

Høgskolen i Innlandet

Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk

Gry Neema Hanken

Masteroppgave

Dialoger og støttestrukturer i utforskende arbeid – en casestudie i Tanzania

Dialogues and scaffolding in inquiry-based learning
– a case study in Tanzania

Master i realfagenes didaktikk
2MROPPG2D_1

2024

FORORD:

Denne masteroppgaven markerer slutten på en 4 åring videreutdanning på deltid. Jeg vil uttrykke min store takknemlighet til Utdanningsdirektoratet og de rådende politiske myndighetene i Norge som la så fint til rette for en kompetanseheving av lærerne i grunnskolen. Det har vært veldig lærerikt og utviklende for min del som lærer på mellomtrinnet. Alle lærere har godt av å sitte en stund på skolebenken igjen, og smake litt på hvordan det er å være elev. Det å få tid og mulighet til å lese seg opp på fagfeltet, og få være med å planlegge sitt eget forskningsprosjekt har vært berikende, og både mentalt og faglig utviklende. Det å kombinere denne studietiden med å gjøre noe meningsfylt der hjertet mitt er, hjemme i Afrika, har vært helt fantastisk! Jeg vil takke så mye mine samarbeidspartnere i Tanzania for invitasjonen til å komme å dele av kunnskapen jeg har fått fra mine studier på Høgskolen Innlandet, og min praksis på Hedemarken Friskole. Det var en sann fryd å få tilbringe 4 måneder av 2023 i Tanzania i et mini-aksjonsforskningsprosjekt. Hjertelig takk til mine tanzanianske venner! Denne masteren er en liten del av aksjonsforskningsprosjektet.

Jeg vil også rette en stor takk til min dyktige veileder, Anne Bergliot Øyehaug, som har gitt meg god hjelp og nyttige innspill hele veien. Du har hjulpet meg til å samle mine vide tanker ned til noe smalere. Takk også til Nani Teig som var veileder i starten! Takk for at du ikke dømte aksjonsforskningsprosjektet mitt nord og ned ... Takk også til min venninne Gjertrud Stenbrenden for språkvask, og mamma Massi Anne Solholm for mental støtte! Takk også til rektor ved Hedemarken Friskole, Hilde Sætrang, for velvillighet, vennlighet og imøtekommenhet disse fire spesielle årene. Takk for permisjon under oppholdene i Afrika, og tilretteleggelse av arbeidsoppgavene.

Helt til slutt vil jeg takke min kjære mann, Kristian, for at du alltid stiller opp og støtter meg i alle mine påfunn og ideer! Takk for at jeg fikk dra, takk for at du stoler på meg, og har troa på meg. Takk for alt du har gjort i hus og heim, og ditt jevne, daglige arbeid nå når jeg ikke har bidratt så mye til økonomien. Takk for den du er, og alt du har gjort denne tiden for våre fire voksne barn og våre to svigerbarn! Takk også til Eunike og Felix for all datateknisk hjelp! Sist, og aller mest, vil jeg takke Gud for at helsa har holdt igjennom disse fire årene. Til tross for en alvorlig skade med påfølgende sykdomsperiode, så er arbeidet med denne masteren gjennomført. Takk for ideen, og takk for kraften til å gjennomføre det! Det var din plan, og din er æren! Alt jeg har, har jeg fått av deg!

Gry Neema Hanken, Løten, mai 2024

SAMMENDRAG:

Denne studien har som formål å ta for seg dialoger og støttestrukturer i utforskende arbeid, og se på hvordan språk og samtaler bidrar til økt forståelse for et naturfaglig emne, samt kartlegge i hvilken grad elever tar over faglige uttrykk fra hverandre, og om dette har innvirkning på deres forståelse for det naturfaglige fenomenet. Hvilke dialog-typer forekommer mellom elevene, og har disse dialogtypene noe å si for elevenes utvikling av faglig forståelse? Studien tar utgangspunkt i to utforskende prosjekter ved en skole i Tanzania i 2023. Datamaterialet består av elevbesvarelsene «Møtes i midten», lydopptak av elevintervjuer og lydfiler av elev-dialoger. Utvalget er 6. klasse med 13 elever. For å analysere datamaterialet er det brukt en kvalitativ tematisk analyse og et rammeverk for å ta over faguttrykk fra andre, og et for ulike dialog-typer. Teorien om «De fire læringstrådene» er det overordnede rammeverket. Studiens funn viser at elevenes faglige forståelse (læringstråd 1) for temaet luft, øker når elevene får samhandle og samtale i grupper (læringstråd 4), over tid. Videre viser studien at elevene tar over faguttrykk fra hverandre. Noen ganger fører det til en positiv utvikling av elevenes forståelse, andre ganger er det misoppfatninger som blir tatt over i gruppesamtalene. Dette viser at læreren må være aktiv og tilstede i utforskende arbeid (læringstråd 2), for å forhindre at misoppfatninger multipliserer seg. Studien viser også at det er de utforskende samtalene der elevene stiller kritiske spørsmål, argumenterer og begrunner på vei mot felles enighet i gruppa som gjør at gruppesamtalene er fruktbare, og blir til hjelp for forståelsen til elevene.

ABSTRACT:

Title: Dialogues and scaffolding in inquiry-based learning: a case study in Tanzania

The aim of this study is to address dialogues and scaffolding in inquiry-based learning and see how language and conversation can influence and give a better understanding of a scientific topic, and also see how students take over others' expressions and word choices and check if this has an influence on their understanding of the scientific phenomena. What kind of dialogues occur between the students, and has the category of dialogue any impact on the development of the students' conceptual understanding? The study is based on two inquiry-based projects at a school in Tanzania in 2023. The data material is the students response at "Meet in the Middle", sound tracks of interviews with students, and sound tracks of the dialogues between the students. The empirical material is from a 6th-grade class with 13 students. To analyze the data I used a qualitative thematic analysis and a framework of taking over others' expressions and a framework of different dialogue categories. The theory of "The four learning strands" is the main framework of this thesis. The findings of the study show that the students' conceptual understanding (learning strand 1) on the property of air increases over time when the students cooperate and communicate in groups (learning strand 4). Further, the study shows that students take over others' science expressions and word choices. Sometimes this leads to a positive development of the students' conceptual understanding, other times it is the misconceptions that are passed on in the group dialogues. From this we can argue that the teacher needs to be active and present in inquiry-based learning (learning strand 2) to be able to prevent misconceptions from multiplying. The study also indicates that what helps the students to develop their conceptual understanding is exploratory talk where students engage critically with questions, arguments and justifications while they seek to agree in the group conversations.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	14
1.1	Bakgrunn for studien og plassering i en samfunnsmessig kontekst.....	14
1.2	Problemstilling og forskningsspørsmål.....	18
2	Teori og tidligere forskning	20
2.1	De fire læringstrådene	20
2.1.1	Læringstråd 1.....	21
2.1.2	Læringstråd 2.....	21
2.1.3	Læringstråd 3.....	26
2.1.4	Læringstråd 4.....	27
2.2	Å lære om naturfaglige fenomener – eksempelet stoffer (læringstråd 1)	28
2.3	Samhandling og kommunikasjon i naturfag (læringstråd 4).....	30
2.3.1	Samhandling og læring som sosial aktivitet	30
2.3.2	Språk – å snakke naturfag.....	31
2.3.3	Ta over faguttrykk fra andre.....	33
2.3.4	De tre dialog-kategoriene	34
2.4	Sosiokulturelt læringssyn	35
3	Metode	37
3.1	Kontekstbeskrivelse og utvalg	37
3.2	Undervisningsoppleggene.....	40
3.2.1	Prosjektet om luft.....	41
3.2.2	Prosjektet om gass	44
3.3	Datainnsamling	46
3.4	Analyse.....	48
3.5	Etiske vurderinger.....	51
3.6	Troverdighet og gyldighet.....	51
4	Resultat.....	54
4.1	Elevenes utvikling av den faglige forståelsen.....	54
4.2	Utviklingen fra individuelle til felles forklaringer.....	67
4.3	Dialogen i gruppesamtalene	74
5	Diskusjon.....	82
5.1	Elevers forståelse av luft.....	82

5.2	Ta over faguttrykk fra andre	84
5.3	Dialogtyper.....	86
6	Konklusjon og implikasjoner	90
6.1	Konklusjon	90
6.2	Implikasjoner	91
	Litteraturliste.....	93

Liste over figurer og tabeller:

Figur 1. Oversikt over sentrale naturvitenskaplige praksiser i utforskende arbeid.....	24
Figur 2. Figuren viser sammenkoblinger en lærer gjør av ulike representasjoner.....	39
Figur 3. Elevbesvarelsen «Møtes i midten», gruppe 4, i prosjektet om luft, del 1.....	40
Figur 4. Del 1: Et glass med papir blir senket ned i en beholder med vann.....	41
Figur 5. Del 2: En trepinne blir senket ned i en beholder med vann av et glass med luft.....	42
Figur 6. Del 3: Helle luft over i et glass med vann i en beholder med vann.....	43
Figur 7. Produksjon av gass i ballong og «Møtes i midten»	44
Figur 8. Visuell profil av elev 1 sin forståelse av prosjektet om luft.	55
Figur 9. Visuell profil av elev 2 sin forståelse av prosjektet om luft.	57
Figur 10. Visuell profil av elev 3 sin forståelse av prosjektet om luft.	59
Figur 11. Visuell profil av elev 4 sin forståelse av prosjektet om luft.	61
Figur 12. Visuell profil av elev 5 sin forståelse av prosjektet om luft.	63
Figur 13. Visuell profil av elev 6 sin forståelse av prosjektet om luft.	65
Figur 14. Gjennomsnittet av forklaringene til ti av elevene i 6. kl.	67
Figur 15. Visuell profil av gruppe 1 sin forståelse av prosjektet om luft.....	67
Figur 16. Visuell profil av gruppe 2 sin forståelse av prosjektet om luft.....	70
Figur 17. Visuell profil av gruppe 3 sin forståelse av prosjektet om luft.....	72
Figur 18. Visuell profil av gruppe 4 sin forståelse av prosjektet om luft.....	73
Tabell 1. Skjematisk fremstilling av de fire læringstrådene.....	20
Tabell 2. Skjematisk fremstilling av data-materialet mitt.	46
Tabell 3. De fire læringstrådene i min praksis	47
Tabell 4. De tre nivå-kategoriene ytringene er delt inn i	49
Tabell 5. Elev 2 sine ytringer.	57
Tabell 6. Elev 3 sine ytringer	59
Tabell 7. Gruppe 1 sine utsagn.....	68
Tabell 8. Gruppe 1 sine utsagn.....	69
Tabell 9. Gruppe 1 sine utsagn.....	69
Tabell 10. Gruppe 2 sine utsagn.....	71
Tabell 11. Gruppe 3 sine utsagn.....	72
Tabell 12. Gruppe 4 sine utsagn.....	74
Tabell 13. Viser gruppe-resultatene av ballong-størrelsen dag 2.....	80

1 Innledning

Siden dette er en casestudie fra Tanzania, er denne innledningen delt opp på denne måten: først kommer bakgrunnen for studien og en plassering i en samfunnsmessig kontekst (1.1), før problemstillingen og de tre forskningsspørsmålene blir presentert (1.2).

1.1 Bakgrunn for studien og plassering i en samfunnsmessig kontekst

Afrika er stort, vilt og vakkert, og det er mulighetenes kontinent. De har et arts mangfold som er helt fenomenalt, med en fantastisk flora og fauna. Det mangler heller ikke på naturressurser som mineraler, gull, diamanter, kobolt, tinn og tantal, for å nevne noen. Ellers er den største resursen i Afrika de 1,427 milliarder menneskene som bor der (Moyo, 2009). De har alt de trenger i sin egen bakgård for å bygge opp gode samfunn, og legge til rette for god naturfagundervisning. De har sandørken, tropisk regnskog, savanner, stepper, varme kilder og snau fjell, utallige biotoper i relativt nær omkrets. Men det som er en mangelvare mange steder i Afrika er visse typer dyp kunnskap og spesifikke ferdigheter. Den amerikanske psykologen Bruner skrev i boka *The Relevance of Education*: «One of the most crucial ways in which a culture provides aid in intellectual growth is through a dialogue between the more experienced and the less experienced» (Bruner, 1971, s. 20). Derfor er utdanning, skole og dialog en helt sentral nøkkel til endring og utvikling for menneskene i Afrika (Mkimbili, 2018). En slik endring i liten skala var en personlig motivasjon for arbeidet med denne masteren. Jeg har gjort observasjoner på skoler i Tanzania i arbeidet mitt som lærer-veileder fra 2016 og frem til 2024. I 2023 gjennomførte jeg i tillegg et aksjonsprosjekt på en barneskole i Tanzania. Jeg har derfor observert både konteksten og undervisningen på disse ulike skolene rundt om i Tanzania.

Skolene på landsbygda i Afrika er på generelt grunnlag veldig fattige og mangler moderne utstyr og hjelpemidler. De har som oftest ikke elektrisk strøm, og heller ikke lærebøker for elevene. Ofte er klassene store, gjerne med flere hundre elever i hver gruppe. Det vanlige er å ha tavleundervisning, der elevene roper høyt i kor det som står på tavla, ved å gjenta etter læreren, og noterer det ned i sine kladdebøker, for slik å pugge pensumet til eksamen. Det hele foregår i tillegg på et fremmed språk, engelsk, med noe støtte i et felles afrikansk språk, swahili, men ingenting blir forklart på deres eget morsmål, stammespråket. Slik blir det lite rom for **forståelse, dyp læring, dialoger og aktive elever**, som er kjernen i det denne masteren handler om. I Afrika er fysisk avstraffelse helt vanlig både i hjemmene og på skolen. Denne

praksisen gjør at barna frykter både for å gjøre noe galt på skolen, men også for å svare feil eller prestere for dårlig, for da kan konsekvensen bli et hardt slag eller en ørefik. Frykt er hemmende for kommunikasjonen, og gjør at elevene ikke tør å åpne seg og fortelle hva de forstår, og hva de ikke forstår av fagstoffet. Dermed blir det ingen god relasjon og heller ingen god dialog mellom lærere og elever. Ifølge Mkimbili (2018) er afrikanske lærere mer autoritative, og dette skaper en avstand mellom lærere og elever, og er en hindring for å lære elevene opp i kritisk tenkning. Det kan virke som disse to faktorene er sentrale for kunnskaps- og ferdighetsnivået blant elevene i den afrikanske skolen: barna er **passive** i undervisningen, da de bare blir utsatt for en «rope høyt det som står på tavla»-kultur, samt de lever i stadig **frykt** for å bli slått. Min motivasjon for å gjennomføre et aksjonsprosjekt, var å gjøre elevene tryggere og mer aktive. Denne masteren er en liten del av det større prosjektet. Det større prosjektet bestod av tiltak og endringer for å bedre forholdene for lærerne, og elevene ved denne ene skolen. Det overordna målet med aksjonsprosjektet var en felles kompetanseheving av hele personalet, og et ønske om å avslutte fysisk avstraffelse av barna ved denne skolen, og erstatte det med mer moderne pedagogiske virkemidler. Den store delen av aksjonsprosjektet er mindre relevant for denne masteroppgaven, og er derfor ikke beskrevet i sin helhet her. Men den hører med til bakteppet for masteroppgaven, og blir meget kort presentert i metodedelen.

Så hvilke tiltak kan man gjøre for å få trygge og aktive elever? Hvordan kan man legge til rette for dialog og at elevene får undre seg, samtale sammen, utforske og undersøke ting? Ifølge Minner et al. (2009) har forskning vist at elevene blir mer motiverte og deltakende når de jobber med utforskende arbeid. De øker også sin faglige forståelse når de gjennom dialog aktivt må tenke og dra konklusjoner basert på data. Med bakgrunn i dette ønsket jeg å introdusere **utforskende arbeid med fokus på bruk av språk og dialoger** for denne skolen, og prøve det ut over litt tid. Utforskende arbeid er i stor grad ukjent i barneskolene rundt omkring i Afrika (Mkimbili, 2018). Mkimbili skrev i sin doktoravhandling om «Learner-Centred» naturfagundervisning på ungdomsskoler i Tanzania. Hun fant ut at de fleste eksperimentene som ble utført var oppskrifts-baserte eksperimenter og lab-arbeid, som hadde som mål at elevene skulle pugge fagstoff til eksamen. Hun argumenterer for at utforskende arbeid i en videre grad bør introduseres med bruk av forskningsspørsmål knyttet til elevenes egne opplevelser fra deres egen hverdag, og med materialer tilgjengelig i lokalmiljøet. Studien hennes viste også at elevene fikk bedre ferdigheter i kritisk tenkning når de fikk utforske i mindre autoritative klasseromssetninger, mens de brukte resurser fra nærmiljøet og fikk kommunisere på swahili. Hun gjorde også en undersøkelse blant elevene på seks ulike skoler i Tanzania for å finne ut

hva som motiverer elevene for læring i naturfag. Blant de mange funnene var diskusjoner, det å stille spørsmål, bruk av konkrete, gjøre undersøkelser og aktiv involvering høye motivasjonsfaktorer. Derfor trenger skolene i Tanzania en god introduksjon av utforskende arbeid, både teoretisk og i praksis. De trenger å komme inn i det som forenklet blir kalt for «learning by doing» som vi har lært av Dewey. Det finnes ingen entydig definisjon av utforskende arbeid, men slik Dewey forklarer det starter det med en konflikt eller et følt problem, som man undersøker nøyere og definerer. Deretter kommer en frem til et løsningsforslag som man tester ut, og denne hypotesen godtas eller forkastes til slutt (Dewey, 1900; Knain & Kolstø, 2019, s. 30).

Utforskende arbeid er helt avhengig av gode støttestrukturer (Hmelo-Silver et al., 2007). Dersom skolene i Afrika skal lykkes i å jobbe utforskende må lærerne få en praktisk, nøyaktig og enkel opplæring i et komplekst og stort tema. Da må man gi dem gode verktøy, som ferdige maler og opplegg som enkelt kan brukes i flere fag, og i ulike aldersnivå. Når de blir kjent med disse støttestrukturene i praksis i et ferdig opplegg der de kan delta, blir det enklere for dem å siden lage noe lignende selv, i ulike temaer og fag. Dersom elevene ved skolen skal klare å jobbe utforskende må de øve seg i dialog. Dette er også ganske ukjent for dem. I den afrikanske skolen er det manglende tradisjon for at elevene skal snakke. Derfor trenger både lærere og elever øvelse i å ha en faglig samtale (Mkimbili, 2018). Det er kanskje lettere å gjennomføre i praksis dersom opplegget rundt er gitt av en ekstern. Samtaler og dialoger er en vesentlig del av utforskende arbeid (Jakobsson & Kouns, 2022). På samme måte som forskere kommuniserer og samtaler om det de forsker på og hva de finner ut, skal også elevene få gjøre det samme. Det å få til en god dialog i gruppene og i klasserommet i Tanzania vil nok ta tid, og man må jobbe mye med språkbevissthet generelt, men også med bevissthet rundt det naturfaglige språket. Ifølge Haug og Ødegaard (2014) er begreps trening i naturfag i en utforskende setting med på å øke elevenes forståelse av det naturfaglige emnet. En av årsakene til at det er lite dialog i klasserommene i Afrika er at klassene vanligvis er så store. En motvekt til dette kan derfor være at lærerne kan få undervisning om gruppe-arbeid, læringspartnere, eksplorative samtaler og de sju samtaletrekkene for å styrke den muntlige aktiviteten i klasserommet (Wæge, 2015). I samtale med lærere fant jeg at disse temaene er ukjente og ikke en del av lærerskolen i Tanzania. Både Mkimbili (2018) og Wandela (2014) fremhever i sine doktoravhandlinger at verken utforskende arbeid eller kunnskap om naturvitenskapens egenart blir tilstrekkelig undervist i lærerskolene i landet.

Tanken om variasjon i undervisningen er ganske ukjent i mange afrikanske skoler, dermed er undervisningsformen ekstremt ensrettet og lik overalt. Derfor vil det kunne være interessant å introdusere varierte måter lærere kan legge til rette for dyp faglig forståelse på. Et eksempel er det som av Scott, Mortimer & Ametller kalles for *pedagogical link-making* (2011). Det handler om at vi som lærere kobler de ulike elementene i undervisningen sammen for elevene, slik at ett og samme tema kan belyses fra mange ulike vinkler med forskjellige hjelpemidler eller modus. Jakobson & Axelsson (2017) peker på at lærere bør veve sammen en dyp faglig forståelse ved å bygge et nettverk for elevene med utgangspunkt i det elevene selv sier og det læreren sier (tale), ved bruk av gester og kroppsspråk, todimensjonale modeller, praktisk utstyr, elevenes kroppslige bevegelser gjennom for eksempel drama, kombinert med tavlebruk, lesing, skriving og søkelys på andrespråk. Talen har en helt sentral plass, men er koblet sammen med alle de andre hjelpemidlene. Funn viser at barn har lettere for å forstå naturfagsemner når flere ulike hjelpemidler og ressurser taes i bruk (Kress et al., 2001; J. Lemke, 1998). At talen står i sentrum av det å lære naturfag er kraftig belyst av Lemke, og det kommer jeg nærmere tilbake til i teori-kapittelet (J. Lemke, 1990). Jakobson og Axelsson (2017) fant ut at flerspråklige elever hadde stor nytte av å jobbe på denne måten. Det vil derfor i høyeste grad være aktuelt i Afrika. I Tanzania undervises det alltid på engelsk selv om det felles afrikanske språket er swahili, og lærernes og elevenes morsmål er ulike stammespråk. Dermed går forståelsen som oftest via tre ulike språk for disse elevene. Derfor ønsket jeg også større bevissthet fra lærerne rundt språk, og forståelse av faglig innhold på bakgrunn av språkproblemer. Flere studier viser at elevene får problemer med å delta i diskusjoner og formulere kritiske spørsmål når det hele skal foregå på et språk de ikke kan så godt, i dette tilfellet engelsk (Mkimbili, 2018; Webb & Mkongo, 2013).

