. (2012). *Naturfag som allmenndannelse: En kritisk fagdidaktikk* (3. utg.). Gyldendal akademisk.
- Smith, M. U., Lederman, N. G., Bell, R. L., McComas, W. F., & Clough, M. P. (1997). How great is the disagreement about the nature of science: A response to Alters. *Journal of Research in Science Teaching, 34*(10), 1101–1103. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199712\)34:10<1101::AID-TEA8>3.0.CO;2-V](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199712)34:10<1101::AID-TEA8>3.0.CO;2-V)
- Tranøy, K. E. (2019). Eklektisk. I E. Bolstad (Red.), *Store norske leksikon*. <http://snl.no/eklektisk>
- Utdanningdirektoratet. (2020). *Kjerneelementer—Læreplan i naturfag (NAT01-04)* (NAT01-04 utg.). <https://www.udir.no/lk20/nat01-04/om-faget/kjerneelementer>
- Vesterinen, V.-M., Aksela, M., & Lavonen, J. (2013). Quantitative Analysis of Representations of Nature of Science in Nordic Upper Secondary School Textbooks Using Framework of Analysis Based on Philosophy of Chemistry. *Science & Education, 22*(7), 1839–1855. <https://doi.org/10.1007/s11191-011-9400-1>
- Walker, K., & Zeidler, D. (2007). Promoting Discourse about Socioscientific Issues through Scaffolded Inquiry. *International Journal of Science Education, 29*(11), 1387–1410. <https://doi.org/10.1080/09500690601068095>
- Wessel Svenkerud, S. (2021). Intervjuer i klasseromsforskning. I E. Andersson-Bakken & C. Pedersen Dalland (Red.), *Metoder i klasseromsforskning* (s. 91–103). Universitetsforlaget.
- Wiblom, J., André, M., & Rundgren, C.-J. (2020). Navigating Alarming Media Messages About Nutrition and Health. *Science & Education, 29*(1), 75–100. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00099-1>
- Yacoubian, H. A. (2015). A Framework for Guiding Future Citizens to Think Critically About Nature of Science and Socioscientific Issues. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 15*(3), 248–260. <https://doi.org/10.1080/14926156.2015.1051671>
- Yacoubian, H. A. (2020). Is science a universal or a culture-specific endeavor? The benefits of having secondary students critically explore this question. *Cultural Studies of Science Education, 15*(4), 1097–1119. <https://doi.org/10.1007/s11422-020-09975-7>
- Yoon, L. Y., & Karpudewan, M. (2022). Science Writing Heuristics improve pre-university students' understanding of energy transfer in an ecosystem and the ability to provide

quality arguments: Research Article. *Journal of Turkish Science Education*, 19(1), 82–96. <https://www.tused.org/index.php/tused/article/view/835>

Øyehaug, A. B., & Dale, P. (2022). Elevers forståelse av naturvitenskapens egenart (NOS). *Sendt Acta Didactica, under vurdering*.

Øyehaug, A., & Holt, A. (2014). Elevers refleksjoner over naturvitenskapens egenart. *Acta Didactica Norge*, 8(1). <https://doi.org/10.5617/adno.1095>

Vil du delta i forskningsprosjektet

«Hvordan påvirkes elevers forståelse av naturfagets egenart (NOS) ved bruk av undervisningsmodellen Science Writing Heuristic i utforskende arbeidsmåter?»

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å se om undervisningsmodellen «SWH» (Science Writing Heuristic), kan være med på å øke elevers forståelse av naturvitenskapelige tenkemåter og praksiser. I dette skrivet vil du få informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Jeg heter Ole Andreas, og er i gang med arbeidet med min masteroppgave innenfor naturfagdidaktikk ved Høgskolen i Innlandet.

I den forbindelse ønsker jeg å undersøke hvorvidt bruken av en forskningsbasert undervisningsmodell, kan øke elevers forståelse av naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter, og engasjement for faget. Grunnen til dette er fordi jeg synes det er et spennende tema og at det er veldig aktuelt med innføring av den nye læreplanen. I den nye læreplanen (LK20) vektlegges bruk av utforskende arbeidsmåter, kritisk tenkning og naturfaglig litterasitet (evne til å anvende naturfag).