Det finnes uendelig mange måter å jobbe utforskende på, og hva som er fruktbart og hva som er mindre fruktbart trenger å bli ytterligere kartlagt og forsket på. Hvilke typer dialoger åpner for økt faglig forståelse, og hvordan kan vi legge til rette for slike faglige samtaler? Kan støttestrukturer, slik som «Møtes i midten», (som blir presentert i metode-kapittelet) hjelpe elevene til åpen og konstruktiv dialog, også i Afrika og andre steder i verden hvor elevene ikke er så vant til faglige samtaler i skolehverdagen? I lærerutdanningen og i lærerplanen i Norge er det å jobbe utforskende en meget sentral didaktisk metode for å gi elever kunnskaper, ferdigheter og økt forståelse (Kunnskapsdepartementet, 2017; Utdanningsdirektoratet, 2020). Deres utforskende arbeid skal bli vellykket, må det være godt planlagt. Det nytter ikke dersom utforskende arbeid bare er en post på programmet som læreren skal ha gjennomført. Det blir

sjelden dyp og god læring når tilfeldigheter råder, eller når vi lærere velger metoder og opplegg basert på manglende kunnskap. Det overordnede målet mitt for denne oppgaven er å bidra til at vi lærere, både i Norge og i Afrika, får en økt bevissthet rundt hvordan legge til rette for god naturfagundervisning gjennom utviklende samtaler i godt utforskende arbeid. Dermed er denne masteren høyaktuell for alle skoler i Afrika, men også for alle andre skoler over hele verden som ønsker å jobbe med utforskende arbeid.

1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Jakobsson og Kouns (2022) undersøkte hvilke faktorer som var med på å styrke flerspråklige elevers fagspesifikke naturfagspråk. De lot elevene jobbe gruppevis med språk-orienterte klasseromsaktiviteter i en utforskende kontekst med temaet luft. De fant ut at elevene gjennom dialog tok over faglige uttrykk fra hverandre, og at de ved å øve seg i å sette ord på sine egne naturfaglige tanker og ideer fikk en positiv utvikling av det naturfaglige språkregisteret sitt. Elevene brukte en støttestruktur som heter «Møtes i midten», der elevene først beskrev sine egne forklaringer for deretter å samarbeide om å finne en felles forklaring på et fenomen. Dette viste seg å være en fin støtte for elevenes språkutvikling, og en praktisk måte å legge til rette for dialog og elev-samtaler. Mercer (1995) beskriver tre dialog-typer: argumenterende, kumulative og utforskende samtaler. Han slår fast at de utforskende samtalene der det blir stilt kritiske og konstruktive spørsmål, slik at elevene må forklare og begrunne synspunktene sine, er de som fører til dyp faglig forståelse og utvikling hos elevene.

Med dette som bakgrunn ønsket jeg å finne ut enkle og effektive metoder for å introdusere utforskende arbeid i kontekster der det ikke er så vanlig, slik som i Tanzania. Jeg ville undersøke hvordan «Møtes i midten» fungerte som en støttestruktur for å legge til rette for dialog og en god faglig samtale mellom elevene på skolen i Tanzania i utforskende arbeid. Det var sentralt å undersøke hvor viktig språk og dialoger er for utforskende arbeid i en sammenheng der dette er veldig nytt for både elever og lærere. Helt konkret ville jeg forske på den **faglige forståelsen** og **den faglige samtalen**. Jeg ønsket å undersøke hva elevene forstår av det naturfaglige temaet *luft* etter å ha jobbet utforskende med det. Jeg ville også se på elevdialoger der noen elever tar over faglige uttrykk fra andre, om dette skapte økt forståelse for det naturfaglige temaet. Til slutt ønsket jeg å finne ut hva som kjennetegner dialogen når elevene jobber på denne måten.

Forskningsspørsmål:

1. Hvordan utvikler enkeltelever sin **faglige forståelse** gjennom dialog og utforskende arbeidsmåter i samspill med andre?
2. Hva kjennetegner utviklingen fra de individuelle forklaringene til de forklaringene elevene blir **enige om i felleskap**?
3. Hva kjennetegner **dialogen** i elevenes gruppesamtaler?

2 Teori og tidligere forskning

Teorien om «De fire læringstrådene» er det overordnede rammeverket for min masteroppgave. Dette handler om hva elever skal lære i naturfag. Teorikapittelet er bygget opp på denne måten: Først presenterer jeg de fire læringstrådene under ett (2.1). Videre presenterer jeg én og én læringstråd på denne måten: læringstråd 1, kunnskap i naturfag (2.1.1), læringstråd 2, utforskende arbeid og støttestrukturer (2.1.2), læringstråd 3, helt kort om «Nature of science» (NOS) (2.1.3), og læringstråd 4 om å samhandle og kommunisere i naturvitenskap (2.1.4)

Videre gir jeg en mer utfyllende presentasjon av hvordan elever kan lære naturfaglige fenomener (læringstråd 1) (2.2), og hvordan samhandling og kommunikasjon kan være viktige verktøy i læringsprosesser i naturfag (læringstråd 4) (2.3), siden det er disse to læringstrådene jeg har forsket på. Angående læringstråd fire tar jeg først frem om samhandling og læring som en sosial aktivitet (2.3.1), deretter ser jeg på språk, og det å snakke naturfag (2.3.2), det å ta over faguttrykk fra andre (2.3.3) og avslutter med de tre dialog-kategoriene (2.3.4). Til slutt oppsummerer jeg med å si noe om sosiokulturelt læringssyn (2.4).

2.1 De fire læringstrådene

Teorien om «De fire læringstrådene» er det overordnede rammeverket for denne oppgaven. Det handler om hva elever skal lære i naturfaget. Amerikanerne Duschl, Schweingruber og Shouse (2007) presenterer metaforen om de fire læringstrådene som sees i figuren under.

Tabell 1. Skjematisk fremstilling av de fire læringstrådene.

Læringstråd 1	Forstå, bruke og tolke naturvitenskaplige forklaringer (kunnskap i naturfag)
Læringstråd 2	Delta i naturvitenskaplige arbeidsmåter (naturvitenskaplige praksiser)
Læringstråd 3	Reflektere over naturvitenskaplig kunnskap og naturvitenskaplige arbeidsmåter (kunnskap om naturfag)
Læringstråd 4	Samhandle og kommunisere i naturvitenskap (samarbeid, motivasjon og selvoppfatning)

Metaforen om det tykke tauet som er tvunnet sammen av fire ulike tråder symboliserer det å ha kompetanse i naturvitenskap, og er det elevene skal lære i naturfag. De fire trådene er ulike deler av naturvitenskapen som elevene trenger øvelse i for å beherske. Flere studier har vist at framgang i en læringstråd fører til framgang i de andre læringstrådene (Øyehaug, 2014). Derfor er det viktig å legge opp prosjekter og naturfagundervisning slik at alle læringstrådene flettes sammen (Duschl et al., 2007). Denne inndelingen i fire læringstråder er oversiktlig og

hensiktsmessig når man omtaler naturfagdidaktikk og når man vil undersøke elevers forestillinger, forståelse, kunnskaper og ferdigheter. Jeg skal i det følgende se på hver av de fire trådene for seg. Med bakgrunn i disse trådene valgte jeg en teori som er helt nødvendig for hver del, og som utdyper de ulike trådene. Denne teorien hadde naturlig nok innvirkning på prosjektene jeg la opp for elevene, og metodene som ble brukt i studien.

2.1.1 Læringstråd 1

Læringstråd 1 handler om kunnskap i naturfag, å forstå, bruke og tolke naturvitenskaplige forklaringer (Voll et al., 2019). Dette innebærer at elevene skal bli trygge på begrepene i faget, og at de skal lære ulike naturfaglige modeller og teorier. Elevene skal bli i stand til å strukturere kunnskapen, og se de ulike delene i sammenheng. De skal ikke bare lære denne faktakunnskapen teoretisk, men de skal kunne anvende disse fagbegrepene, modellene og teoriene når de forklarer fenomener de møter på i naturen. I denne studien var elevers forståelse for luft, gass, faseoverganger, partikkelmodellen, stoffer og kjemiske reaksjoner av spesiell interesse. Voll et al. (2019) deler inn i ni bærende ideer i naturfag som de mener bør være grunnleggende uavhengig av skiftende nasjonale læreplaner i faget. Disse bærende ideene blir presentert ved 18 nøkkelsetninger som beskriver elevenes forståelse av disse «big ideas» (Harlen, 2010). Det er dette naturfaglærere verden over bør sette seg grundig inn i, slik at de er i stand til å undervise i alle disse bærende ideene. I denne masteroppgaven skal jeg ikke utdype dette videre, men bare nevne at temaet for mine to prosjekter kommer inn under den bærende kategorien «Grunnleggende begreper: partikler, energi og krefter», og under nøkkelsetningen «Alt stoff er bygd opp av partikler, finnes i ulike former og kan endres» (Voll et al., 2019). Den andre bærende ideen i læringstråd 1 er de tre forklaringsmodellene evolusjonsteorien, platetektonikkteorien og big bang teorien. Hensikten med å ha få bærende ideer er å legge til rette for dybdelæring. Ved å ikke legge opp til altfor stort detaljert naturfagpensum kan man fristille tid til heller å gå i dybden, slik man gjør i utforskende arbeid.

Hvordan denne læringen skjer i den enkelte eleven, det vi kan kalle en individuell konstruktivisme, beskrives mer inngående i delkapittel 2.2, der jeg skriver om å lære naturfaglige fenomener, og da spesielt om stoffer. I det kapittelet blir også tidligere forskning på stoffer og partikler presentert. Jeg vil gå mer i dybden på nettopp denne læringstråden fordi den er grunnlaget til det første forskningsspørsmålet mitt.

2.1.2 Læringstråd 2

Læringstråd 2 handler om de naturvitenskaplige praksisene, det å delta i naturvitenskaplige arbeidsmåter (Voll et al., 2019). Det vil si at elevene skal være med i praktiske eksperimenter og feltpaserte aktiviteter, slik at de lærer å bruke ulike typer utstyr slik som måleutstyr, mikroskop, elektrisk utstyr, bestemmelsesnøkler, gassbrennere, osv. De skal i praksis bli kjent med

disse ulike typene prosesser: lage forskbare spørsmål, hypoteser, observere, sortere i kategorier, analysere, tolke, vurdere, forklare og presentere funn. I disse prosessene skal de få øve seg i å bruke lese- skrive- og regne- strategier som er nødvendige for å kunne finne et løsningsforslag på et naturfaglig problem. Det viser seg at ferdighetene elevene får i læringstråd 2 og forståelsen for begreper og modeller som de får i læringstråd 1 henger sammen og er avhengige av hverandre, de forsterker hverandre positivt (Lehrer et al., 2001). Læringstråd 2 er grunnlaget til **konteksten** for forskningen min. Derfor vil jeg i det følgende gå nærmere inn på utforskende arbeid og støttestrukturer.

Utforskende arbeid:

Man har ikke klart å bli enige om en entydig definisjon av utforskende arbeidsmåter (Staberg et al., 2020). Men begrepet «utforske» kommer fra det amerikanske ordet «inquire» som betyr «å stille spørsmål, søke informasjon ved spørsmålstilling, å gjøre en undersøkelse» (Staberg et al., 2020, s. 193). Inquiry-based learning (IBL) er en type arbeidsmåte og undervisning som handler om en systematisk undersøkelse, og for å definere dette nærmere har jeg valgt å la meg inspirere av LISSI-prosjektet (Ødegaard et al., 2021, s. 49). De har delt utforskningen inn i tre faser: forberedelse, datainnsamling og konsolidering. I forberedelses-delen lager man spørsmål eller problemstillinger som man søker å finne svar på. I datainnsamlings-delen kan man enten gjøre eksperimenter eller observasjoner som blir data fra en primærkilde, eller man kan samle data fra bøker og internett, som da blir en sekundærkilde (Ødegaard et al., 2021). I konsoliderings-delen argumenterer og forklarer man spørsmålene og problemstillingene i lys av teori. Dette samsvarer også med Knain og Kolstø (2019) sin trepunktsdefinisjon: spørsmålsformulering, datainnsamling og kunnskapsbygging. De kaller den siste fasen for kunnskapsbygging. Tanken er at elevene skal lage sine egne forklaringer bygd på kunnskap som de må innhente og vurdere i fellesskap for å kunne bygge videre på. Dette er også i tråd med sosialkonstruktivismen eller sosiokulturell læringsteori, som blir beskrevet nærmere i delkapittel 2.4.

Noe av hensikten med utforskende arbeid er å få undervisningen bort fra passiv overføring av kunnskap, til en undervisning der elevene selv er mer aktive, og utvikler og bygger sin egen kunnskap om fenomener, men også lærer hvordan naturvitenskaplig kunnskap utvikles. I tillegg lærer elevene ved utforskende arbeid å vurdere kilder kritisk, og de lærer å bruke kunnskapen til å forstå systemer og verden rundt seg (Berland et al., 2016). Elever i dag trenger i større grad å bli i stand til å vurdere om kunnskapen de presenteres for er til å stole på eller ikke.

Ifølge Utdanningsdirektoratet (2020) er å *utforske* sentralt for mange fag og er definert slik:

Å utforske handler om å oppleve og eksperimentere og kan ivareta nysgjerrighet og undring. Å utforske kan bety å sanse, søke, oppdage, observere og granske. I noen tilfeller betyr det å teste ut eller evaluere arbeidsmetoder, produkter eller utstyr (Haug & Mork, 2021, s. 16).

I naturfag har det å utforske en spesifikk betydning, og der har Utdanningsdirektoratet lagt til: «I naturfag er det å stille spørsmål og bruke data for å lage forklaringer grunnleggende for å utforske» (Utdanningsdirektoratet, 2020).

Det å utforske er et vidt begrep der eleven alltid skal være aktiv, og ikke lenger en passiv mottaker av kunnskap. Den spesifikke betydningen for naturfag handler om at elevene skal samle data som gir evidens til de spørsmålene de har stilt seg, og være grunnlaget for forklaringer de skal lage (Crawford, 2014). Det er flere studier som viser at utforskende arbeid er effektivt i naturfag så lenge elevene jobber målrettet med datainnsamlingen og får anledning til å diskutere resultatene og får lage forklaringer basert på evidens (Crawford, 2014). De samme studiene viser også at læringseffekten er lav dersom elever jobber utforskende på egenhånd eller med minimal veiledning. Derfor er denne masteren nyttig som en brikke i å kartlegge hvilke dialoger og støttestrukturer som kan være hensiktsmessig i utforskende arbeid. Skal det utforskende arbeidet bli fruktbart må det planlegges nøye av læreren, og legges opp med gode rammer og støttestrukturer slik at elevene får jobbet målrettet gjennom de ulike delene av det utforskende arbeidet. Det kommer jeg tilbake til i delen om støttestrukturer.

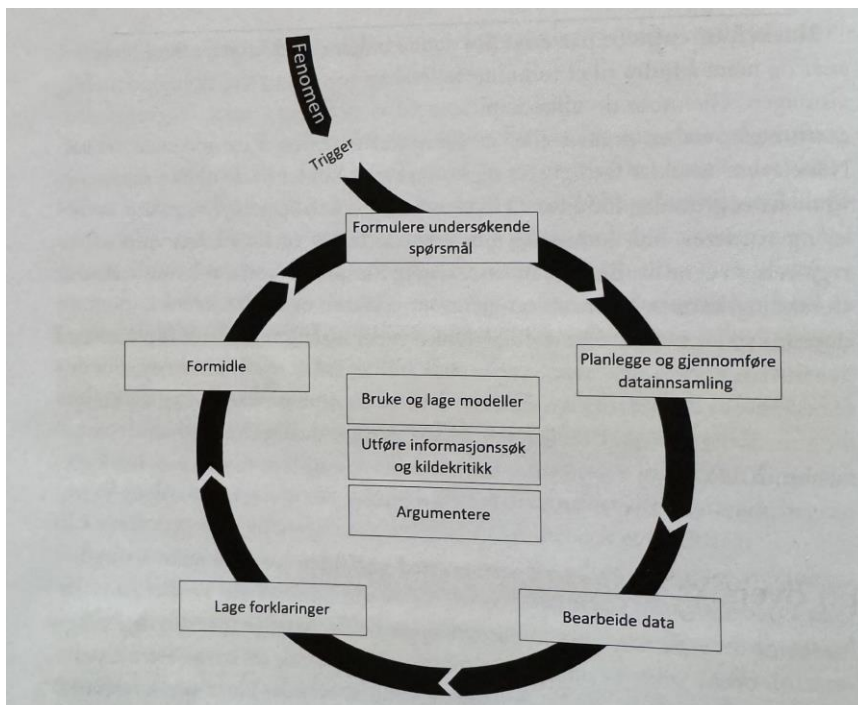
Rönnebeck og hans kollegaer konkluderer i sin forskning med at elever må kjenne til de ulike enkeltelementene som er en del av en utforskning, og hva som er hensikten eller formålet til hver enkelt del, dersom elevene skal forstå hva en utforskning er (Rönnebeck et al., 2016). De bruker også begrepet *naturvitenskaplige praksiser* om de ulike delene av en utforskning, som for eksempel å stille spørsmål, innhente informasjon, argumentere eller lage forklaringer av et fenomen.

Å arbeide utforskende betyr at elevene opparbeider kunnskaper om og ferdigheter i å bruke ulike praksiser som bidrar til utvikling av naturvitenskaplig kunnskap. Det innebærer blant annet å stille spørsmål, gjøre observasjoner, planlegge utforskninger, lese bøker og tekster om hva andre har funnet ut, samle og analysere data, reflektere over det man finner ut, fremme påstander og lage forklaringer basert på evidens. Utforskende arbeid krever logisk og kritisk tenkning, inkludert evne til å vurdere alternative forklaringer og vilje til å endre egne forklaringer hvis det foreligger bedre evidens for dette (Osborne, 2014). (Haug & Mork, 2021, s. 19)

I USA har National Research Council (NRC, 2012) listet opp åtte naturvitenskapelige praksiser som grunnvøllen i naturfagundervisning:

1. stille spørsmål og definere problemstillinger
2. utvikle og bruke modeller
3. konstruere forklaringer og utvikle løsninger
4. planlegge og utføre undersøkelser
5. analysere og tolke data
6. bruke matematikk og tenke algoritmebygging
7. delta i argumentasjon basert på data
8. skaffe, vurdere og formidle informasjon

Man kan si at disse åtte naturvitenskapelige praksisene betegner profesjonell naturvitenskap og er derfor byggesteinene til gode lærings situasjoner i skolen (Knain & Kolstø, 2019). Dermed blir det lærerens oppgave å legge til rette for at elevene kan få øve seg i de ulike praksisene. Det blir også naturlig å forklare elevene at disse praksisene er en del av arbeidsmetodene og tenkemåtene til de profesjonelle forskerne. Til små barn kan man gjerne snakke om å «leke forskere», la dem ha på seg hvite frakker og på den måten engasjere dem følelsesmessig for å gjøre det hele litt mer spennende. Resultatet blir da at de får et meta-perspektiv på det vi holder på med. Målet i utforskende arbeid er at elevene både skal få naturfaglig kunnskap, men også naturfaglige ferdigheter.



Figur 1. Oversikt over sentrale naturvitenskapelige praksiser i utforskende arbeid. Utviklet av Naturfagsenteret (Haug & Mork, 2021)

I figuren over er utforskende arbeid fremstilt som en sirkulær figur (Haug & Mork, 2021). Den er utarbeidet av Naturfagsenteret, og gir en oversikt over ulike praksiser som ofte, men

ikke alltid inngår i et utforskende arbeid. At den er sirkulær handler om at man ofte i utforskende prosjekter kan komme frem til resultater som gjør at man må stille nye spørsmål og dermed kanskje må gå flere runder før man kommer frem til noe man vil formidle til andre. Det skal jeg ikke komme nærmere inn på her. Men når man skal sette søkelys på et naturfaglig fenomen kan det være fint å starte med å vekke elvenes nysgjerrighet og undring ved en trigger. Det kan for eksempel være et demonstrasjonsforsøk eller et lite dramastykke der læreren spiller en kjent forsker eller noe lignende (Burke et al., 2018). For å følge elevene gjennom sirkelen må læreren bruke ulike støttestrukturer og rammer. Ifølge Hmelo-Silver et al. (2007) er støttestrukturer helt essensielt for at elever skal lykkes med utforskende arbeid. De argumenterer for at utforskende arbeidsmåter må bygges opp ved gode støttestrukturer, og at de da bidrar til elevenes læring.

Støttestrukturer:

Den amerikanske utviklingspsykologen Bruner m.fl. innførte metaforen «stillas» om støttestrukturer (Wood et al., 1976). Tanken er at barnet eller studenten ved å støtte seg til dette stillaset kan klare oppgaver og nå mål som det ikke ville klart uten støttestrukturen. Støttestrukturer er da å forstå som alle redskaper og maler som vi gir elevene for at de skal klare å gjennomføre for eksempel et utforskende arbeid. Knain & Kolstø (2019) skiller mellom støttestrukturer og rammer. Rammene i et utforskende arbeid handler om tema, tidsbruk, metoder, faser i arbeidet, vurderingsformer og hva som skal være sluttproduktet. Rammene definerer dette spesielle prosjektet, mens støttestrukturer er de redskapene, malene og underveisvurderingene elevene bruker for å få progresjon i arbeidet. Disse støttestrukturene er gjerne uavhengige av prosjektet og rammen og kan brukes på nytt flere ganger både i samme rammen og i nye rammer. Slik forstår vi at støttestrukturene er med på å drive verket fremover fra den utforskende oppgaven A til sluttproduktet B. I denne masteroppgaven er det støttestrukturen «Møtes i midten» som har blitt testet ut. Dette er en støttestruktur som legger til rette for dialog og argumentasjon i samtalene i utforskende arbeid. Ellers kan det også nevnes at både språk-fokus, samhandling, dialoger og pedagogical link-making er stillaser for elevene i videre forstand i disse prosjektene.

Flere studier viser at utforsking som inkluderer *argumentasjon* ved hjelp av modeller, slik det er vanlig i læringstråd 2, er en gunstig måte for elever i alle aldre å lære seg naturfaglige teorier, modeller og begreper, som er læringstråd 1 (Lehrer et al., 2001). Ifølge Mkimbili (2018) trengs det at myndighetene og læreplanene i Tanzania legger til rette for en tidsbruk i skolen der utforskende arbeid (læringstråd 2) er mulig å gjennomføre. Det vil på sikt gi bedre læring i pensumet (læringstråd 1), siden læringstrådene virker sammen og støtter hverandre (Øyehaug, 2014).

2.1.3 Læringstråd 3

Læringstråd 3 handler om kunnskap **om** naturfag, det å **reflektere over** naturvitenskaplig kunnskap og naturvitenskaplige arbeidsmåter (Voll et al., 2019). Her er målet at elevene skal bli kjent med naturvitenskapens egenart. Det vil si at elevene skal bli kjent med at naturfag innebærer et helt spesielt språk, en egen måte å tenke på, og bestemte prosedyrer for å komme frem til ny kunnskap. Kunnskapsmassene vi har i naturvitenskapen har blitt grundig testet via samarbeid og fagfellevurderinger, likevel er kunnskapen tentativ og revideres og utvikles stadig. Det er mange ting som påvirker denne kunnskapsbyggingen, slik som økonomiske, sosiale, etiske og kulturelle faktorer.

Hva som er typisk for naturvitenskap, naturvitenskapens egenart, blir ofte omtalt som «Nature of science» (NOS) (Lederman & Lederman, 2019). I det følgende vil jeg helt kort presentere hva NOS er, men siden dette ikke er en del av det jeg har forsket på skal jeg ikke gå i dybden på dette. Jeg la opp NOS som et vesentlig perspektiv og en viktig læringstråd i prosjektene mine. Vi snakket en del med elevene om at nå «leker vi» at vi er forskere. Hvordan jobber en forsker, hva gjør han, hvordan tenker han, hvordan går han fram og hva gjør han med det han finner ut? Det å ha et meta-perspektiv på det utforskende arbeidet man holder på med er en del av læringstråd 3.

Selv om forskerne er enige i innholdet i begrepet NOS, har vi ikke noen entydig definisjon. Når Lederman & Lederman (2019, s. 1) skal forklare dette begrepet tar de utgangspunkt i spørsmålet: «What is Science?». Svaret er tredelt:

1. Kunnskaper om naturvitenskaplige fenomener
2. Naturvitenskapelige metoder- Scientific Inquiry (SI)
3. Naturvitenskapens egenart- Nature of Science (NOS)

I Lederman et al. (2002) blir vi presentert for de 7 NOS-kategoriene, som under her er forenklet og oversatt til norsk.

De sju NOS-kategoriene til Lederman:

1. Den empiriske naturvitenskapen
2. Naturvitenskapelige teorier og lover
3. Den kreative naturvitenskapen
4. Den teoriladede naturvitenskapen
5. Den sosiale og kulturelle forankringen av naturvitenskapelig kunnskap
6. De naturvitenskapelige metoder
7. Naturvitenskapelige kunnskaper er tentativ

En av de NOS-perspektivene som var vektlagt i prosjektene var at forskere er kreative (3). Elevene ble oppfordret til å finne kreative løsningsforslag i prosjektet om gass. Ellers ble det

også i begge prosjektene lagt stor vekt på at forskere ikke jobber alene, men i et fagfellesskap der dialog og faglige samtaler forskere imellom er helt sentralt (6). Et annet aspekt som også kan hjelpe elevene til å forstå det faglige stoffet i naturfag (læringstråd 1) bedre er dersom de blir presentert for den historiske utviklingen av kunnskapen (læringstråd 3). Det å få vite hvordan kunnskapen om de små partiklene ble til, hva de ulike filosofene trodde og tenkte om atomet for eksempel, gjør at elevene kan kjenne seg igjen. De ser at deres hverdagsforestillinger har blitt tenkt av noen før. Da blir det heller ikke så skummelt å endre sine tanker og forestillinger om ulike temaer. Hva ulike filosofer og forskere har tenkt før kan gjerne presenteres for elevene i form av drama, enten det er læreren eller elever som dramatiserer. Drama er en fin måte å levendegjøre det naturfaglige pensumet på (Burke et al., 2018). Flere studier viser at det å reflektere over meningen med prosessene i naturvitenskapen og relasjonen mellom forskerens ideer, forsøk og data er vanskelig for elever (Driver et al., 1996). Sandoval & Reiser (2004) argumenterer for at elevenes NOS-bevissthet bør settes søkelys på mens de deltar i utforskende arbeid. Det er også flere studier som viser at NOS-bevissthet hos elevene virker positivt på deres forståelse for naturvitenskapelige fenomener (læringstråd 1), og på naturvitenskapelige praksiser (læringstråd 2) (Rudolph, 2005).

2.1.4 Læringstråd 4

Læringstråd 4 handler om samarbeid, motivasjon og selvoppfatning, det vil si å samhandle og kommunisere i naturvitenskap (Voll et al., 2019). Elevene skal være aktive deltakere i samtaler med hverandre og læreren, slik at de får øvelse i å snakke naturfag ved å diskutere, argumentere, stille spørsmål og forklare, samt vurdere kritisk andres utsagn (Duschl et al., 2007). Dette blir av Lemke (1990) kalt for å lære å snakke det naturvitenskapelige språket. Mange mener at det å lære naturfag handler om nettopp det (Wellington & Osborne, 2001). Ifølge Lemke tar vi ofte for gitt at elever skal lære seg hvordan de kan bruke det naturfaglige språket av seg selv, bare ved å høre det brukt av læreren. Han vektlegger at elevene trenger opplæring i hvordan man kan snakke dette språket, hvordan man kan sette sammen ord og uttrykk og bruke dem på en riktig måte. Lemke argumenterer for at vi må bruke langt mer tid på denne spesifikke språkopplæringen i naturfag. Derfor har det også de siste årene vært et stort søkelys på dialoger og samtaler i klasserommet. Det er flere studier som viser at kommunikasjon og dialoger, som er læringstråd 4, fører til økt forståelse for naturfaglige fenomener, som er læringstråd 1, men også bedre ferdigheter i de naturvitenskapelige praksisene, som er læringstråd 2 (Felton & Kuhn, 2002). Det har også vist seg at læringstråd 3, som er elevenes bevissthet rundt «the Nature of science» (NOS) øker ved muntlig interaksjon og målrettet bruk av dialoger (Beeth, 1998). De ulike trådene flettes sammen som et tykt tau, og støtter hverandre innbyrdes.

Læringstråd 4 framhever også viktigheten av at vi legger til rette for at elevene skal bli interessert i naturvitenskapene, og får lyst til å arbeide med faget. Derfor er det viktig at de utfors-

kende arbeidene inneholder autentiske problemstillinger, for da oppleves det mer aktuelt og relevant for elevene (Knain & Kolstø, 2011). Jeg skriver mer utdypende om samhandling og kommunikasjon i kapittel 2.3, siden denne tråden er den mest sentrale i oppgaven min og er grunnlaget for forskningsspørsmål 2 og 3.

2.2 Å lære om naturfaglige fenomener – eksempelet stoffer (læringstråd 1)

I det følgende skal jeg se nærmere på det vi kan kalle individuell konstruktivisme, eller hvordan læringen skjer i den enkelte eleven. Hvordan lærer elever naturfaglige fenomener, og da spesielt om stoffer? Jeg vil gå mer i dybden på læringstråd 1 fordi den er grunnlaget til det første forskningsspørsmålet mitt, som handler om elevens forståelse for temaet luft. Til slutt blir tidligere forskning på stoffer og partikler presentert.

Sveitseren Jean Piaget (1896-1980) er sentral i teorien om hvordan barn lærer. Han beskriver læring som en individuell aktivitet der elevene konstruerer sin egen forståelse på grunnlag av ulike kognitive skjemaer som er medfødt, men som barnet utvikler videre så lenge de lever (Piaget, 1985). Ved kontakt med omverdenen vil barna prøve å knytte den nye erfaringen opp mot sine allerede eksisterende skjemaer. Denne prosessen kaller Piaget for assimilasjon. Når barn lærer noe teoretisk, skjer det ved assimilasjon. Når noe ikke passer inn i barnets allerede eksisterende kognitive skjemaer, må barnet lage nye skjemaer. Det kaller Piaget for akkomodasjon. Han sier også at det oppstår en ulikevekt (disequilibrium) for barnet når noe ikke passer inn i de eksisterende skjemaene. Da oppstår det som Piaget kaller «cognitive conflict». Den ulikevekten er drivkraften til læringsprosessen for barnet. Akkomodasjon skjer når vi lærer noe i praksis, og da blir det på nytt likevekt (equilibrium) i barnets nye kognitive skjemaer, og den kognitive konflikten blir på den måten løst (Piaget, 1985).

Problemet oppstår når elever assimilerer vitenskapelige begreper inn i sine kognitive skjemaer uten at disse begrepene får et innhold som er i overensstemmelse med naturvitenskapelige teorier og modeller (Novick & Nussbaum, 1981). Da oppstår det som av Wandersee, Mintzes & Novak (1994) kalles for «alternative conceptions», alternative forestillinger. Dette er forestillinger som elevene konstruerer selv, for å forstå et fenomen på sin måte, og representerer elevens måte å tolke virkeligheten på, deres hverdagsforestillinger eller misoppfatninger. Derfor blir det svært viktig for en naturfaglærer å avdekke elevenes ulike alternative forestillinger, hverdagsforestillingene, for å kunne erstatte dem med et naturvitenskapelig presist innhold. Denne prosessen der elever erstatter sin personlige, mangelfulle forklaringsmodell med en vitenskapelig korrekt modell blir kalt for «conceptual change» (Hewson, 1982).

I følge Hewson (1982) er det tre kriterier som må oppfylles for at det skal skje en «conceptual change» i eleven: den nye modellen må være forståelig, sannsynlig og fruktbar. Så dersom jeg

skal lykkes som naturfaglærer må forklaringen jeg presenterer være **lett å forstå** rent kognitivt, og eleven må oppleve det **sannsynlig** at det jeg forklarer er vitenskapelig korrekt, og **fruktbar** for eleven fordi forklaringen oppleves nyttig da den oppklarer ulogiske brist i elevens tidligere forklaringsmodell.

En annen måte å forklare «conceptual change» på er å kalle det for «conceptual restructuring» (Øyehaug, 2014). Denne forklaringen bygger på det som diSessa (1993) kaller for «phenomenological primitives» («p-prims»). Dette er fragmenterte og generelle kunnskaps-elementer som elevene har, de kan være delvis korrekte eller ha fragmenter av naturvitenskapelige sannheter i seg, men som elevene bruker i ulike sammenhenger, ofte usystematisk og lite ordnet. Derfor blir elevenes utsagn ofte upresise, og elevene har gjerne behov for å endre sine forklaringsmodeller etter hvert som de får flere kunnskapsfragmenter som bedre forklarer det store bildet. Ifølge tanken «knowledge-as-elements» (diSessa et al., 2002) består elevenes forståelse av slike fragmenter som p-prims, eller mentale modeller (Carey, 1999) eller forestillinger på ulike utviklingsstadier (diSessa, 1993, 2006). «Conceptual restructuring» vil da si at eleven lærer ved å endre disse fragmentene, og strukturerer og omorganisere dem slik at tankebygningen de bygger i sitt hode stemmer med det bildet som naturvitenskapen gir.

Ifølge Eskilsson og Helldéns (2003) er det gunstig å introdusere grunnleggende modeller for elever i ung alder. Etter å ha forsket på dette anbefaler de å ta utgangspunkt i elevenes egne forestillinger om gasser og legge til rette for samtaler om dette. Elevene trenger gjerne tid på å skifte ut sine forklaringsmodeller med atomteorien og partikkelmodellen, det vi kan kalle «conceptual change» (Hewson, 1982). Flere studier viser at det kreves betydelig intellektuelt arbeid over lang tid å tilegne seg stoffforståelse (Johnson, 2002). Måten disse emnene presenteres på og rekkefølgen kunnskapen bygges opp i, det vi kaller for læringsprogresjoner, er også viktig for læringstråd 1 (Smith et al., 2006).

Tidligere forskning på elevers forståelse av stoffer viser at kompliserte ideer forstås av elevene gradvis og over tid på et mer avansert nivå etter hvert som barna får flere erfaringer, og opplever de ulike fenomenene gjennom ulike representasjoner i takt med sine økende kognitive evner (Andersen et al., 1997). Teorien om stoffer er en grunnleggende ide i naturfag, som bør presenteres tidlig for å gi elevene noen grunnleggende byggesteiner, eller et fundament å bygge videre på (Øyehaug, 2014). Den amerikanske psykologen Bruner (1971) la vekt på at undervisning bør bygges opp på denne måten at man starter med de enkle ideene, og utvider til stadig større kompleksitet. Ifølge Bruner må disse enkle ideene stadig repeteres for barnet, og helst vises i nye relasjoner, for å gi dyp læring (Solerød, 1994).

Noen studier viser at det tar tid for elever å forstå partikkelmodellen (Eskilsson & Helldén, 2003). Johnson (2002) utførte en studie på britiske elever som beskrev kjemiske forandringer

ved hjelp av grunnstoffer, atombindinger og blandinger. Funnene i studien viste at partikkelmodellen er vesentlig for elevenes forståelse av kjemiske forandringer. Andre studier viste at partikkelmodellen gjorde franske elever i stand til å utdype makroskopiske egenskaper ved stoffer (Mehaut & Chomat, 1990), og amerikanske elever i stand til å bruke partikkelmodellen på faseoverganger (Wiser & Amin, 2001).

Papageorgiou og Johnson (2005) gjennomførte et studium der to greske elevgrupper fikk opplæring i faseoverganger, og bare den ene fikk høre om partikkelmodellen. Det viste seg at de elevene som hadde fått kunnskap om partikler, oppnådde dypere forståelse for faseforandringer.

Alle disse forskjellige studiene viser at individuell konstruktivisme er en livslang prosess der vi stadig legger nye fragmenter til et bilde som blir større og tydeligere etter hvert som tiden går (Øyehaug, 2014). Vi driver med «conceptual restructuring» hele livet. Elevene våre starter ikke som noen tabula rasa, men kommer på skolen med masse erfaringer og intuitive forestillinger (J. Lemke, 1990). Det er disse vi må ta tak i og jobbe videre med. Jeg har i det foregående kort forklart mitt syn på læring som en individuell aktivitet, vel vitende om at vi som mennesker er sosiale vesen som lærer best sammen med andre. Jeg skal i det følgende forklare nærmere om læring som en sosial aktivitet.

2.3 Samhandling og kommunikasjon i naturfag (læringstråd 4)

I denne masteroppgaven er jeg spesielt interessert i det å samhandle og samtale i naturfag. Både forskningsspørsmål 2 og 3 handler om læringstråd 4. Derfor skal jeg i denne delen se nærmere på samhandling og læring som en sosial aktivitet og hva Vygotsky sier om dette (2.3.1), samt hva Lemke sier om å snakke naturfag (2.3.2), og om det Jakobsson & Kouns kaller for å ta over faguttrykk fra andre (2.3.3), og til slutt om Mercer & Wegerif og de tre dialogkategoriene (2.3.4).

2.3.1 Samhandling og læring som sosial aktivitet

På samme måte som Piaget er en av de viktigste bidragsyterne til teorien om læring som en individuell aktivitet, så er Vygotsky en frontfigur til teorien om læring som en sosial aktivitet. Ifølge Vygotsky (1986), skjer all utvikling og læring hos barnet først på det sosiale planet mellom mennesker, og deretter på det individuelle. I Vygotskys læringsteorier er dette vekselspillet mellom mennesker i en sosial setting helt sentralt. Han sier at språket er barnets byggeklosser for tenkningen, og tegner en tydelig parallell mellom språket og barnets evne til å tenke og forstå verden rundt seg. Han mener at den indre talen, når barnet snakker med seg selv, er grunnlaget som gjør barnet i stand til etter hvert å legge planer og tenke på egenhånd. Språ-

ket er derfor hos Vygotsky en helt essensiell forutsetning for barnets intellektuelle modning og utvikling.

Videre lærer Vygotsky (1978) oss om “the Zone of Proximal Development” (ZPD), det som på norsk blir kalt den nærmeste utviklingssonen:

The distance between the actual developmental level as determined by independent problem-solving and the level of potential problem solving as determined through problem solving under adult guidance or in collaboration with more able peers. (Vygotsky, 1978, s. 86)

Det er forskjell på hva et barn kan klare helt alene, som på en prøve uten hjelpemidler, og det som et barn kan klare ved hjelp av en annen, enten det er en voksen, lærer, forsker, eller et annet barn som kan litt mer. Siden utviklingen ifølge Vygotsky går fra det sosiale til det individuelle planet bør naturfaglærere legge til rette slik at elevene i fellesskap med andre kan løse problemer og oppgaver. På den måten vil de lære i sammen med andre noe de også senere kan klare på egenhånd. Vygotsky kaller det sosiale nivået hvor læring først skjer for «the intermental level» og når barnet siden internaliserer denne lærdommen og gjør dette til sin egen måte å tenke på, kaller han det for «the intramental level» (Vygotsky, 1987). Slik forstår vi at den nærmeste utviklingssonen, ZPD, er der i dette bevegelige gapet mellom det intermentale og intramentale nivået. Ifølge Wertsch (1991) spiller læreren en vesentlig rolle i å hjelpe barnet til å nå sin nærmeste utviklingszone. Mens Fernandez et al. (2002) framhever at den gode hjelperen like gjerne kan være et annet barn som ikke nødvendigvis vet eller kan mere enn det andre barnet. Her argumenteres det for at intellektuell asymmetri ikke er nødvendig for at barnet skal nå sin nærmeste utviklingszone. Gjennom samhandling på et symmetrisk plan kan elevene delta i aktiviteter og nå mål som de ikke kunne klart alene. Man kan si at de kan tilføre hverandre kunnskapsfragmenter som til sammen danner et større bilde av en helhet. Den nærmeste utviklingssonen er aktuell i denne oppgaven gjennom de mange dialogene, både mellom lærer/forsker og elever, og elever imellom i små grupper. I begge tilfellene var målet at elevene gjennom språket, samtalene og diskusjonene skulle nå sin nærmeste utviklingszone.

2.3.2 Språk – å snakke naturfag

Det å lære naturfag blir av mange betegnet som å lære å *snakke* det naturvitenskapelige språket (J. Lemke, 1990; Wellington & Osborne, 2001). Det språket er komplekst og spesifikt bygd opp med ord og uttrykk som har en helt konkret betydning, og som forsøker å gi mening til fenomener og den verden vi har rundt oss. Når elever skal lære å snakke fransk, så trenger de både å lære grammatikk og få et ordforråd. Men det hjelper ikke å lære hva de ulike begrepene betyr teoretisk, de trenger også øvelse i å bruke dem i praksis. Sånn er det å lære et nytt

språk. Derfor må naturfaglærere legge til rette for at elevene kan få snakke sammen om naturfaglige fenomener, slik at kognitive prosesser kan skje i hver enkelt elev. Lemke (1990) introduserer begrepet «Talking Science» for oss og han sier:

“Talking science” does not simply mean talking **about** science. It means **doing** science **through the medium of language**. “Talking science” means observing, describing, comparing, classifying, analyzing, discussing, hypothesizing, theorizing, questioning, challenging, arguing, designing experiments, following procedures, judging, evaluating, deciding, concluding, generalizing, reporting, writing, lecturing, and teaching **in** and **through the language of science**. (J. Lemke, 1990, s. ix)

Ofte blir betegnelsen diskurs også brukt om læring i samhandling med andre (Øyehaug, 2014). En diskurs er felles for alle innenfor samme kultur, og innbefatter et sett med formuleringer, begreper og problemstillinger som gir et mønster som styrer talemåten i denne kulturen. På samme måte som hver yrkesgruppe har sin spesifikke språkbruk, sin diskurs, har også klasserommet en egen språkbruk, og dermed sin egen diskurs (Schoultz, 2000). Vi kan si at den elevsentrerte diskursen er deres hverdagspråk som de har med seg fra sin hjemme-kultur, mens den diskursen læreren ønsker å bringe eleven inn i er den fagspesifikke naturfagsdiskursen. «The third Space» eller det tredje rommet er ifølge Wallace (2004) når disse to diskursene møtes og overlappes. Det er lærerens oppgave å legge til rette for at elevenes hverdagsforestillinger kan være det språklige utgangspunktet som videre samtaler går ut fra. Hverdagspråket er en didaktisk ressurs. Larsson & Jakobsson (2017) snakker om at elevene kan bevege seg mellom disse diskursene billedlig talt, i form av semantiske bølger i gruppesamtalene på skolen. Der oppstår gjerne et mellomspråk eller et skole-språk, på veien mot det fagspesifikke naturfagspråket. Det er viktig å gjøre elever bevisst på disse tre ulike språkene eller diskursene (hverdagspråket, skole-språket og det fagspesifikke naturfagspråket), siden det oppleves veldig forvirrende for elever at samme ord, som for eksempel energi, arbeid, kraft eller varme, kan ha veldig ulik betydning i de forskjellige diskursene. Yore & Treagust (2006) beskriver derfor naturfagundervisning som et «three-language problem».

I beskrivelsen av de semantiske bølgene og den diskursive bevegelsen tar Larsson & Jakobsson (2017) fram to vesentlige faktorer: *semantisk gravitasjon* og *semantisk densitet*. De beskriver en språk-bruk med høy grad av semantisk gravitasjon som et konkret og kontekstnært språk, slik hverdagspråket ofte er. Mens en språk-bruk med høy grad av semantisk densitet er preget av et mer abstrakt og distansert språk med stor informasjonstetthet, slik som naturfagspråket er. Den store bruken av nominaliseringer, der verb blir gjort om til substantiv, er med på å gjøre naturfagspråket tyngre, fjernere og mer kompakt for elevene. Derfor trenger de å få bevege seg mellom disse ulike diskursene, frem og tilbake som en bølge, for at det fagspesifikke språket på sikt kan bli mer naturlig og forståelig for dem. Forskning viser at en slik be-

visst bruk av hverdagsspråket, og en veksling mellom diskurser er gunstig når elever skal lære naturfag (Ash, 2008). Diskursiv bevegelse gir elevene øvelse i å bruke naturfagspråket, slik at de på den måten kan gjøre de abstrakte og emnespesifikke uttrykkene til sine egne. I undervisningen, eller for eksempel i utforskende arbeid, kan vi legge opp til dialoger, diskusjoner og samtaler der elevene kan få prøve ut språket for på den måten å lære den innholdsmessige betydningen i fagbegreper. På den måten kan de lære to ting på en gang, både det naturfaglige språket, men også selve det naturfaglige innholdet.

When children learn their first language, they are doing two things at once: learning language, and learning **through** language. As they learn their mother tongue, they are at the same time using it as a tool for learning everything else. In this way language comes to define the nature of learning. (Halliday, 2003, s. 15)

Det å utvikle sine språkferdigheter i naturfag er helt avgjørende for å forstå og komme til en dyp kompetanse i faget (Jakobsson & Kouns, 2022). Eksempler på måter dette kan gjøres på skal vi se nærmere på nå.