Ved å undersøke dette, kan man få en bedre forståelse av om denne undervisningsformen er egnet for dette formålet, og om den kan være til hjelp for andre lærere i fremtiden.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Anne Bergljot Øyehaug, førsteamanuensis ved Høgskolen i Innlandet, er min veileder og ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

For å besvare oppgaven trenger jeg et utvalg informanter. Utvalget er basert på elever som har deltatt i undervisningen. Utvalget som blir gjort er tilfeldig blant de som ønsker å delta. Det vil være 3-6 elever som får tilbud om å delta.

Hva innebærer det for deg å delta?

Du vil delta på et intervju hvor du vil svare på 10-15 spørsmål med varierende omfang. Svarene vil registreres elektronisk med lydopptak, og vil vare i omtrent 20-25 minutter. Foreldrene dine kan få tilgang til spørsmålene i intervjuet i forkant, hvis dette er ønskelig.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst (frem til oppgaven fullføres i midten av mai 2022) trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta, eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan jeg oppbevarer og bruker dine opplysninger

Jeg vil kun bruke opplysningene du gir for å besvare denne oppgaven. Jeg behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Opplysningene vil bare være tilgjengelig for meg og veileder ved høgskolen. Ingen uvedkommende vil ha tilgang til lydfilene som vil bli oppbevart på en passord-beskyttet ekstern harddisk, og vil bli slettet ved fullført prosjekt i mai 2022. Navnene til deltagerne og skolen vil ikke oppgis i prosjektet.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Høgskolen i Innlandet har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Veileder, Anne Bergljot Øyehaug, Høgskolen i Innlandet, på epost (anne.oyehaug@inn.no) eller på telefon: 62 51 78 73
- Student, Ole Andreas Bjørnstad, Høgskolen i Innlandet, på epost (ole_andreas_b@hotmail.com) eller på telefon: 97595636.
- Personvernombud, Høgskolen i Innlandet, Usman Asghar, på epost (usman.asghar@inn.no) eller på telefon: 61 28 74 83
- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS, på epost (personverntjenester@nsd.no) eller telefon 55 58 21 17

Med vennlig hilsen

Prosjektansvarlig/veileder
Anne Bergljot Øyehaug

Student
Ole Andreas Bjørnstad

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «*Hvordan påvirkes elevers forståelse av naturfagets egenart (NOS) ved bruk av undervisningsmodellen Science Writing Heuristic i utforskende arbeidsmåter?*», og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i et intervju der jeg besvarer spørsmålene muntlig

Jeg samtykker til at opplysningene behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker med foresatte, dato)

Vedlegg 2 – Godkjenning NSD

12.05.2022, 19:26

Meldeskjema for behandling av personopplysninger



Vurdering

Referansenummer

212383

Prosjekttittel

Implementering av SWH-modellen i utforskende naturfagsundervisning

Behandlingsansvarlig institusjon

Høgskolen i Innlandet / Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk / Institutt for matematikk, naturfag og kroppsøving

Prosjektansvarlig (vitenskapelig ansatt/veileder eller stipendiat)

Anne Bergljot Øyehaug, anne.oyehaug@inn.no, tlf: 62517873

Type prosjekt

Studentprosjekt, masterstudium

Kontaktinformasjon, student

Ole Andreas Bjørnstad, ole_andreas_b@hotmail.com, tlf: 97595636

Prosjektperiode

18.10.2021 - 15.05.2022

Vurdering (1)

03.11.2021 - Vurdert

Det er vår vurdering at behandlingen av personopplysninger i prosjektet vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet 02.11.2021 med vedlegg. Behandlingen kan starte.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 15.05.2022.

LOVLIG GRUNNLAG FOR UTVALG 1

Prosjektet vil innhente samtykke fra foresatte til behandlingen av personopplysninger om barna. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig,

spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte/foresatte kan trekke tilbake.

Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være foresattes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a.

LOVLIG GRUNNLAG FOR UTVALG 2

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 nr. 11 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse, som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake.

For alminnelige personopplysninger vil lovlig grunnlag for behandlingen være den registrertes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 a.

PERSONVERNPRINSIPPER

NSD vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen om:

- lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at foresatte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen
- formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke viderebehandles til nye uforenlige formål
- dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet
- lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

DE REGISTRERTES RETTIGHETER

NSD vurderer at informasjonen om behandlingen som de registrerte og deres foresatte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13.

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18) og dataportabilitet (art. 20).

Vi minner om at hvis en registrert/foresatt tar kontakt om sine/barnets rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

NSD legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1 f) og sikkerhet (art. 32).