2.3.3 Ta over faguttrykk fra andre

Jakobsson & Kouns (2022) gjorde en studie på flerspråklige elever i Sverige, som jeg nevnte i innledningen, der de brukte støttestrukturen «Møtes i midten». De fant ut at elevers gradvise utvikling av et fagspesifikt språk er helt avgjørende for elevers forståelse og mottagelighet for konseptuell kunnskap. Ved å legge til rette for dialoger og faglige samtaler får elevene mulighet til å gradvis utvikle sin måte å uttrykke seg på. Dette kan for eksempel skje ved at elevene tar over andres ord-valg og utsagn, og gjør dem til sine egne. De argumenterer for at elevene i små grupper kan øve seg i å uttrykke seg mer og mer presist og korrekt, når de skal beskrive hva som skjer i et eksperiment. Det å gjøre om vitenskapelige ideer og tanker til ord, er en øvelse som styrker elevenes utvikling av det naturfaglige språket. Derfor bør gruppene være små, slik at alle elevene må delta aktivt. I denne svenske studien viser det seg at elever som uttrykker seg presist og korrekt ofte har innflytelse på de andre elevene sitt syn på eksperimentene. Når et godt faguttrykk blir brukt av en elev i en autentisk situasjon åpner det opp for de andre elevenes forståelse av dette begrepet. Noen ganger tar da de andre elevene over uttrykket, og bruker det videre som sitt eget uttrykk senere i samtalen. Det er kort fortalt dette som betegner det å ta over faguttrykk fra andre. På denne måten endrer elevenes ordvalg seg over tid gjennom en samtale, eller flere samtaler innen et emne. Det naturfaglige innholdet i begrepene blir klarere for dem ved hjelp av samtale og dialog.

Several researchers (e.g., Lemke 2001; Mercer 2019) emphasize this dialectical relationship between the student's subject language development and their conceptual un-

derstanding, and that the subject language and the conceptual understanding drive and accelerate each other. (Jakobsson & Kouns, 2022, s. 22)

Det er denne akselerasjonen av både forståelsen og beherskelsen av naturfagspråket man kan oppnå ved å legge til rette for dialog.

2.3.4 De tre dialog-kategoriene

Det er vanlig å bruke Mercer (1995) sine tre dialog-kategorier: argumenterende, kumulative og utforskende samtaler. I *argumenterende samtaler* er elevene ofte uenige og kommer med korte påstander for og imot, uten å begrunne sine meninger. Elevene i disse samtalene er gjerne opptatt av sine egne individuelle synspunkt. Mens elevene i en *kumulativ samtale* er mer positive til hverandres ytringer, og bygger ukritisk på det den andre sier. Ofte repeteres den andres mening og blir bekreftet av de andre. Det er gjerne en eller flere som utdyper noe i en kumulativ samtale, men siden de andre er positive og ukritiske fører det ikke til noen endring av synspunkter. *Utforskende samtaler* derimot kjennetegnes ved at det blir stilt kritiske og konstruktive spørsmål, slik at elevene må forklare og begrunne synspunktene sine. Der blir hypoteser diskutert, og siden logiske resonnement er mer synlig i denne typen samtaler, blir resultatet gjerne en utvikling av elevenes tankesett (Wegerif, 2001).

Av disse tre dialog-kategoriene har det vist seg at utforskende samtaler er de som er fruktbare og hjelper elevene til å utvikle både forståelsen og det naturfaglige språket (Fernández et al., 2002). Derfor bør naturfagundervisning inkludere opplæring i utforskende samtaler. Fernandez et al. (2002) lanserer derfor sju grunnregler for slike gruppe-samtaler. De er oversatt fra engelsk:

1. All relevant informasjon blir delt
2. Deltakerne arbeider mot å oppnå enighet
3. Deltakerne påtar seg et kollektivt ansvar for beslutninger
4. Det er forventet at deltakerne begrunner sine meninger
5. Alternative løsninger vurderes før beslutninger tas
6. Forslag og meninger kan utfordres og diskuteres
7. Alle i gruppen oppmuntres til å snakke

Disse grunnreglene for gruppesamtaler ble undervist til barna i Mexico som var en del av studien til Fernandez et al. Det er en fin måte å legge til rette for utforskende samtaler på å la elevene tidlig bli kjent med disse sju grunnreglene.

2.4 Sosiokulturelt læringssyn

I det følgende skal jeg skrive kort om sosiokulturelt læringssyn. Det er et læringssyn som passer godt med aktive og utforskende elever, men det er et læringssyn som ikke er så vanlig i Afrika. Forhåpentligvis står Afrika foran et snarlig skifte i læringssyn.

Den afrikanske skolen bygger, etter min erfaring, i stor grad på et behavioristisk læringssyn med belønning og straff som motivasjon for læring. Her er ikke individet aktivt deltakende i egen læring, men blir matet med faktakunnskap som de skal pugge til eksamen. Belønningen er å bestå eksamen og få komme opp til neste klassesetrinn. Straff kan for eksempel være å bli slått fysisk ved uønsket adferd, eller at man dumper ned og må ta årsklassen på nytt, og den som får dårligst resultat til eksamen må reise seg med hele skolen til stede når resultatene blir offentliggjort for alle.

Derfor ønsket jeg å bygge dette prosjektet på et sosiokulturelt læringssyn, eller sosialkonstruktivisme som Hodson & Hodson kaller det (1998). De beskriver et skifte i vektleggingen fra at elever personlig konstruerer sin egen kunnskap individuelt (konstruktivisme) til at de konstruerer denne kunnskapen i en sosial setting sammen med andre (sosialkonstruktivisme eller sosiokulturelt læringssyn). Den afrikanske kulturen bygger i stor grad på sosiale relasjoner, og har sterke og lange muntlige tradisjoner; det er et godt grunnlag som kan føres inn i skolen også. Det er bare veldig uvant for dem at de skal jobbe på samme måte i skolen som de gjør i det daglige i landsbyen. Der jobber de sammen to eller tre eller i grupper, de snakker sammen og løser hverdagslige problemer sammen. Et gammelt afrikansk ordtak sier at det trengs en hel landsby for å oppdra et barn. Så de er vant til samarbeid og diskusjoner, men de har aldri tatt det inn i klasserommet. Der er det læreren som skal styre. Men som Hodson & Hodson poengterer er den kognitive utviklingen i barnet ifølge Vygotsky avhengig av språket og en sosial kontekst (Hodson & Hodson, 1998, s. 35–36). Det er gjennom sosial aktivitet sammen med familien, venner, lærere eller andre kunnskapsrike mennesker at barn kan lære kulturens ferdigheter. Vygotsky bruker som sagt begrepet internalisering om den prosessen som gjør at barn blir i stand til å bruke strategier de har lært i samarbeid med andre på egenhånd (Hodson

& Hodson, 1998, s. 36). Han sier at først må barna lære det på et sosialt plan sammen med andre, før de kan lære det på et psykologisk plan som en del av deres eget sinn. Her er språket sentralt som et viktig redskap for å bygge mening (Mkimbili, 2018).

Den proksimale utviklingssonen forklarer Vygotsky som gapet mellom hva en elev kan klare på egenhånd, og hva han kan klare ved veiledning av en voksen, eller i samarbeid med den andre som kan mer. For at barnet skal oppnå en slik vekst er det helt avgjørende med stillas og støttestrukturer. Dette blir ikke så mye brukt i en behavioristisk skoletype som den vi ofte finner i Afrika. Her trenger de dermed en enkel, men eksemplarisk innføring i bruk av støttestrukturer. Desto enklere det fremstilles og eksemplifiseres, desto lettere blir det for dem å ta det i bruk. Den afrikanske skolen skal ikke bort fra tanken om at læreren har en viktig rolle. «Vygotskian theory gives teachers a central role: leading children and students to new levels of conceptual understanding by interacting and talking with them» (Hodson & Hodson, 1998, s. 37). Tanken til Vygotsky er at det et barn i dag kan klare med litt hjelp, kan det i morgen klare alene. Hodson & Hodson understreker at den mest effektive undervisningen er utforskende arbeidsmåter. Men bare dersom disse er bygd på samarbeid, er personlig tilpasset elevene og er strukturert etter de normene forskermiljøet har, og er veiledet av en dyktig lærer.

3 Metode

I denne masteroppgaven skal jeg undersøke hvordan enkeltelever utvikler sin faglige forståelse gjennom dialog i samspill med andre. Jeg skal også finne ut hva som kjennetegner utviklingen fra de individuelle forklaringene til de forklaringene elevene blir enige om i felleskap. Til slutt skal jeg se på hva som kjennetegner dialogen i gruppesamtalene. Jeg skal i dette kapitlet presentere hvordan jeg samlet inn data for å få svar på disse tre forskningsspørsmålene. Metodekapitlet er bygget opp på denne måten: Først kommer en kontekstbeskrivelse og litt om utvalg (3.1), så presenteres de to undervisningsoppleggene (3.2) om luft (3.2.1) og gass (3.2.2), deretter selve datainnsamlingen (3.3), før jeg viser hvordan jeg har analysert (3.4). Til slutt kommer noen etiske vurderinger (3.5) og litt om troverdighet og gyldighet (3.6).

3.1 Kontekstbeskrivelse og utvalg

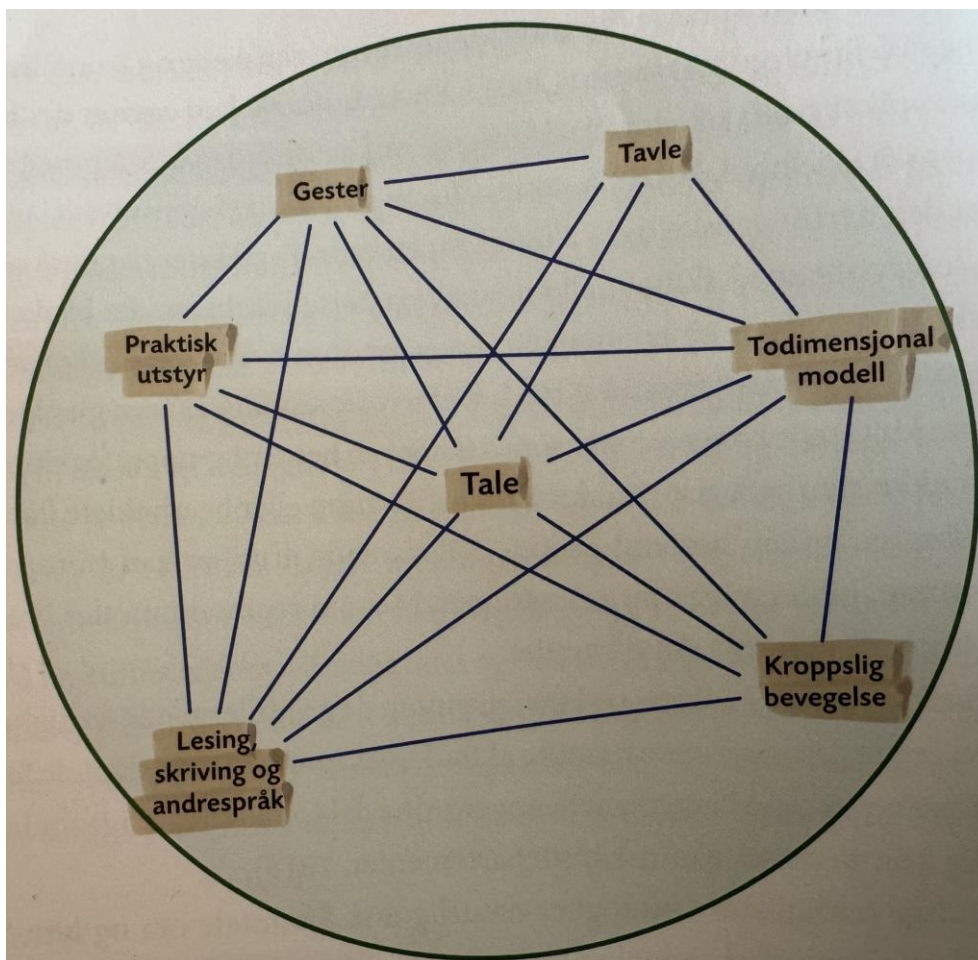
I 2023 var jeg 4 måneder i Afrika i forbindelse med et aksjonsprosjekt som jeg gjennomførte på en liten skole i Tanzania. Jeg er født og vokste opp i Kongo, et av nabo-landene til Tanzania. Der bodde jeg til sammen 8 år i min barndom, og var 12 år da vi flyttet hjem til Norge. Dermed lærte jeg litt swahili, og kan fortsatt språket på nivå med en 12-åring. Siden jeg opplever det å reise til Afrika som å komme hjem, planla jeg å benytte tiden med denne masteren til forhåpentligvis å få være til litt nytte og inspirasjon en tid ved en skole i Øst-Afrika. De østafrikanske landene er ganske like med tanke på natur, språk, matvaner og kultur. Kongo skiller seg ut ved å ha fransk som offisielt språk, som jeg ikke håndterer like godt som engelsk. Derfor ble det til at jeg sommeren 2022 brukte tre uker på en reise gjennom Kenya og Tanzania, som bruker engelsk på sine skoler, for å vurdere ulike mulige skoler å forske på, samt samle kontakter for videre korrespondanse. Skolen i Tanzania ble valgt fordi den utpekte seg ved gjestfrihet, åpenhet og en god kontakt med barna og ledelsen der, og spesielt fordi det var en liten skole med små klasser, noe som rent praktisk er enklere for meg å forske på. Dette er det man kan kalle et bekvemmelighetsutvalg. «Et bekvemmelighetsutvalg, «convenience sample» på engelsk, er, som ordet antyder, et utvalg der forskeren har gjort det som er bekvemmelig eller enkelt for seg selv» (Blikstad-Balas & Dalland, 2021).

Jeg valgte ut 6.klasse fordi det var de eldste elevene på denne skolen, og dermed de som kan best engelsk, og har lettest for å forstå det naturfaglige innholdet. Disse elevene var 11-12 år gamle. Det er ellers på mellomtrinnet jeg har jobbet mest i Norge også, så det er der jeg har

størst erfaring. De ble også valgt fordi det var den minste klassen på skolen, med 13 elever, 7 gutter og 6 jenter. De forstår en del engelsk, swahili kan de godt, men noen har også et eget morsmål som er et afrikanske stammespråk. Noen av elevene er muslimer, andre er kristne. Disse to religiøse gruppene lever ukomplisert og fredelig side om side i Tanzania. At skolen i Tanzania er liten og har små klasser henger sammen med at det er en nyoppstartet skole som fikk godkjenningen sin fra myndighetene underveis i prosjekt-tiden. Om ikke mange år er det trolig en stor skole med store klasser, slik det er vanlig i Tanzania. I første del av resultatkapittelet har jeg valgt å presentere ytringene til 6 av elevene i klassen. Deretter blir gjennomsnittet av forståelsen til 10 av elevene presentert. Begrunnelsen for at de 10 ble valgt ut av de 13 er fordi de var til stede i alle timene, var med på intervju og ga svar i alle delene av prosjektet, både i februar og november. Jeg valgte å utelate de av elevene jeg manglet data for, fordi de ikke var tilstede på hele opplegget på grunn av manglende foreldrebetaling, skorpionstikk og ellers andre grunner.

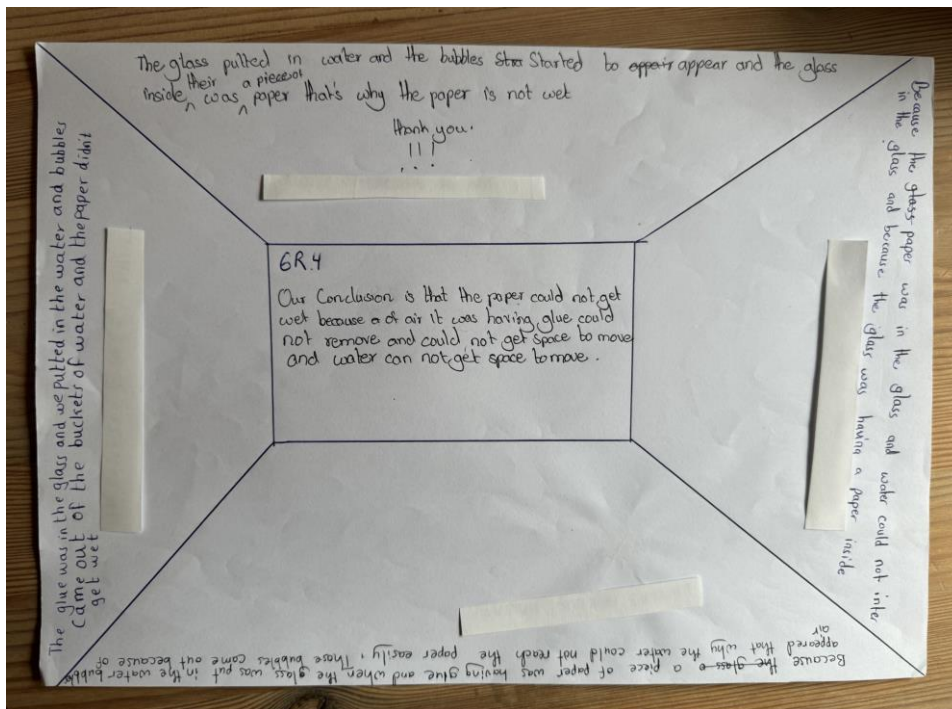
Jeg var til stede ved denne skolen og underviste lærerne fra januar til mars, i tre måneder i 2023. Jeg gjorde observasjoner, ga tilbakemeldinger, hadde seminarer med lærerne, og gjennomførte en spørreundersøkelse og intervjuet både lærere og elever. Jeg gjennomførte også et lite, utforskende prosjekt om luft sammen med naturfaglæreren i 6. klasse. Så ga jeg lærerne tid til å ta i bruk og praktisere det de måtte ønske av det de hadde lært i sin egen praksis i 7 måneder, mens jeg var hjemme i Norge. Etter det kom jeg tilbake i november samme år, og var der en måned til, for å følge opp arbeidet. Da gjennomførte vi et lite, utforskende prosjekt om gass med den samme 6. klassen, samt nye observasjoner, intervjuer, samme spørreundersøkelse og et seminar med lærerne. Dette er meget kort skissert skjelettet til aksjonsprosjektet.

Det faglige innholdet var som nevnt i innledningen koblet til «*pedagogical link-making*» (Scott et al., 2011) og det å veve sammen et nettverk for elevene med hovedfokus på tale og muntlige aktiviteter i klasserommet, koblet sammen med mange ulike representasjoner; se figuren under. Dette er det som var vektlagt i undervisningsoppleggene og i det store aksjonsprosjektet. I denne konteksten i Tanzania var det også fint å synliggjøre bruk av billig praktisk utstyr, enkle todimensjonale modeller, og bruk av konkreter hentet fra deres egen natur, kjøkken eller bakgård. I de to undervisningsoppleggene beskrevet i det følgende brukte vi bare utstyr som var lett tilgjengelig for dem, og som ikke kostet noe særlig, så som luft, vann, bakepulver og eddik, for eksempel. Kroppslig bevegelse og dramatisering ble også inkludert i prosjektet om gass.



Figur 2. Figuren viser sammenkoblinger en lærer gjør av ulike representasjoner. Hentet fra *Biologididaktikk for lærere*, 2020, s 64, og er en oversatt versjon av Jakobson & Axelsson, 2017, gjengitt med tillatelse.

I begge prosjektene var jeg aktivt deltakende, og ledet samtale og underviste elevene i samarbeid med naturfaglæreren deres. Han tolket alt jeg sa på engelsk til swahili. De tolker aldri til swahili ellers, men jeg insisterte på at det skulle gjøres i disse to prosjektene, da jeg ønsket å legge til rette for dyp faglig forståelse, og rette søkelys på det som i figuren over kalles for andrespråk. Elevene kunne også snakke og svare på swahili i timene og intervjuene. På dette punktet er de utforskende prosjektene å betrakte som en del av aksjonsprosjektet, der målet var økt språkbevissthet blant lærerne. Støttestrukturen «Møtes i midten» (MIM) fungerte som et verktøy for å legge til rette for både skrijving og tale.



Figur 3. Elevbesvarelsen «Møtes i midten», gruppe 4, i prosjektet om luft, del 1.

«Møtes i midten» er en støttestruktur som man bruker ved gruppearbeid med fire eller færre elever per gruppe. Se figuren over som er hentet fra prosjektet om luft. Det er gjerne et A4-ark som er delt inn i fire deler ytterst og en firkant i midten. Når elevene har gjort et eksperiment kan de skrive sin personlige forklaring på fenomenet i en av de fire delene. Så følger en gruppe-samtale der de diskuterer sine egne forklaringer med hverandre, og blir enige om hva de skal skrive i midten som sin «gruppe-forklaring». Her kunne også elevene velge å svare på swahili.

For å kunne samle inn relevant data for forskningsspørsmålene mine planla jeg å gjennomføre disse to utforskende arbeidsprosjektene sammen med naturfaglæreren og 6. klasse ved skolen i Tanzania. De to prosjektene blir kort presentert i det følgende. Jeg hentet stor inspirasjon fra artikkelen “Subject-language perspectives on multilingual students’ learning in science” (Jakobsson & Kouns, 2022). Både støttestrukturen «Møtes i midten», prosjektet om luft, og det å ta over utsagn fra andre, har jeg hentet fra denne artikkelen.

3.2 Undervisningsoppleggene

Siden elevene aldri hadde jobbet på denne måten, valgte jeg å legge opp undervisningsoppleggene som korte og enkle opplegg. Det egnet seg best som en førstegangsintroduksjon. Det var også enklest å få igjennom på skolenivå. Jeg hadde først

planlagt to større prosjekter, men med et sterkt pensum- og eksamens-fokus hos ledelsen ved skolen ble det enklest å bruke få timer i to korte perioder.

3.2.1 Prosjektet om luft

Jeg la opp det første prosjektet i februar 2023 som en ukes opplegg som var tilpasset elevenes vanlige timeplan, med en naturfagtime per dag den uka. Vi brukte også litt tid på å introdusere «The nature of science» (NOS), og vi snakket en del om hvordan en forsker arbeider, hva en hypotese er, hvorfor vi gjør eksperimenter, hva en forsker gjør med det han finner ut osv. I tillegg ble støttestrukturen «Møtes i midten» introdusert, og det pedagogiske prinsippet «Think, Pair, Share», der elevene tenker først på egenhånd, så snakker med sin læringspartner, for deretter å dele i fellesskap.

Del 1: Et glass med papir blir senket ned i en beholder med vann

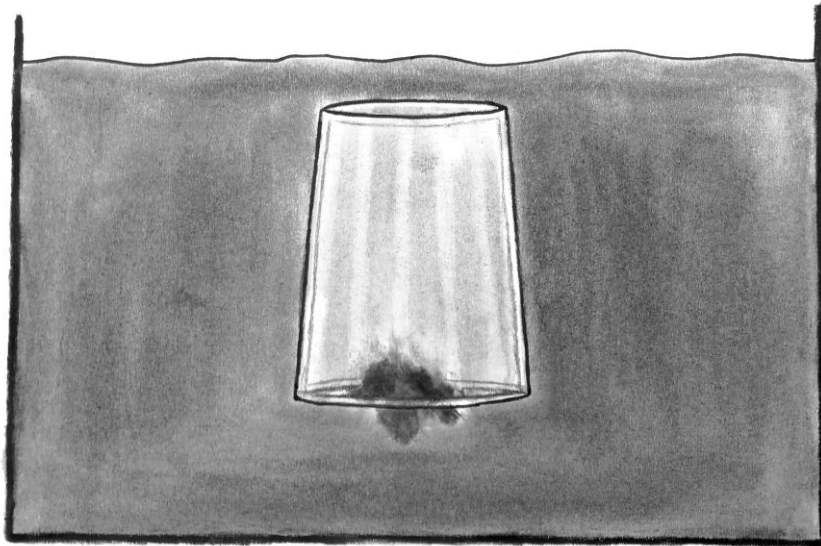


Figur 4. Del 1: Et glass med papir blir senket ned i en beholder med vann.

I del 1 av prosjektet som ble gjennomført første dagen, senket vi et glass med et sammenkrøllet ark (festet med en teipbit til bunnen av glasset), ned i en vannbeholder (se bildene over). Eksperimentet ble denne dagen gjennomført som et demonstrasjonsforsøk, en trigger. Før jeg senket glasset med papiret ned i beholderen, spurte jeg elevene om de trodde papiret kom til å bli vått. Dermed måtte elevene bidra med sine hypoteser om hva som kom til å skje. Jeg senket ned glasset og de fikk kjenne på papiret etterpå. Deretter fikk de delt ut «Møtes i midten» (MIM)-arket, og hver elev skrev ned sin personlige forklaring på hvorfor papiret ikke ble vått. Etterpå diskuterte de sammen i sine grupper, og ble enige om hva som

skulle stå i midten, en gruppe-forklaring. Til slutt hadde vi en gjennomgang felles i klassen der alle gruppene fikk dele sin gruppeforklaring, samt en klassesamtale.

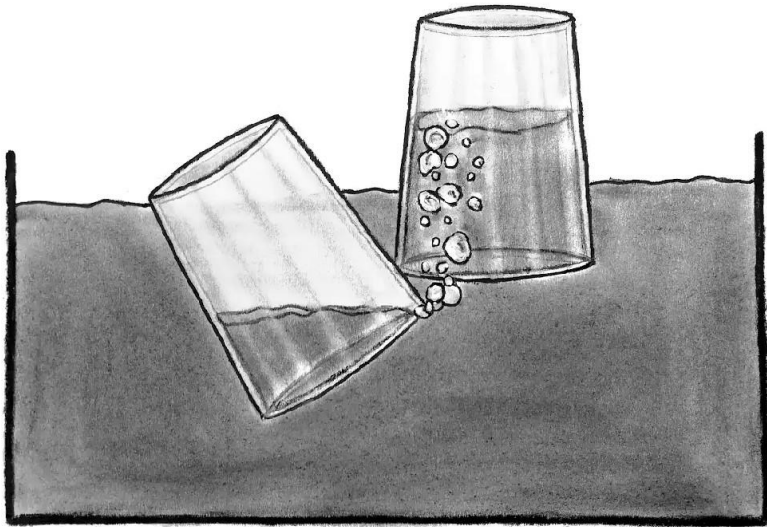
Del 2: En trepinne blir senket ned i en beholder med vann av et glass med luft



Figur 5. Del 2: En trepinne blir senket ned i en beholder med vann av et glass med luft. Tegnet av Benedicte Samira Popkema, trykt med tillatelse.

Neste dag, som er del 2 av prosjektet, fulgte vi samme mal som første dag, men denne gangen la jeg en trepinne på vannet, og spurte dem om hva som ville skje med trepinnen dersom jeg senket glasset ned over trepinnen (se bildet over). De fikk også denne gangen komme med sine hypoteser om hva som kom til å skje. Elevene fikk også prøve selv å senke glasset ned over trepinnen. De hadde ikke vært med på å gjøre eksperimenter egenhendig før, og syntes det var veldig stas. Etterpå skrev de sine personlige forklaringer på hvorfor dette skjedde på MIM-arket, og diskuterte i grupper. Gruppe-besvarelsene ble deretter delt i fellesskap i klassen, som utgangspunkt for en klasse-samtale.

Del 3: Helle luft over i et glass med vann i en beholder med vann

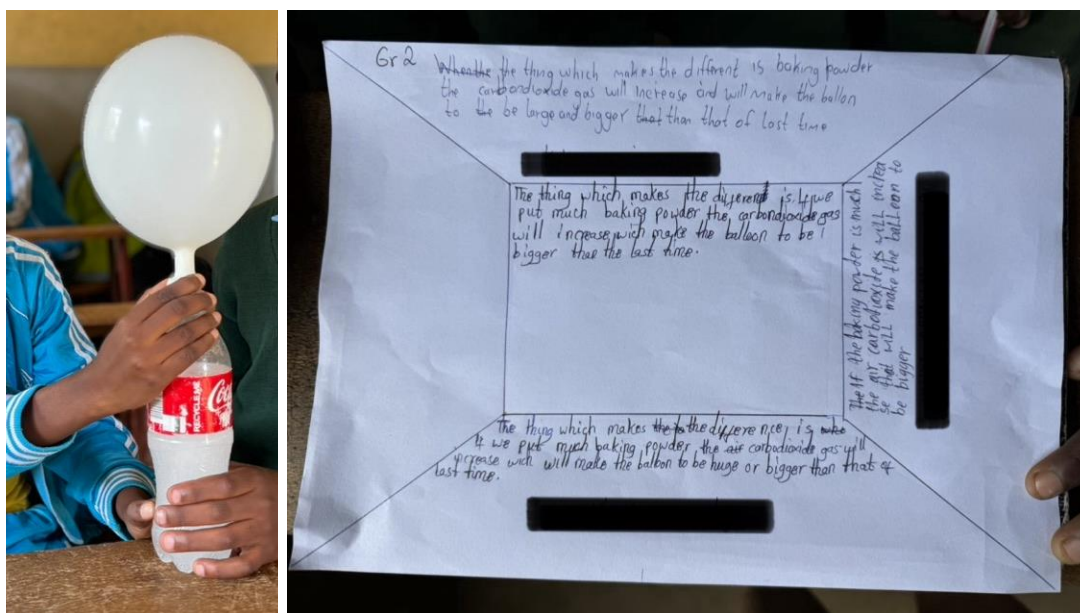


Figur 6. Del 3: Helle luft over i et glass med vann i en beholder med vann.
Tegnet av Benedicte Samira Popkema, trykt med tillatelse.

Tredje dagen, som var del 3 av prosjektet, hadde vi to glass, et vi fylte med vann og et som bare hadde luft. Så fikk elevene helle luft, ved å bikke på glasset med luft under glasset med vann, nede i vannbeholderen. Da fikk de se luften i form av bobler som gikk fra det ene glasset over i det glasset med vann (se bildet over). Luften fortrenget vannet, og på den måten ble det glasset som hadde vært fylt med vann fullt med luft, og det som hadde hatt luft ble fylt med vann. Det var noen av gruppene som syntes det var vanskelig å fange lufta med glasset, og da ble det ikke nok luft til å fortrenge alt vannet heller. Spørsmålet de svarte på på MIM-arket var: «Hva skjedde og hvorfor?» Dagen etter fulgte en teori-økt om luft, gasser, nitrogen, oksygen, argon og karbondioksid. Elevene skrev også en liten rapport i kladdebøkene sine. Vi avsluttet uka med en klassesamtale. Da tok vi også med oss et meta-perspektiv på hva vi hadde gjort og lært den uken, blant annet med «NOS-briller» på. Elevbesvarelsene på MIM-arkene er min kilde til elevenes forklaringer før og under prosjektet. 14 dager etterpå intervjuet jeg 12 av elevene i klassen og hadde blant annet en faglig samtale med hver av dem der de fikk forklare på nytt hva som hadde skjedd og hvorfor. Uttalelsene fra intervjuet forteller meg hva elevene sitter igjen med av forståelse etter at prosjektet var ferdig.

3.2.2 Prosjektet om gass

Jeg la opp det siste prosjektet i november 2023 på lik linje med det forrige som et ukes prosjekt tilpasset elevenes timeplan med en naturfagtime per dag den uka. Vi startet uka med litt repetisjon fra forrige gang i februar om at luft er noe, opptar plass, danner bobler under vann osv. Jeg forklarte også at vi skulle fortsette å jobbe utforskende, med eksperimenter, med «Think, Pair, Share» og «Møtes i midten». Med meg i sekken hadde jeg bakepulver, eddik, tomme halvliters-flasker, ballonger og målebånd. Første dagen helte jeg eddik i en flaske og bakepulver i en ballong, og festet ballongen på flasken som et demonstrasjonsforsøk, en trigger. Når bakepulveret blandes med eddiken blir det dannet karbondioksidgass som får ballongen til å ekspandere. Denne gangen ønsket jeg å forske på dialogene i gruppesamtalene, så da lot jeg en av gruppene jobbe med MIM-arket ute under trærne i skolegården, mens jeg tok opp en lydfil av gruppesamtalen, mens de andre tre gruppene jobbet i klasserommet sammen med naturfaglæreren. Det var på forhånd innhentet tillatelse fra både elevene, foreldrene og skoleledelsen til å ta opp lydopptak, dette kommer jeg tilbake til. Jeg tok opptak av en gruppe første dagen og en annen gruppe neste dagen.



Figur 7. Produksjon av gass i ballong og «Møtes i midten»

Neste dag fikk elevene i oppdrag å lage **mer gass**, målet var at ballongen skulle bli større enn første dagen. Også denne gangen hadde vi et stort fokus på NOS-perspektivene. Vi la vekt på at vi lekte forskere og vitenskapsmenn, og hva må vi gjøre da? Vi kan bare endre en faktor om gangen, og beholde den andre likt. Skal vi endre mengden bakepulver eller eddik først? Ele-

vene fikk være med å bestemme hvordan resten av opplegget skulle se ut. De var 4 grupper i klassen, og da fant de også ut at de kunne gjøre det slik at to av gruppene tok mer bakepulver enn det jeg hadde brukt, og de to andre kunne ta mindre bakepulver enn jeg hadde brukt i demonstrasjonsforsøket dagen før. Slik fikk vi flere sammenlignbare resultater. De målte størrelsen på ballongene med metermålet.

Dagen etter ønsket de å endre mengden eddik og beholde mengden bakepulver. Denne dagen ble dog litt amputert da det tilfeldigvis var en god del av skolens elever som ble sendt hjem da de kom til skolen den morgenen, fordi foreldrene deres ikke hadde betalt skolepengene. De fikk beskjed om å ikke komme tilbake til skolen før foreldrene hadde betalt. Jeg ble ikke orientert om dette. Sånn er livet i Afrika. Dermed satt jeg igjen med 8 elever, to på hver gruppe, og en litt uodynamisk gruppediskusjon, så den har jeg valgt å ikke bruke. Jeg skulle ønske i ettertid at jeg hadde tenkt meg litt mere om, og endret på gruppene slik at de hadde vært bare to grupper, med ny elev-sammensetning. Men jeg tenkte der og da at det ikke var så lurt. Heldigvis var de fleste tilbake dagen etter. Da fikk vi en fin time med teori-undervisning om karbondioksid, og felles samtale om gass, væske, faste stoffer og faseoverganger.

Siste dagen avsluttet vi med en dramatisering av de tre aggregattilstandene og introduserte kort partikkelmodellen. Denne delen av prosjektet er hentet fra Naturfagsenteret og naturfag.no (Naturfagsenteret UiO, u.å.). Her tar man utgangspunkt i en lege-sprøyte uten nål, der elevene holder fingeren foran hullet og blir kjent med at luften kan komprimeres inne i sprøyta, men bare til et visst punkt. Senere dramatiserer elevene partiklene i sprøyta ved å bevege seg til musikk inne i et avgrenset område som symboliserer sprøyta. Slik kan man kort fortalt dramatisere faste stoffers forbindelse ved at elevene er knyttet sammen med hendene på skuldra til eleven foran og ved siden, og står stille, og væsker ved at de vifter med armene og beveger seg på stedet, og gass ved at de vandrer rundt og er helt frie fra hverandre. Dette hadde de aldri gjort før, og det var nok litt grenseoverskridende for de muslimske elevene (det å holde på skuldra til en av motsatt kjønn). Men de tok det fint, og at de syntes opplegget var både morsomt og lærerikt kom det tydelig frem av de fem intervjuene etterpå.

Da jeg planla de utforskende prosjektene om luft og gass gikk jeg ut fra figuren 2.1 i kapittel 2.1.2 og la opp til et demonstrasjonsforsøk som den første triggeren, før vi sammen stilte oss spørsmålet «hva er luft?» (i februar-prosjektet) og «hva er gass, og hvordan kan vi produsere mer gass?» (i november-prosjektet). Siden dette var første gang disse elevene jobbet utfors-

kende valgte jeg det som Knain og Kolstø, (2019, s. 28) karakteriserer som «lav grad av saks-kompleksitet» og med en «lærerstyrt utforskning mot rett svar» i februar, og «middels grad av saks-kompleksitet» og et «halvåpent forsøk mot etablerte empiriske sammenhenger» i november.

3.3 Datainnsamling

Dataene som denne masteren bygger på, er innhentet under aksjonsperioden; se skjemaet under. Det er i hovedsak elevintervjuer, lydfiler av gruppe-samtaler og «Møtes i midten»-arkene (MIM) fra begge periodene.

Tabell 2. Skjematisk fremstilling av data-materialet mitt.

Data-materiale fra januar-mars	Data-materiale fra november
3 lydfiler av undervisningstimene om luft	3 lydfiler av gruppesamtaler ved MIM
Elevbesvarelsene MIM om luft	Elevbesvarelsene MIM om gass
Intervju med 12 av elevene i 6. kl. om luft	Intervju med 5 av elevene i 6. kl. om gass

I mitt prosjekt er jeg spesielt interessert i elevenes personlige forklaringer som forteller oss noe om elevenes forståelse av luft, gass og partikler (læringstråd 1). Elevene utviklet under prosjektet sin forståelse av at luft er noe, og opptar plass, selv om luft er usynlig og ikke har farge. I del to av prosjektet, som ble gjennomført i november, utviklet elevene sin forståelse av hva gass er for noe, og at også små partikler er noe, opptar plass og kan fylle en ballong. Prosjektene var lagt opp som en enkel introduksjon til partikkelmodellen for elever som ikke hadde vært borti den på forhånd. Ønsket mitt var å finne ut hva de forsto av det naturfaglige temaet *luft*. Jeg var interessert i hvordan enkeltelever utviklet sin faglige forståelse av partikkelmodellen (læringstråd 1) gjennom dialog i samspill med andre, og i dette tilfellet var det elevenes forståelse jeg **undersøkte**, altså hvordan de forsto begrepet luft.

I tabell 3 er en oversikt over hvordan de fire læringstråder er ivaretatt i undervisning og data-innsamling.

Tabell 3. Skjematisk figur over hvordan teorien, undervisning, forskningsspørsmål og datainnsamling er flettet sammen.

Læringstråd	Beskrivelse og teoretisk perspektiv	Undervisning	Datainnsamling
1	Forstå, bruke og tolke naturvitenskapelige forklaringer. Læring som en individuell aktivitet: Conceptual understanding (Piaget)	Elevene lærte om at luft/stoffer er noe og opptar plass.	Forskningsspørsmål 1 – elevenes faglige forståelse: MIM-arkene fra prosjektet om luft Intervjuer av enkelt-elever (lydopptak)
2	Delta i naturvitenskapelige arbeidsmåter. Utforskende arbeid og støttestrukturer (Knain og Kolstø)	Elevene gjorde flere eksperimenter om luft og gass og tolket data fra disse.	
3	Reflektere over naturvitenskapelig kunnskap og naturvitenskapelige arbeidsmåter. Nature of science (NOS) (Lederman)	Elevene fikk innblikk i hva som kjennetegnet forskning.	
4	Samhandle og kommunisere i naturvitenskap. Samhandling og læring som en sosial aktivitet (Vygotsky) Språk- å snakke naturfag (Lemke) De tre dialog-kategoriene (Mercer)	Elevene deltok i gruppesamtaler før, etter og under eksperimentene.	Forskningsspørsmål 2 -å ta over faguttrykk fra andre og 3 -dialog-kategorier: MIM-arkene Gruppesamtalene (lydopptak)

I mitt opplegg er det to utforskende prosjekt, ett om luft og ett om gass (læringstråd 2). I begge to la jeg opp til at elevene skulle få lage hypoteser om hva de trodde kom til å skje før det skjedde, i del to om gass-dannelse fikk de også planlegge sine egne undersøkelser, og i begge delene fikk de tolke data. I begge prosjektene lekte vi forskere, og hadde et meta-perspektiv på hva forskere gjør, hvorfor gjør de det slik, la vekt på at de er kreative og oppfinnsomme, og at de deler kunnskapen de finner ut (NOS-perspektiv og læringstråd 3).

I tillegg fikk elevene både samtale med hverandre, men også med læreren i de felles klasse-samtalene på slutten av hver økt (læringstråd 4). I de to prosjektene ble det lagt opp til elev-dialoger via støttestrukturen «Møtes i midten». Det er disse samtalene som konkret danner datamateriale for forskningsspørsmål 2 og 3. For å undersøke *utviklingen* fra de individuelle forklaringene til de forklaringene elevene blir **enige om i felleskap** (nr. 2) tok jeg utgangspunkt i MIM-arkene fra februar-prosjektet om luft, og undersøkte om elevene tok over faglige uttrykkene fra andre. For å undersøke hva som kjennetegner **dialogen** i gruppesamtalene (nr. 3) tok jeg utgangspunkt i lydopptakene av gruppesamtalene fra november-prosjektet om gass. Jeg transkriberte og analyserte to av dialogene for å finne ut om det var en argumenterende, kumulativ eller utforskende samtale.

3.4 Analyse

Jeg skal i det følgende se på hvordan jeg har analysert dataene mine for å finne svar på disse tre forskningsspørsmålene:

1. Hvordan utvikler enkeltelever sin **faglige forståelse** gjennom dialog og utforskende arbeidsmåter i samspill med andre?
2. Hva kjennetegner *utviklingen* fra de individuelle forklaringene til de forklaringene elevene blir **enige om i felleskap**?
3. Hva kjennetegner **dialogen** i elevenes gruppesamtaler?

I en kvalitativ forskningsmetode innhenter forskeren opplysninger om virkeligheten via språk og ord (Postholm & Jacobsen, 2018). Jeg valgte å gjennomføre semistrukturerte intervjuer med elevene. Denne typen intervjuer gir forskeren fleksibilitet under intervjuet til å endre formuleringer og rekkefølge av spørsmålene (Kvale & Brinkmann, 2015). Selv om jeg hadde en forhåndslaget intervjuguide som ramme, var jeg fri til å bygge videre på det elevene fortalte. Jeg har her bare transkribert den delen av intervjuene som er relevant for denne masteren. Intervjuene artet seg som en faglig samtale om det utforskende prosjektet, og de fant sted i etterkant, dvs. to uker etter prosjektet var ferdig. Derfor kan vi si at intervjuene forteller oss om elevens forståelse etter at det utforskende arbeidet var ferdig.

Jeg har valgt å bruke en kvalitativ tematisk innholdsanalyse for å analysere dataene mine. Jeg har kombinert induktiv, deduktiv og abduktiv metode i de ulike delene, det kommer jeg tilbake til etter hvert. Jeg har hatt en *induktiv* tilnærming til forskningsspørsmål 1, siden jeg har tatt utgangspunkt i mitt eget data-materiale for å danne nye forklaringer og resultater fra de

spesifikke dataene fra den kvalitative studien (Patton, 2015). På den måten får kategoriene en sterk sammenheng med selve data-settet (Braun & Clarke, 2006). Jeg har sett på hva elevene skrev på Møtes i midten (MIM)- arkene og det de sa i intervjuene, og kodet ut fra det. Dette er en kode-prosess der man unngår forskerens forutinntatthet (Braun & Clarke, 2006). Det ble til tre ulike kategorier som er nærmere beskrevet nedenfor i tabell 4. Målet med denne analysen er å kartlegge elevenes forståelse ved å studere elevenes forklaringer.

Flere av elevene kom med denne typen utsagn:

- Luft er noe og opptar plass
- Luft blander seg ikke med vann
- Bobler er luft
- Luft dytter på vannet
- Luft øver trykk på trebiten
- Luft kan fortrenge vann

Slike korrekte utsagn finnes i det som jeg betegner som nivå 2 og 3. Mens sitatet under er hentet fra nivå 1:

- “Because they was some glue in the glass and the paper didn` t get wet and some bubbles removed”.

Tabell 4. De tre nivå-kategoriene ytringene er delt inn i

Nivå 3: Korrekt forklaring	Nivå 2: Delvis korrekt forklaring	Nivå 1: Misoppfatning eller upresis forklaring
En ytring som kommer under kategorien nivå 3, er naturfaglig korrekt. Den bærer gjerne preg av et fagspesifikt språk, og er ganske presis. I tillegg kan den være utfyllende og forklarende. Den bærer preg av semantisk densitet.	En ytring som kommer under kategorien nivå 2, er delvis naturfaglig korrekt. Den er ikke så presis, har større grad av hverdags-språk, og er heller ikke så utfyllende og forklarende. Den bærer preg av et mellom-språk.	En ytring som kommer under kategorien nivå 1, er en tynn og upresis forklaring og/eller en misoppfatning. Ytringene i denne kategorien kommer i form av hverdags-språk, og gjengir i større grad hva som fysisk skjedde, istedenfor å forklare hvorfor. Den bærer preg av semantisk gravitasjon.