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og eventuelt rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til NSD ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde:

<https://www.nsd.no/personverntjenester/fylle-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/melde-endringer-i-meldeskjema>. Du må vente på svar fra NSD før endringen gjennomføres.

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

NSD vil følge opp ved planlagt avslutning, samt underveis (annet hvert år), for å avklare om behandlingen av

12.05.2022, 19:26

Meldeskjema for behandling av personopplysninger

personopplysningene er avsluttet.

Kontaktperson hos NSD: Olav Rosness, rådgiver.

Lykke til med prosjektet!

Vedlegg 3 – Intervjuguiden

Nr.	Spørsmål til elevene	NOS KATEGORI
I	<p>Når vi arbeidet med forsøket med gjær på flaske. Hvordan arbeidet dere som forskere? <i>Hva gjorde dere i forkant, underveis og etter forsøket?</i> <i>Noe du tenker var spesielt viktig?</i> <i>Tillegg: Hva kan elever lære av å jobbe på denne måten?</i></p>	SWH
II	<p>Under undervisningsopplegget skulle dere komme med egne påstander, som dere senere skulle forsvare. Hva er hensikten med dette (altså forsvare egne påstander)? <i>Hvorfor kan ikke bare forskere si hva de vil?</i></p>	SWH
III	<p>Når dere arbeidet med undervisningsopplegget, skulle dere blant annet diskutere og sammenligne resultater. Hvorfor gjør man det tror du?</p>	SWH
IV	<p>I dette undervisningsopplegget har vi arbeidet litt anderledes enn hva du er vant med.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Er dette en arbeidsmåte som du kunne tenke deg å bruke mer? - Hvorfor/hvorfor ikke? 	SWH
1	<p>Kan du med egne ord forklare hva vi mener med naturvitenskap? Innen naturvitenskap observerer vi fenomener i naturen eller for eksempel hva som skjer under forsøk på laben. Hvordan vil du skille begrepene observasjon og tolkning? Tenk tilbake på forsøket med gjær. <i>Støttespørsmål: På en skyfri dag kan 10 ulike personer observere at himmelen er blå, fordi himmelen er blå og ikke rød. Hva tror du at du får som svar hvis du spør de samme personene om hvorfor himmelen er blå?</i></p>	Den empiriske naturvitenskapen L1
2	<p>I naturvitenskapen utvikles det teorier og lover. Eksempler på dette, kan være Newtons lover eller Big Bang – teorien. Vet du noe om disse?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hva er forskjellen på en lov og en teori? 	Teorier og lover L2
3	<p>Er forskere kreative?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hvordan kan kreativitet bidra til ny forskning? 	Kreativitet L3

	- <i>Hvilke egenskaper tenker du er viktig for forskere hvis de skal lage modeller og metoder for å forklare ny forskning?</i>	
4	På noen områder innenfor forskning kan forskere ha forskjellige teorier om noe selv om de sitter på samme informasjon. Hvorfor er det slik tror du? <i>Bør man være kritisk til hva andre forskere sier?</i> <i>Hvorfor/ hvorfor ikke?</i>	Subjektivitet/TL L4
5	Innenfor naturvitenskap er forskere av og til uenig, og noen mener at dette kan ha med ulik religion, kultur, eller sosiale og politiske årsaker. Andre mener at naturvitenskap ikke påvirkes av dette. Hva tenker du? Eksempel? Er det noe du vet det forskes mye eller lite på, hva tenker du er grunnen til det? Hva tenker du er målet med naturvitenskap?	Sosial og kulturell L5
6	Hva er et eksperiment? Hvordan tror du vår kunnskap om naturen hadde vært i dag, hvis ingen forskere hadde gjort eksperimenter? Kom gjerne med et eksempel. Hvordan ser en plante/dyrecelle ut? <i>Hvordan vet vi det?</i> Bruker forskere forskjellige metoder når de skal forske på noe?	Metoder L6 (SWH)
7	<i>Påvirker utviklingen av ny teknologi naturvitenskapen?</i> Kan teorier i naturvitenskap måtte endres eller forkastes i fremtiden? Kan du komme med et eksempel? Støtte: Big bang teorien, DNA-helix modellen.	Tentativ kunnskap L7
V	Avslutningsvis, er det noe du vil tilføye det vi har snakket om vedrørende undervisningen du har fått?	ÅPEN