Jeg har ellers valgt å se helt bort fra dårlig engelsk skriftspråk og setningsbygning, og kun sette søkelys på det meningsbærende i ytringene til elevene. For at det skal bli mest mulig autentisk har jeg også valgt å beholde utsagnene på engelsk fremfor å oversette dem til norsk. Dårlig og mangelfull engelsk er lett for en forsker å forstå, men er komplisert å oversette korrekt. Derfor mener jeg at det meningsbærende kommer best frem på original-språket engelsk. Dersom ytringene skulle vært oversatt til norsk, måtte man ha benyttet en ord-for-ord oversettelse, og da kunne verdifull informasjon gått tapt. I tillegg er noen av ytringene (da alltid spesifisert i parentes), oversatt fra swahili til engelsk av to personer, naturfaglæreren i prosjektet, og av en ekstern lærer utenfor denne skolen i Tanzania.

I analysen av forskningsspørsmål 2 har jeg sett på elevenes individuelle forklaringer og sammenlignet dem med gruppe-forklaringene i lys av teorien om å ta over faglige uttrykk fra andre. Denne pendlingen mellom data-settet, mine perspektiver som forsker og teorien blir kalt for en *abduktiv* tilnærming (Postholm & Jacobsen, 2018). Dermed har jeg fått kartlagt nøyere hvilke elevers faguttrykk som er toneangivende på de ulike gruppene, og hvem som tar over utsagn fra andre. Jeg ønsket å se nærmere på om misoppfatninger og delvis korrekte utsagn like gjerne kunne overføres i gruppesamtalene som de korrekte utsagnene. I tillegg ønsket jeg å se om elevene kunne komme til en korrekt naturfaglig språkbruk i fellesskap, også når de i utgangspunktet ikke hadde noen på gruppa som bidro med et korrekt utsagn.

I analysen av forskningsspørsmål 3 har jeg valgt en mer teoretisk tilnærming. Her tok jeg utgangspunkt i teorien om de tre dialog-kategoriene til Mercer (1995) og analyserte de to gruppesamtalene i lys av det for å finne ut om de var argumenterende, kumulative eller utforskende.

Dette blir kalt for en mer *deduktiv* tilnærming som gjerne er drevet av forskerens forutinntattethet og interesse (Braun & Clarke, 2006). Noen av elevene var redd for at de andre på gruppa skulle komme med «feil»-forklaringer, og la derfor ordene i munnen på den usikre eleven. Denne gruppesamtalen bar mye preg av enighet, og hadde ikke rom for kritiske spørsmål. Her ønsket jeg konkret å se om det var noen sammenheng mellom måten elevene samtalte på, og utviklingen av den faglige forståelsen til elevene på gruppa.

3.5 Etiske vurderinger

Dalen (2011) trekker fram fem viktige punkter angående etiske vurderinger i kvalitativ forskning. De to første punktene er **krav til samtykke** og **krav til informering**. Da jeg planla dette forskningsprosjektet startet jeg med å utarbeide et informasjonsskriv med utgangspunkt i en mal fra det som da het NSD. Et slikt informasjonsskriv skal gi deltakerne tydelig informasjon om hva deres deltakelse innebærer. Skrivet skal også inneholde informasjon om studiens målsetning, metoder og hvordan resultatene skal kunngjøres. Skrivet må utformes på en forståelig måte, og derfor ble det i dette tilfellet delt ut på swahili, og det må inneholde en svarslipp hvor informantene skal bekrefte om de ønsker å delta eller ikke (Dalen, 2011). Dette skrivet, sammen med meldepliktskjema ble godkjent av NSD før jeg dro til Tanzania. Jeg søkte også myndighetene i Tanzania om godkjenning av prosjektet før jeg satte i gang med datainnsamlingen. Både lærere, elever og foreldre ble informert om prosjektets innhold og varighet, og at de kunne velge om de ville være med på opplegget. De ble også informert om at de når som helst under prosjektet kunne trekke seg, selv om de først hadde valgt å være med og signert papirene på det. Dalen (2011) legger vekt på at et fritt samtykke vil si at det er gitt helt fritt, uten at personlig handlefrihet på noen måte er begrenset. Det gjelder også etter at de har signert. Siden dette gjaldt barn under 18 år, trengte jeg også tillatelse fra foreldrene.

De tre neste punktene til Dalen (2011) er **krav om konfidensialitet, krav om å beskytte barn og hensyn til svakstilte grupper**. Dette innebærer at opplysningene man får om informantene må behandles konfidensielt, og skal ikke formidles på en måte som kan skade informanten. Derfor har jeg lagt vekt på å anonymisere elevene ved å kalle dem elev 1, 2, 3 osv., og skolen er derfor heller ikke navngitt i denne oppgaven. I tillegg er det også viktig at forskeren oppbevarer intervjuopptak og transkripsjoner trygt, og sletter dette etter endt prosjekt (Kvale & Brinkmann, 2015). Jeg brukte Diktafon-appen til mine lydopptak, som anbefalt av NSD, og dermed ble de sendt direkte fra Afrika til serveren i Norge uten å bli liggende på min telefon. I arbeidet med dem etterpå ble transkripsjonene liggende på en privat PC sikret med passord.

3.6 Troverdighet og gyldighet

Patton (2015) beskriver fire temaer som en kvalitativ forsker må legge vekt på for å sikre studiens validitet og reliabilitet; troverdighet, overførbarhet, pålitelighet og bekreftbarhet.

Troverdighet, som hos Postholm og Jakobsen (2018) blir kalt for indre gyldighet, handler om at forskeren må sikre samsvar mellom sin gjengivelse av informasjonen og informantenes faktiske meninger om saken. I mitt prosjekt har jeg derfor valgt å gjengi elevene på engelsk, slik at ingen meningsbærende elementer skulle forsvinne i oversettelsen. De aller fleste av elevene valgte å svare og samtale på engelsk. Noen få elever valgte å svare på swahili, disse ytringene har jeg oversatt til engelsk, slik at materialet skulle være på ett språk. For å sikre at min oversettelse var helt korrekt fikk jeg to andre, uavhengige personer til å oversette ytringene til engelsk. Den ene var naturfaglæreren som var delaktig i prosjektet, og som kjenner elevene godt, og som var til stede i prosjektet. Den andre var en annen lærer i samme by som ikke er ansatt ved denne skolen og som ikke kjenner elevene personlig. Dersom disse tre versjonen ikke samsvarte fullstendig diskuterte vi i fellesskap for å komme frem til en mest mulig nøyaktig gjengivelse av elevens ytring. Patton (2015) beskriver flere prosedyrer for å sikre troverdighet i en studie, en av dem blir kalt for «member checking», som går ut på å ta med deler av studien tilbake til informanten for å spørre om de er enige i det som blir beskrevet. Dette ble benyttet i noen av tilfellene der vi tre satt med ulike bilder i hodet, på grunnlag av språkvansker, av hva eleven faktisk hadde ment. Dette er med på å gi studien en begrepsmessig gyldighet. Vi kan si at vi i datainnsamlingen «har målt det vi sier eller tror at vi måler» (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 223).

Overførbarhet, som hos Postholm og Jakobsen (2018) også blir kalt for ytre gyldighet, handler om i hvilken grad man kan generalisere funn som er gjort i en studie. I undervisningssammenheng handler det gjerne om tiltak og praksis som er gjort på en skole kan overføres til en annen skole. Stake og Trumbull (1982) beskriver noe de kaller for «naturalistisk generalisering». I kvalitativ forskning der man beskriver nøye både kontekst, fenomener og aktører handler overføring om hvorvidt en beskrivelse er gjenkjennbar, om det som blir beskrevet ligner på leserens situasjon (Postholm og Jakobsen, 2018). Mitt ønske med denne masteren er at den kan være et tankeredskap (Gudmundsdottir, 2001) og et verktøy for naturfaglæreres egen praksis. Personlig opplevde jeg at Jakobsson og Kouns (2022) forskningstekst ble et slikt tankeredskap for meg, og derfor valgte jeg å bygge videre på deres forskning og bruke den i en helt ny kontekst i Afrika. For å legge til rette for at leseren skal oppleve innholdet gjenkjennbart har jeg beskrevet nøye forskningsprosessen her i metodekapittelet.

Pålitelighet, handler om at studien skal bygge på metoder som kan gjøres på nytt av andre. Derfor er det viktig at studien er åpen, transparent og nøyaktig beskrevet. Creswell (2014)

presenterer kollegaveiledning som en fin prosedyre for å sikre studiers pålitelighet. Det å ha en person som stiller kritiske spørsmål og som gjennomgår metodene, detaljene og vurderer dem, er med på å styrke studiens validitet (Creswell, 2014). Jeg har igjennom disse fire årene hatt to veiledere ved Høgskolen innlandet, som jeg har diskutert med, og som har gitt meg konstruktive tilbakemeldinger. I tillegg til at jeg har hatt mange samtaler med de to direktørene og rektor ved den aktuelle skolen, samt de 11 lærerne der. De har også kommet med kritiske spørsmål og på den måten hatt innvirkning på denne prosessen. Jeg har tolket dataene etter beste evne, men menneskelig kunnskap og visdom er ikke noen garanti for at man alltid tolker ting riktig. Jeg kan ellers trekke frem mulige ulemper ved bekvemmelighetsutvalg. Jeg valgte en liten skole med små klasser, fordi det var enklest for meg. Men dette er jo ikke situasjonen slik den vanligvis er i Afrika. Ellers er det en rekke andre potensielle bias som for eksempel at elevene liker meg fordi jeg kom og skapte masse positive endringer på skolen deres gjennom aksjonsprosjektet. Dermed kan informantene være ekstra interessert i å bidra og lære enn de ellers muligens ville vært.

Ifølge Shenton (2004) handler *bekreftbarhet* om å sikre at funnene i en studie ikke er forskerens egne preferanser, men informantenes ekte erfaringer. Vi kan si at bekreftbarhet innebærer at forskeren gjør rede for sine vurderinger og tolkninger av funnene i forskningen. Forskeren må derfor begrunne sine metodiske valg og valg av teoretisk rammeverk. Det har jeg forsøkt å gjøre gjennom hele oppgaven.

4 Resultat

I det følgende skal jeg presentere funnene i studien. Resultatkapittelet er bygget opp på denne måten: Først presenterer jeg elevenes utvikling av den faglige forståelsen under prosjektet om luft (4.1). Deretter presenterer jeg utviklingen fra individuelle til felles forklaringer i gruppene i prosjektet om luft (4.2), og til slutt presenterer jeg dialogen i gruppesamtalene i prosjektet om gass (4.3). Jeg har valgt å la informantenes utsagn stå i kursiv i hele resultatkapittelet, og de er ikke oversatt til norsk for ikke å miste meningsbærende innhold.

4.1 Elevenes utvikling av den faglige forståelsen

Det var ulikt hvordan de forskjellige elevene utviklet sin faglige forståelse for temaet luft. Derfor skal jeg i det følgende gå nærmere inn på seks utvalgte elever og deres personlige utvikling gjennom uttalelsene de hadde først på MIM-arket, som viser deres personlige tanker midt i prosjektet (før gruppe-samtalen og felles samtale i klassen), og til slutt i intervjuet jeg hadde med dem en og en, to uker etter at prosjektet var ferdig.

I det følgende kommer en visuell profil av enkeltelevens forståelse fra prosjektet om luft i februar 2023. En grønn søyle betegner en korrekt forklaring, en gul søyle betegner en delvis korrekt forklaring, og en rød søyle betegner en misoppfatning eller upresis forklaring i henhold til definisjonen beskrevet i metode-kapittelet. Den ene søylen representerer forklaringen fra MIM-arket, og den andre søylen representerer forklaringen i intervjuet. De tre ulike delene av prosjektet om luft er presentert i en og samme profil. Del 1: Hvorfor papiret ikke blir vått. Del 2: Hvorfor trepinnen havner under vannoverflaten. Del 3: Hva skjer, og hvorfor, når vi bikker på et glass med luft under et glass med vann, i en beholder med vann?

ELEV 1



Figur 8. Visuell profil av elev 1 sin forståelse av prosjektet om luft.

Elev 1:

Elev 1 viser generelt ikke så stor forståelse for temaet luft på starten av prosjektet, men dette endrer seg underveis både mot slutten av uka og etter at prosjektet var ferdig.

Del 1: Hvorfor papiret ikke blir vått:

Først skrev eleven på MIM-arket: *“Beacuse they was some glue in the glass and the paper didn’t get wet and some bobbles removed”*. Elev 1 pekte på limet fra teipbitten (som ble brukt til å holde papiret øverst i glasset) som en medvirkende årsak til at papiret ikke ble vått. Dette kan karakteriseres som en misoppfatning, i henhold til kategoribeskrivelsen av nivå 1, selv om hun har med forklaringen med luftbobler. Elev 1 uttrykte seg på denne måten i intervjuet etter prosjektet var avsluttet:

I think that the air inside the water and air inside the glass, because the air and water occupy space. Now, when when put it inside the glass of air. Air pushed the water, and the paper did not get wet.

Selv om språket ikke var presist og fagspesifikt helt korrekt kan vi se at hun har blitt kvitt misoppfatningen, og har med «*air and water occypy space*» og «*air pushed the water*» som indikerer en økt faglig forståelse, som kommer inn under kategorien delvis forståelse, nivå 2.

Del 2: Hvorfor trepinnen havner under vannoverflaten:

Videre ser vi at elev 1 utviklet sin forståelse gjennom aktiviteten og i intervjuet etterpå. På MIM-arket skrev hun først: “*Because in the water they was air and the wood was inside the shape of the glass and did not flow again*”. Her kan vi få inntrykk av at hun mener at det er luft i vannet, og vi ser at hun mer beskriver hva som faktisk skjedde istedenfor å forklare hvorfor. Dette utsagnet havnet under tvil i kategorien misoppfatning på grunn av mangelfullt, ikke-spesifikt språk. Men siden i intervjuet, har eleven kommet til en delvis forståelse: “*The glass was, um, when the wood was flowing you put it the glass of air. When you put the glass of air inside the water, the wood did not flow again because there was air.*”

Del 3: Hva skjer, og hvorfor, når vi bikker på et glass med luft under et glass med vann, i en beholder med vann:

I denne siste delen av prosjektet ser vi at eleven har kommet frem til en dypere forståelse allerede før gruppesamtalen og klassesamtalen i fellesskap. Først skrev hun på MIM-arket:

Because one glass was having air and another one was having water so when they combine altogether air found the space to move to the glass which was having water and started to force water to come out of the glass and the bubbles came.

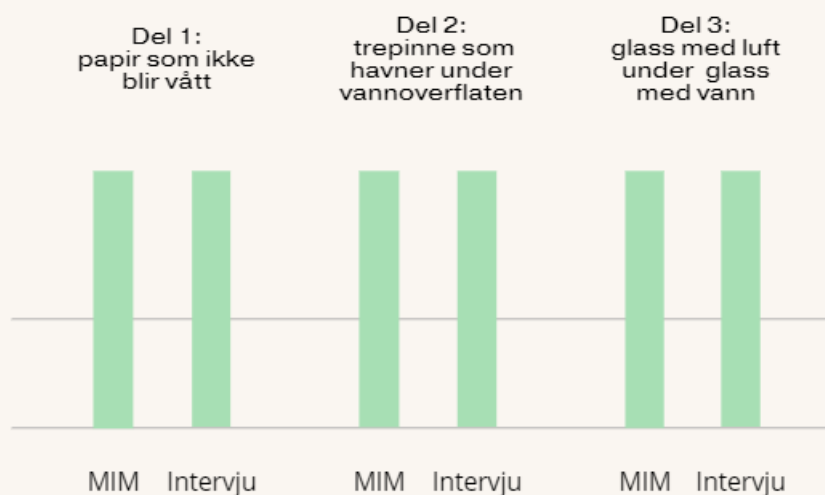
De tre utsagnene: “*air found the space to move*”, “*started to force water*” og “*the bubbles came*” gjør at elevens ytring havner inn under høy forståelse, nivå 3, og får en grønn søyle. Elev 1 uttrykte seg på denne måten i intervjuet etter prosjektet var avsluttet:

First, we put down, a, we put them, all of them in the water. Again, we bent the glass of water to the glass of air, and air force the water to remove to the glass of air, and that glass of air you come with water and other glass with air.

Her ser vi også en ytring med et noe mer fagspesifikt innhold: «*air force the water to remove*» som også tilsier en høy forståelse. Dette indikerer at elev 1 utviklet sin faglige forståelse innen de forskjellige delene av temaet i en positiv retning.

ELEV 2

- Nivå 1: Misoppfatning eller upresis forklaring
- Nivå 2: Delvis korrekt forklaring
- Nivå 3: Korrekt forklaring



Figur 9. Visuell profil av elev 2 sin forståelse av prosjektet om luft.

Elev 2:

Denne eleven hadde en høy grad av forståelse gjennom hele prosjektet med luft. Da jeg spurte klassen, før vi gjorde det første eksperimentet, om de trodde papiret kom til å bli vått, var elev 2 den eneste som mente at papiret ikke kom til å bli vått. Han rakte opp hånda alene, mens alle de andre rakte opp hånda på at papiret kom til å bli vått. Under er en tabell med elev 2 sine ytringer:

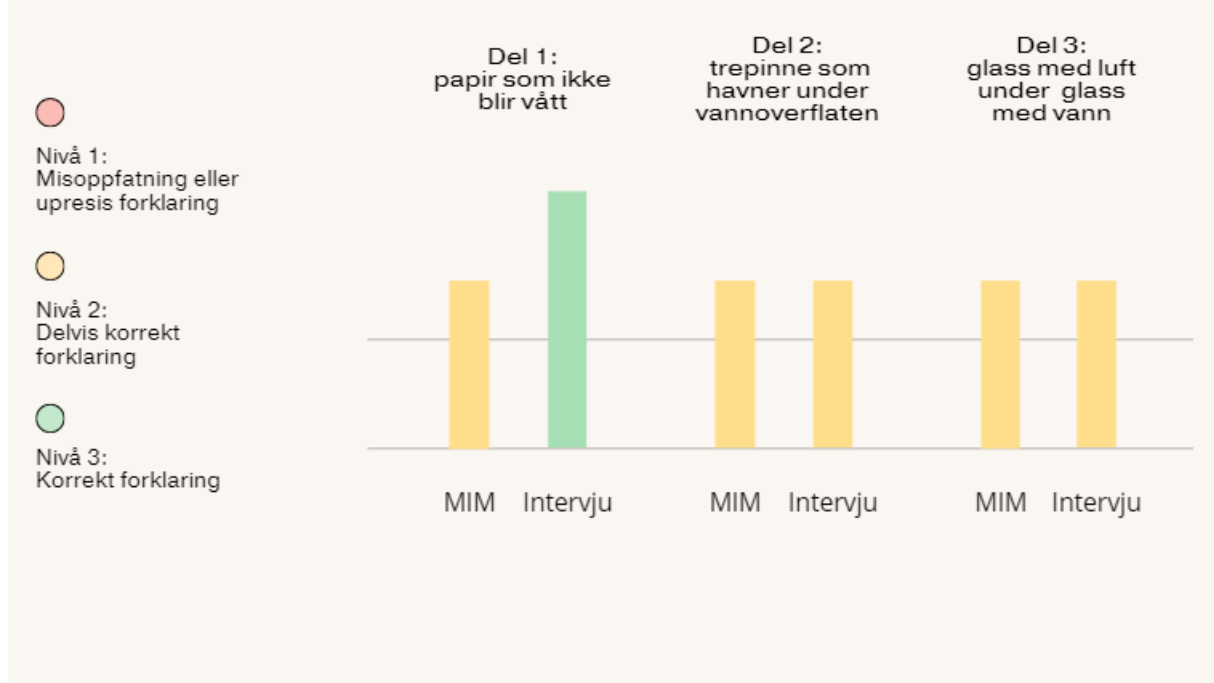
Tabell 5. Elev 2 sine ytringer.

	MIM-ARKET	INTERVJUET
Del 1	<i>Because both air and water occupie space so when air is in the glass and the glass is bending down the air occupie the glass and water can not interfere with air and water can` t reach the pa-per.</i>	<i>The water can't interfere with air. The air will protect the water to be dry.</i>

Del 2	<p><i>Because the wood is lighter than water and when the wood is pushed by the glass will float on the bottom of the glass because the glass has air and at the bottom of the glass there is water so the wood will be at the bottom and will float.</i></p>	<p><i>Because the air was having pressure, the pressure of the air force the wood cup to come down and the wood can't can't sink and can't float on air. Now it remained at the bottom of the glass.</i></p>
Del 3	<p><i>Because when all two glasses are inside the glass and when the glass with air bend it produce air in form of bubbles and the bubbles when they got into the glass with water the will force the water to move out of the glass and when air is over in the glass with air water will come inside and the glass with water will remain with small amount of water.</i></p>	<p><i>We would see the air in the form of bubbles... We wit the glasses. And when the glasses meet, the one with air will produce air as bubbles. And when air it goes. And when air goes into the other glass full of water, it will force the water to come out.</i></p>

Dette indikerer at elev 2 hadde en høy faglig forståelse under hele prosjektet, med ytringer som var naturfaglige korrekte og med en stor grad av fagspesifikt naturfagspråk.

ELEV 3



Figur 10. Visuell profil av elev 3 sin forståelse av prosjektet om luft.

Elev 3:

Denne eleven hadde ingen åpenbare misoppfatninger, men valgte å uttrykke seg veldig kort og lite utfyllende. Derfor havnet de fleste av ytringene i nivå 2, med gul søyle; se tabellen under.

Tabell 6. Elev 3 sine ytringer på MIM-arket med undertegnedes eksplisitte tolkning i parentes.

	MIM-arket
Del 1	<i>Because both air and water occupie space.</i>
Del 2	<i>Because the wood float on water and it will (f)loat on the bottom of the g(l)ass.</i> (Meningsbærende bokstaver som mangler satt i parentes av undertegnede for å få fram underforstått mening.)
Del 3	<i>Because are has pressure and it will force water to get out to the glass wchi water.</i> (Her kan vi argumentere for at “are” må leses i betydningen “air” da disse ordene i afrikansk-engelsk har lik uttale).

Senere under intervjuet kan vi se at denne eleven prøver å forklare mer utfyllende og med flere ord: *“The paper didn't get wet because in the glass there is air. And if you push it in the water, because the glass has air will not get wet”* (del 1). Dette er en presis og korrekt uttalelse, som derfor havnet i kategorien høy forståelse.

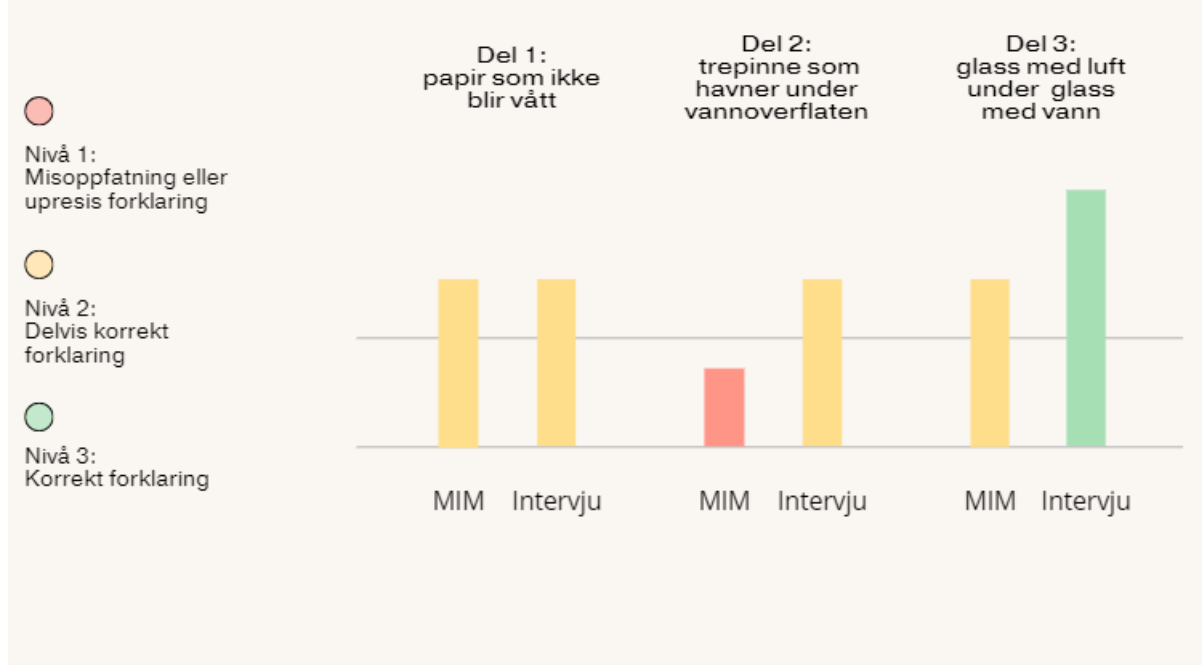
Men i del 2 sier eleven først: *“Because the glass has air and the wood is floating on the, on the water. If you push the glass, which has water, the wood will not sink, will be to the bottom of the glass.”* I dette tilfelle sa elev 3: *“the glass, which has water”*, og dette er faglig feil. Glasset var ikke fylt med vann, men luft. Imidlertid uttalte eleven like etterpå: *“Because the air pushed the wood”* og dette viser at eleven tross alt har skjønnet hovedpoenget i del 2. Det kan hende at eleven kun sa vann (”water”), men egentlig mente luft (”air”), slik det tyder på i lys av det eleven sa senere. I så fall kan uttalelsen kategoriseres som høy forståelse, men siden dette er usikkert valgte jeg å la utsagnet høre til kategorien delvis forståelse.

I del 3 kommer eleven med en lang forklaring med mange ord, som er en knotete, men korrekt gjengivelse av hva vi gjorde og hva som skjedde. Språket bærer her preg av hverdagspråk og litt generelle engelsk-vansker, men viser en delvis forståelse:

That one has water and that one has air. That which has water, you put it in the water, in the water. And that which has air, we put in the water again. We bend it. The air was one this piece, the part that which glass has water was, that air was was enter into that glass which has water, and that other glass which was having air. The water was moving and the air was moving and water in that was that another glass.

Dette indikerer at elev 3 utvikler sin forståelse i en viss grad, i en av de tre delene.

ELEV 4



Figur 11. Visuell profil av elev 4 sin forståelse av prosjektet om luft.

Elev 4:

Denne eleven følte seg ikke kompetent til å snakke og skrive om disse tingene på engelsk, så elev 4 valgte å bruke det felles afrikanske språket swahili i gruppesamtalen og på MIM-arket. I intervjuet ble begge språk benyttet. Hans ytringer på arket er oversatt til engelsk av naturfagslæreren. I noen av oversettelsene der jeg med min begrensede swahili-forståelse var usikker på korrektheten i detaljene i oversettelsen konfererte jeg med en nøytral tredjepart som også er utdannet lærer, men som ikke jobber ved denne skolen. Denne personen var også tilstede som tolk under intervjuene. Jeg tar med disse oversatte ytringene for å vise språkkompleksiteten i denne undersøkelsen.

I del 1 fra MIM-arket svarer eleven:

Because the glass had paper inside and air after putting it in water the air filled the glass and pushed water not to reach the paper thus it didn't get wet (oversatt fra swahili).

Dersom man utelukkende skal se på de engelske ordene kan man få inntrykk av at luften kommer inn i glasset etter at glasset er senket ned i vannet. Men det er ikke det inntrykket du

får når du leser det på swahili. Ordene på swahili: «... *ile hewa ilija ili kupushi maji*» er direkte oversatt: ‘den luften kom den dyttet vannet’. Dette indikerer en delvis forståelse på tross av manglende språklige verktøy. Når eleven siden i intervjuet blir spurt om del 1, velger han å svare på engelsk:

Because the water was having air, and the air was pushing water so that the paper cannot get wet.

I dette tilfellet kunne det hende at eleven hadde en misoppfatning om at vannet var fylt av luft. Derfor stilte jeg et oppfølgingsspørsmål for å undersøke om eleven trodde at luft dyttet ut vannet («So air was pushing out the water?»). Dette svarte eleven ja på. Videre spurte jeg om vann ikke kom inn i glasset på grunn av lufta som var der («So, the water could not enter into the glass because of air?»). Riktignok var spørsmålet ledende, men enda en gang svarte eleven ja. Med dette som grunnlag plasserte jeg uttalelsen i kategorien delvis forståelse. Men siden kvaliteten i uttalelsene ble litt dårlige, og mer ja/nei-preget, mistenkte jeg at det var bedre for eleven å svare på swahili. Tilstede ved intervjuet var den eksterne læreren som oversatte det jeg sa på engelsk til swahili, og som senere oversatte ytringene i intervjuet fra swahili til engelsk. Så for neste spørsmål, som omhandlet del 2, sa jeg at eleven kunne godt svare på swahili, om det var lettere.

When you put the glass to the to the piece of wood. So, some amount of water entered into the glass. So, the piece of wood was floating within the glass, and it didn't come off. It was a little bit down (oversatt fra swahili).

Deretter spurte jeg et oppfølgingsspørsmål om hva som dyttet trebiten ned («So, what pushed the piece of wood down?») Elev 4 svarte: “*Because of the air that was inside the water*” (oversatt fra swahili). Dette indikerer, en delvis forståelse, i motsetning til sitatet under som er forståelsen hentet fra MIM-arket i del 2: “*Because piece of wood is very small thus it failed to come to the middle of the glass because when it was put the piece of wood was floating*” (oversatt fra swahili). Denne ytringen ser ut til å inneholde en misoppfatning om at trepinnens størrelse har innvirkning på hvor den havner.

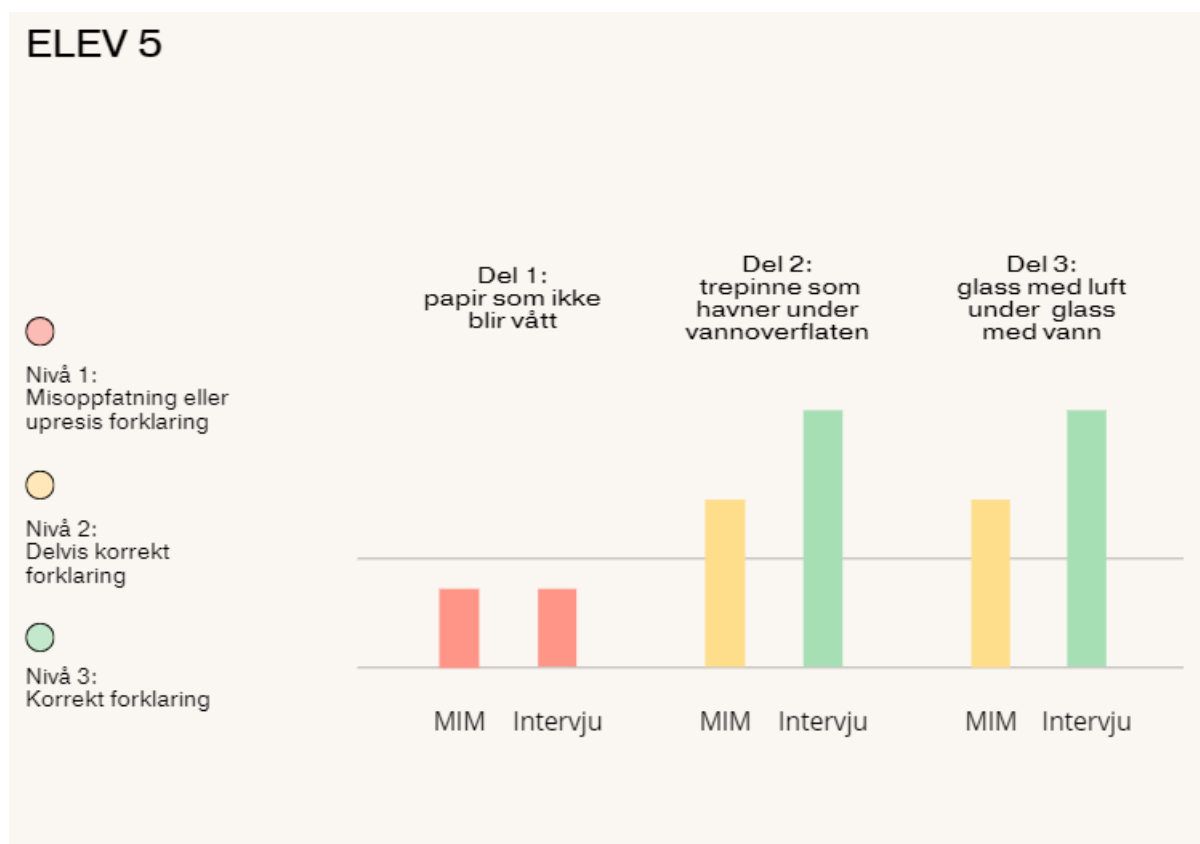
I den siste delen, del 3, starter elev 4 med en meget tynn, men for så vidt korrekt, ytring på MIM-arket, som derfor havner i kategorien delvis forståelse: “*Because one glass was filled with water and the other without water, that is why when they were put into water altogether they gave like bubbles.*” Deretter utvikler eleven sin forståelse slik at han i intervjuet sier:

The glass which was water you put it up, and the glass it was not having water you put it down so that the bubble can come up. So, they just bend the glass just in the glass with the air just put the glass with the water. So that's why the bubbles are coming from the glass with air and to the glass with water (delvis oversatt fra swahili, begge språk ble brukt).

For å kartlegge forståelsen bedre stilte jeg et nytt oppfølgingsspørsmål om hvorfor han trodde vannet gikk ut av glasset fylt med vann («Why do you think the water went out?»). *“Because of pressure of air that was pushed the water to get out of the glass.”* Eleven viser her, på tross av problemer med det engelske språket, en høy grad av forståelse. Dersom undersøkelsen skulle vært gjennomført utelukkende på engelsk hadde utsagnet feilaktig havnet i delvis forståelse.

Dette indikerer at elev 4 utvikler sin forståelse i to av de tre delene.

Elev 5:



Figur 12. Visuell profil av elev 5 sin forståelse av prosjektet om luft.

“I knew that the paper could get wet, but when I saw that it didn’t get wet, I didn’t believe it,” sier elev 5 på starten av intervjuet. I elevens personlige forklaring på MIM-arket del 1 skrev hun ikke hvorfor papiret ikke ble vått, men mer en journal om hva som skjedde. *“The glass putted in water and the bubbles started to appear and the glass inside their was a piece of paper that`s why the paper is not wet, thank you”*. Det kan se ut som elev 5 ikke var vant til å skulle sette ord på egne tanker og formulere forklaringer. Det var lettere å beskrive hva vi gjorde, hva som skjedde, enn å forklare hvorfor papiret ikke ble vått. Vi kan dermed kanskje anta at hun ikke visste hvorfor papiret ikke ble vått. Det ble ikke noe bedre etter at prosjektet var ferdig, for da sa hun i intervjuet: *“It is because the paper didn’t get out of the glass when you put the glass in water. It stayed at the top of the glass.”* Begge disse ytringene havner i kategorien misoppfatning, nivå 1.

I del 2 skriver hun på MIM-arket:

Because the wood was in the bottom of the glass and the wood was easy to come in the middle and the wood is still float but is still their is a wooden material and this is all about air!!!

Denne ytringen havner i kategorien delvis forståelse, siden den er delvis korrekt og hun viser at hun har forstått hva det handler om. Senere i intervjuet sier hun: *“Because when the glass was going down, ...that pieces of wood, ...It wasn’t able to float again because of air”* (oversatt fra swahili). Sett bort fra engelsk-språklige vansker var uttalelsen på swahili korrekt og presis nok til å havne i nivå 3.

I del 3 skriver elev 5 delvis korrekt på MIM-arket:

Because two glasses were in the water the first was having air and the second it was having water and the glasses were in the water and the first glass was removing bubbles and the second when it removed was removing little water and that was my conclusion

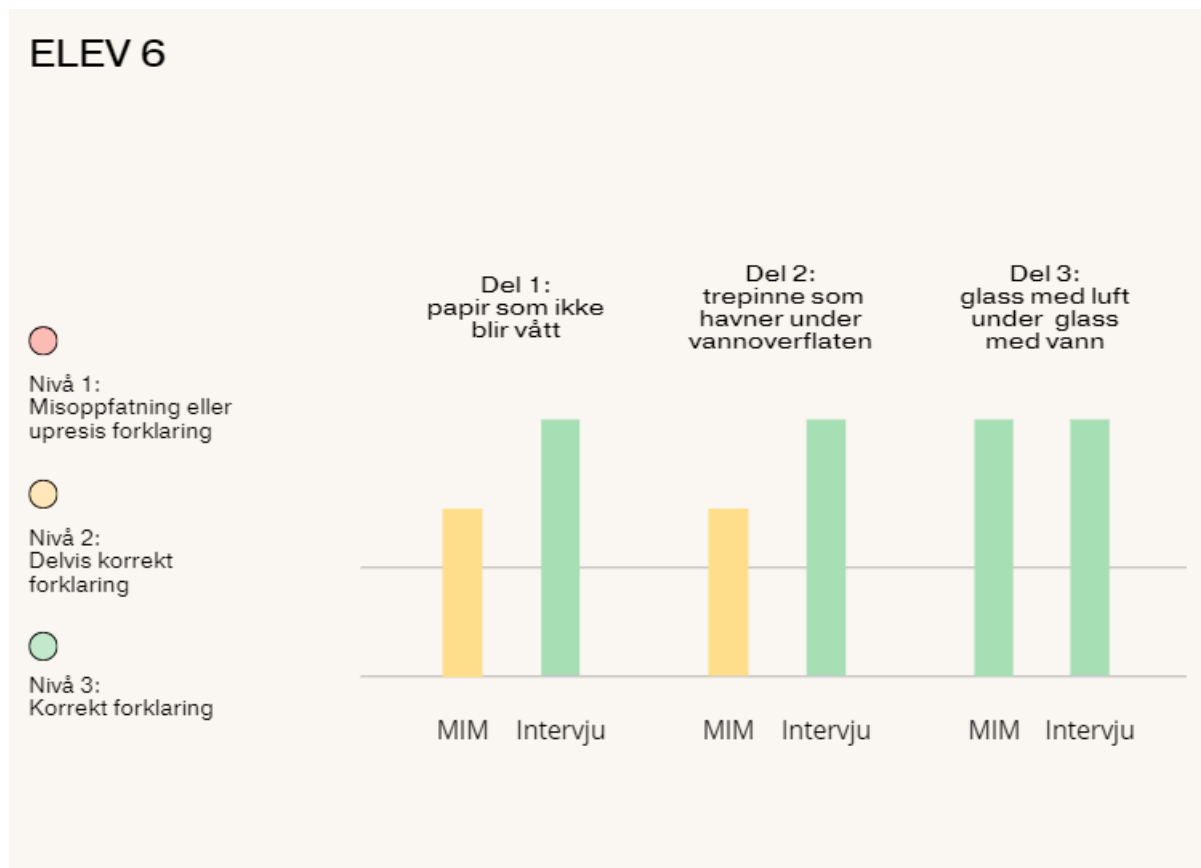
Senere uttrykte elev 5 seg i intervjuet etter prosjektet var avsluttet, mer spesifikt og korrekt:

The first glass was having water, and the second glass was having air. The first glass was in doing bubbles. Second glass was removing a little water. That is, you remove it out.

Det skal også sies at denne eleven hadde litt problemer med å fange luft-boblene med glasset med vann, det var derfor bare litt av vannet som gikk ut i dette tilfellet.

Dette resultatet indikerer at elev 5 utvikler sin forståelse i to av de tre delene.

Elev 6:



Figur 13. Visuell profil av elev 6 sin forståelse av prosjektet om luft.

Elev 6 kommer generelt med gode ytringer som viser en forståelse av temaet luft gjennom hele prosjektet. I del 1 på MIM-arket skriver elev 6:

Because a piece of paper was having glue and when the glass was put in the water bubbles appeared that why the water could not reach the paper easily. Those bubbles came out because of air.

Dette er delvis korrekt, og en helt grei beskrivelse, men vi ser at i intervjuet kommer en presis og mer fagspesifikk ytring:

Because the glass was having air, and that air was forcing, that air was forcing the water to not enter in the, in the glass.

I del 2 på MIM-arket skriver eleven:

Because that glass was having air and water is having air. By the time the glass was pushing the wood. The wood is light and it can float that air in the glass pushes the wood and the wood was just remaining in the buttom and not anywhere that is because of air.

Dette er delvis korrekt og viser at hun har delvis forstått hva det handler om. Men i intervjuet kommer en presis og mer fagspesifikk ytring: «air was forcing». *“Because air was forcing was forcing that wood to go at the bottom of that container.”*

I del 3 skriver eleven på MIM-arket en korrekt forklaring:

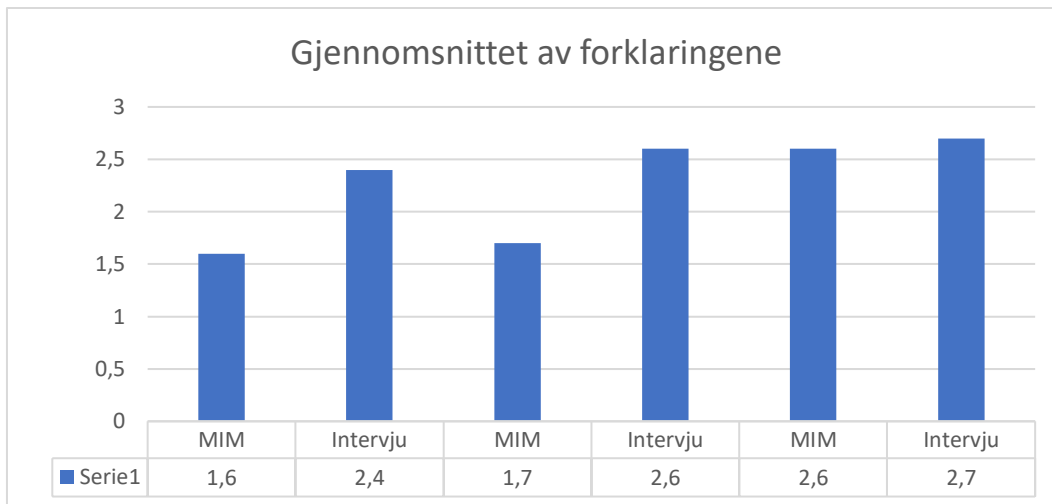
Because two glasses were having water and air so the time when those two glasses where putted in the water and they where doing exchange the first glass with air was exchange with second glass with water and that was because of pressure and. the second glass got air and the first got water and thats why bubbles appeared

Også i intervjuet gir eleven en korrekt forklaring:

One glass was having air and another one with water. That with air was giving the glass, which is having water. That glass with air gave the glass with water, air and the bubbles came out. ...The water removed and that glass with water became with air. And the glass with air became with water.

Vi kan se indikasjoner på at elev 6 utvikler sin forståelse gjennom hele prosjektet.

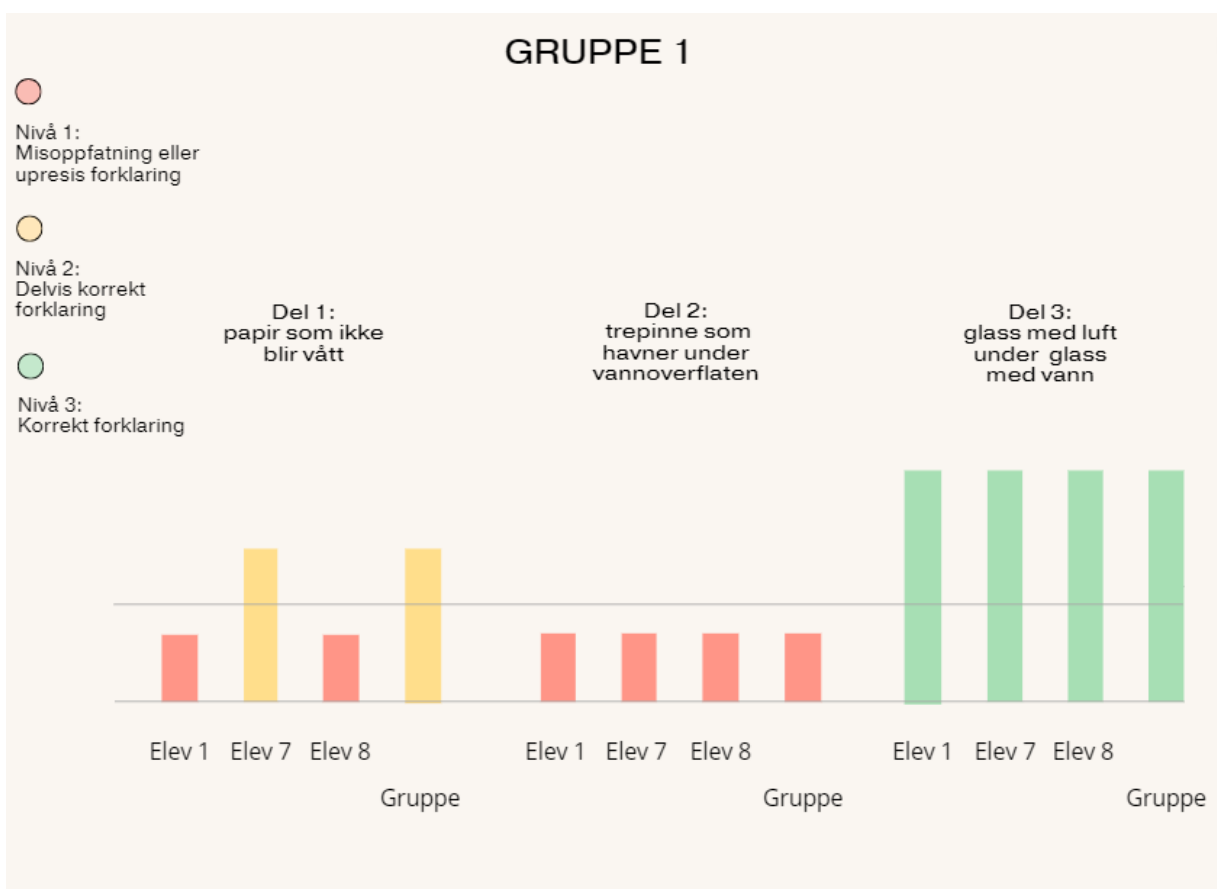
Som en oppsummering av denne første delen av forskningsresultatene kan vi se på gjennomsnittet av forklaringene til de ti elevene som var tilstede i alle de tre delene; se figuren under. Dette er ikke ment som en valid, kvantitativ analyse, men det viser likevel en trend av at forklaringene blir bedre og bedre, både jo lenger utover i prosjekt-uka vi kommer, og når vi sammenligner med intervjuene, som fant sted to uker etter prosjektet. Jo mer elevene øver på å tolke data, og jo mer de øver på å formulere de naturfaglige forklaringene, jo bedre blir de.



Figur 14. Gjennomsnittet av forklaringene til ti av elevene i 6. kl.

4.2 Utviklingen fra individuelle til felles forklaringer

I det følgende skal jeg presentere utviklingen fra individuelle til felles forklaringer i alle de fire ulike gruppene i 6. klassen ved skolen i Tanzania under prosjektet om *luft*.



Figur 15. Visuell profil av gruppe 1 sin forståelse av prosjektet om luft.

Gruppe 1:

Elev 1 skrev først på MIM-arket i del 1: «*Beacuse they was some glue in the glass and the paper didn't get wet and some bobbles removed*» Her ser vi, som før nevnt, at hun tenkte at limet fra teipbiten som ble brukt til å holde papiret øverst i glasset var en medvirkende årsak til at papiret ikke ble vått. Dette var hennes personlige forklaring før de diskuterte det sammen i gruppa. Men etter gruppesamtalen der de har blitt enige om å skrive som felles forklaring på MIM-arket: «*Because they was some air in the glass inside the water and the bubbler came because paper didn't get wet*», ser vi at elev 1 og elev 8 ved gruppe-samtalen blir kvitt misoppfatningen om «glue» og papirets plassering øverst i glasset, som årsak til at papiret ikke blir vått. De tar over forklaringen om at luft var årsaken til at papiret ikke blir vått fra elev 7.

Tabell 7. Gruppe 1 sine utsagn, og hvem som tar over meningsbærende utsagn fra andre, del 1.

	Student	Individuelt utsagn	Gruppe utsagn	Tar over meningsbærende utsagn fra andre
Gr.1	Elev 1	“Because they was some glue in the glass and the paper didn't get wet and some bobbles removed”	“Because they was some Air in the glass inside The water and the bubbler came because paper didn't get wet.”	Fra elev 7
	Elev 7	“Because they are air inside the water”		
	Elev 8	“Because they was some bubbles coming up of the water and the paper was up of the glass can't get wet.”		Fra elev 7

Men i del 2, der vi har den flytende tre-biten, ser vi det motsatte: Der er det elev 1 som forleder gruppa til å tro på sin feil-oppfatning. Der ser vi at ingen av de tre på gruppa forstår del 2 og dermed klarer de ikke å forklare på en korrekt og heller ikke delvis korrekt måte, verken individuelt eller i gruppe.

Tabell 8. Gruppe 1 sine utsagn, og hvem som tar over meningsbærende utsagn fra andre, del 2.

	Student	Individuelt utsagn	Gruppe utsagn	Tar over meningsbærende utsagn fra andre
Gr.1	Elev 1	“Because in the water they was air and the wood was inside the shape of the glass and did not flow again”	“Because in the water they was air and the wood was inside the shape of the glass and did not flow again.”	
	Elev 7	“Because the glass was very heavy, and push water”		Fra elev 1
	Elev 8	“Because a wood in the water was having air up to started flowing in the water because was in the botton of the glass.”		Fra elev 1

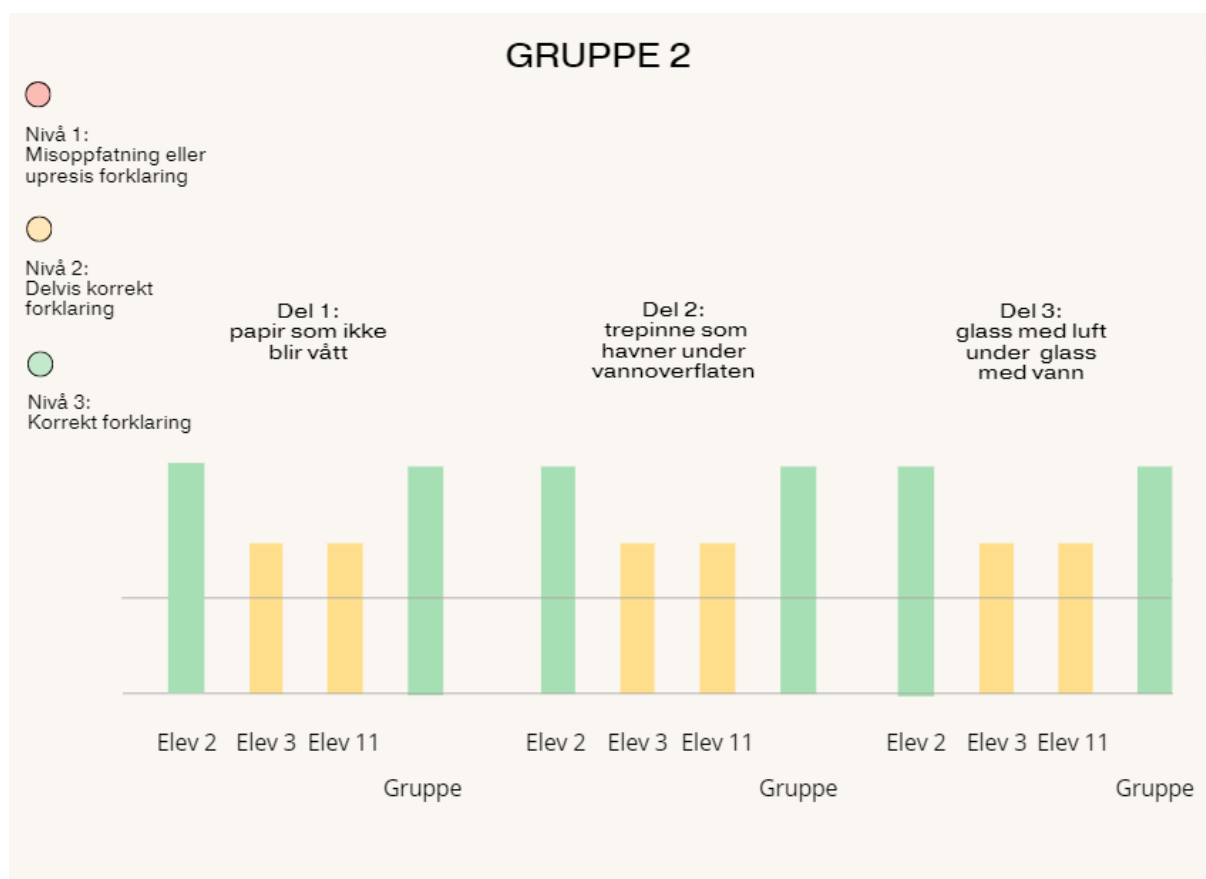
I del 3, som er den tredje og siste dagen med det utforskende arbeidet om luft, ser vi at de alle tre har en korrekt forklaring allerede i sine individuelle utsagn. Men elev 1 og 7 er de to som tar i bruk uttrykket: «air force water» som vi finner igjen i gruppe-forklaringen. Derfor kan vi si at elev 8 i løpet av gruppe-samtalen tar det uttrykket i eie, eller i hvert fall sier seg enig i at de kan bruke det uttrykket i den felles forklaringen.

Tabell 9. Gruppe 1 sine utsagn, og hvem som tar over meningsbærende utsagn fra andre, del 3.

	Student	Individuelt utsagn	Gruppe utsagn	Tar over meningsbærende utsagn fra andre
Gr.1	Elev 1	“Because one glass was having air and another one was having water so when they combine altogether air found the space to move to the glass which was having water and started to force water to come out of the glass and the bubbles came.”	“Because air was find place to move and go to the glass which was have water and started to force water to come out and air inter to the glas.”	

	Elev 7	“Because air was find place to move go to the glass which was have water and start to force water to come out. And air enter to the glass”		
	Elev 8	“Because one glass was having air and another one was having water they exchange one which was having air now is having water the second which was having having water now is having air because bubbles came”		Fra elev 1 og 7

Gruppe 2:



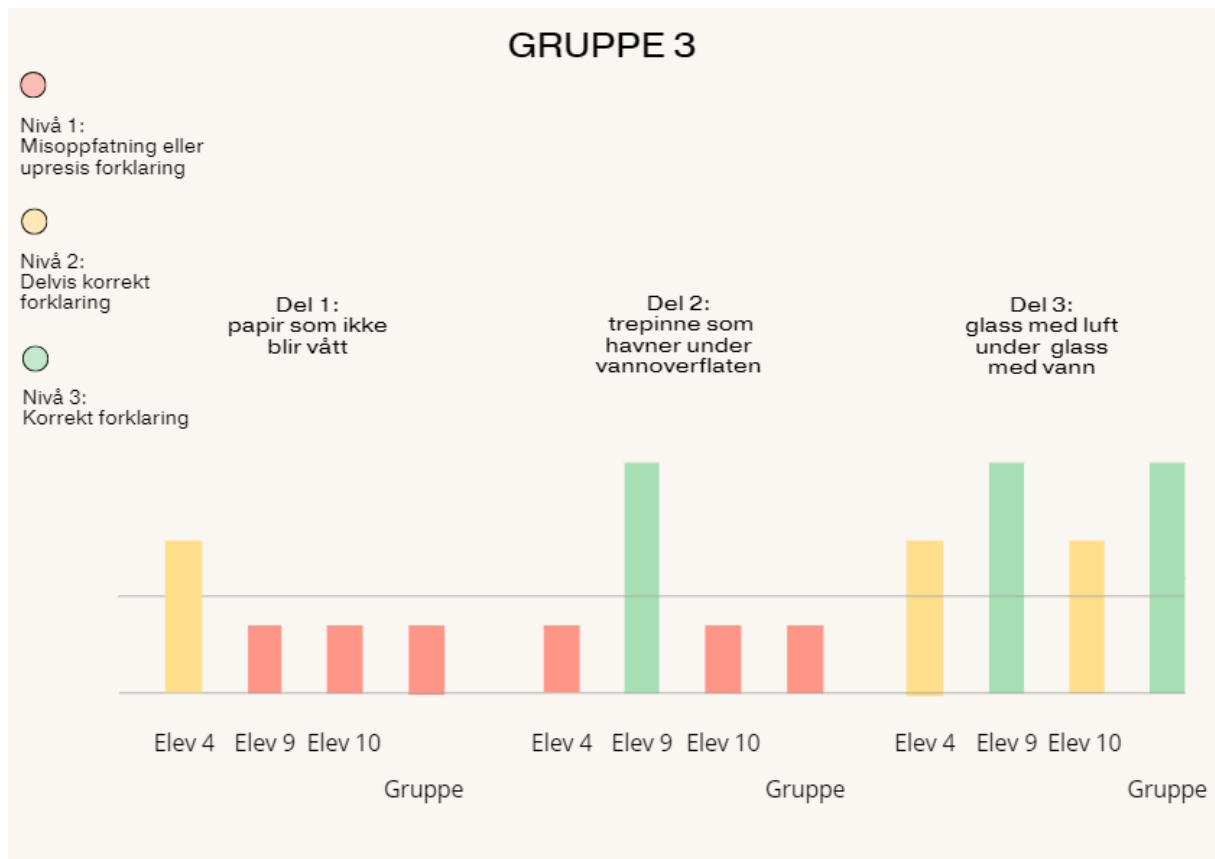
Figur 16. Visuell profil av gruppe 2 sin forståelse av prosjektet om luft.

Vi ser her at elev 2 som har en korrekt forklaring gjennom hele prosjektet øver innflytelse på elev 3 og 11. I tillegg ser vi at gruppe-utsagnet har et enda mer fagspesifikt språk enn elev 2 sitt individuelle utsagn, ved at de tar i bruk uttrykket: «push the wood with air». Dette indikerer at elevene gjennom gruppesamtalen utvikler sitt fagspesifikke språk i en viss grad.

Tabell 10. Gruppe 2 sine utsagn, og hvem som tar over meningsbærende utsagn fra andre, del 2.

	Student	Individuelt utsagn	Gruppe utsagn	Tar over meningsbærende utsagn fra andre
Gr. 2	Elev 11	“Because the wood is lighter than water when wood is pushed by the glass will float in the bottom of the glass”	“Because the wood is lighter than the water and when the glass push the wood with air within the glass it will float at the bottom of the glass”	Fra elev 2
	Elev 2	“Because the wood is lighter than water and when the wood is pushed by the glass will float on the bottom of the glass because the glass has air and at the bottom of the glass there is water so the wood will be at the bottom and will float.”		
	Elev 3	“Because the wood float on water and it will (f)loat on the bottom of the g(l)ass”		Fra elev 2

Gruppe 3:



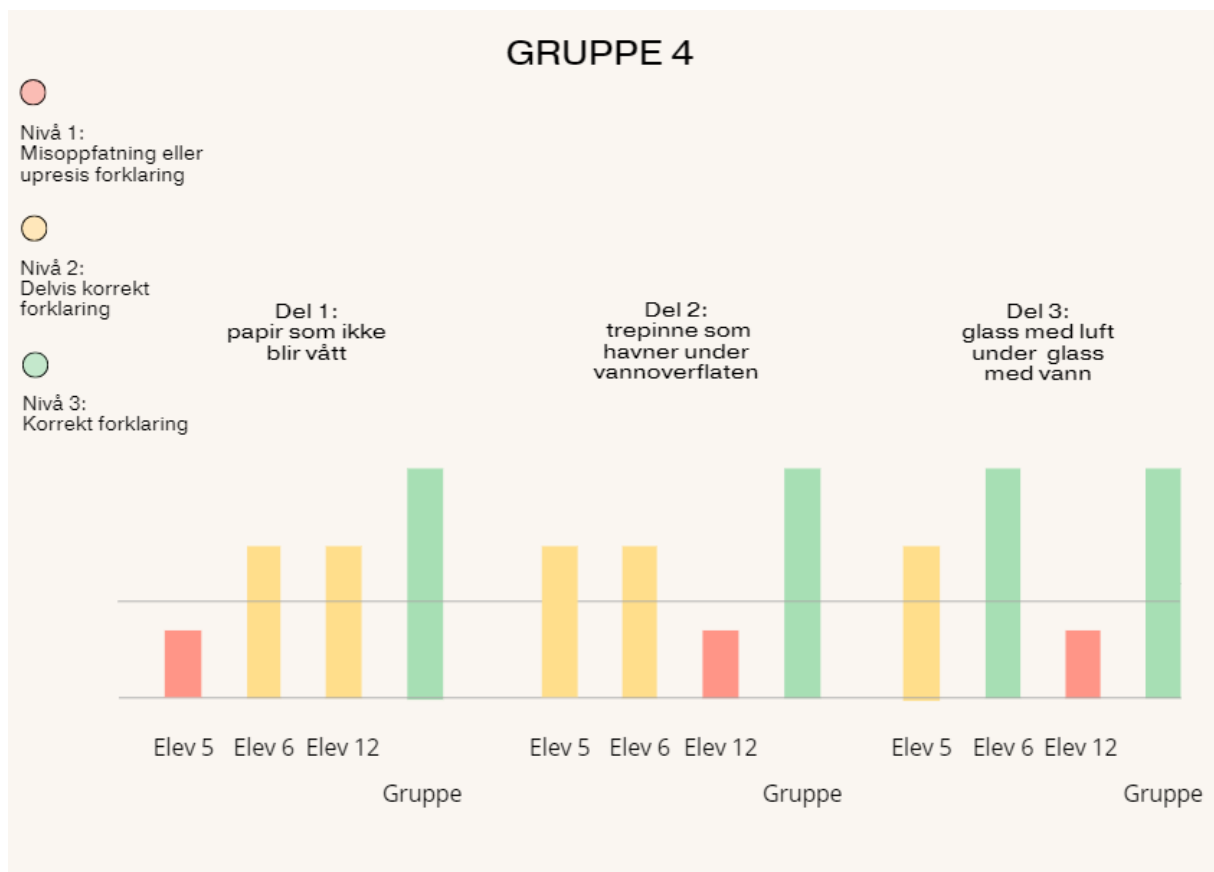
Figur 17. Visuell profil av gruppe 3 sin forståelse av prosjektet om luft.

Tabell 11. Gruppe 3 sine utsagn, og hvem som tar over meningsbærende utsagn fra andre, del 1.

	Student	Individuelt utsagn	Gruppe utsagn	Tar over fra
Gr. 3	Elev 9	“Because air was not there that is why water didn` t raise to wet the glass and didn` t fall” (oversatt fra swahili)	Because there was no air thus water did not raise up to wet the paper	
	Elev 4	“Because the glass had paper inside and air after putting it in water the air filled the glass and pushed water not to reach the paper thus it didn` t get wet” (oversatt fra swahili)		Elev 9
	Elev 10	“Because the glue which is attached the glass does not absorb enter the glass and cause wet to paper”		Elev 9

I gruppe 3 var det et interessant og viktig funn. I del 1 ble gruppen overbevist av misoppfatningene til elev 9 og 10, slik at de ble enig om en feil konklusjon. Elev 4 sin stemme var ikke sterk nok selv om den var delvis korrekt. Senere i del 2 burde de hørt mer på elev 9, men det gjorde de ikke, og havnet på feil konklusjon en gang til. Dermed ser man hvor viktig det er med felles gjennomgang, og samtaler i klassa i plenum i etterkant, slik at slike misoppfatninger ikke får leve videre. Da de var kommet så langt som til del tre, som fant sted den tredje dagen i prosjektet, ser vi at alle tre elevene hadde en korrekt eller delvis korrekt forklaring. Her lyttet de til elev 9 som hadde den beste forklaringen, og kom derfor til nivå 3 samlet som gruppe.

Gruppe 4:



Figur 18. Visuell profil av gruppe 4 sin forståelse av prosjektet om luft.

I gruppe 4 fant vi også en interessant utvikling. Det viste seg at selv om ingen av de tre elevene i del 1 og 2, kom med en korrekt forklaring individuelt, så klarte de gjennom gruppesamtalen å øke kvaliteten i ytringen, slik at den felles gruppe-forklaringen nådde opp til nivå 3. Det kan virke som de ved å øve på å formulere forklaringer kom til en bedre forklaring i fellesskap enn den de kom til på egenhånd. Dette er et meget interessant funn.

Tabell 12. Gruppe 4 sine utsagn, og hvem som tar over meningsbærende utsagn fra andre, del 1.

	Student	Individuelt utsagn	Gruppe utsagn	Tar over meningsbærende utsagn fra andre
Gr. 4	Elev 5	“The glass putted in water and the bubbles started to appear and the glass inside their was a piece of paper that`s why the paper is not wet thank you”.	“Our Conclusion is that the paper could not get wet because of air It was having glue could not remove and could not get space to move and water cannot get space to move.”	Fra elev 6
	Elev 12	“Because the paper was in the glass and water could not inter in the glass and because the glass was having a paper inside”		Fra elev 6
	Elev 6	“Because a piece of paper was having glue and when the glass was put in the water bubbles appeared that why the water could not reach the paper easily. Those bubbles came out because of air”		

Som en oppsummering av denne andre delen av forskningsresultatene kan vi anslå at det er ulikt hvilke ytringer som blir tatt over av de andre elevene. I noen grupper er det misoppfatninger som blir gitt videre, mens i andre grupper er det de korrekte forklaringene som finner levevilkår. Hos de sistnevnte øker kvaliteten på ytringene gjennom gruppesamtalene.

4.3 Dialogen i gruppesamtalene

I dette kapittelet skal jeg se nærmere på dialogen mellom elevene mens de jobber med «Møtes i midten» i november 2023, i prosjektet om gass. Funnene er hentet fra lydfiler av gruppesamtalene. Under følger transkripsjonen av to av lydfilene:

GRUPPESAMTALE 1, GRUPPE 2 DAG 1:

Elev 2: But when the teacher put that vinegar into the empty bottle, and he added, he put the baking powder into the balloon, but baking powder always has carbon dioxide, always has carbon.

Now if that carbon in, but it is in the balloon,

but it covers the whole bottle, the top of the bottle,

he cover it by that balloon, and then he put the baking powder inside.

Now that baking powder went inside the vinegar, but there is no space for air to pass.

So the air, that carbon dioxide, went straight through, but there was no...

But if it enters air into the water, but that carbon dioxide came out.

That carbon dioxide came out from the baking powder.

Now it forces the other air which was inside.

The amount of air which was inside will increase,

so the other part of the air, of the, that other part of carbon dioxide will go up the balloon,

and we will fill that balloon with air. That's why the balloon gets air. You explain to us.

Elev 3: When the baking powder was being added to the vinegar,

it causes the vinegar to force the air into the balloon.

Elev 2: And you like that or that or...?

Elev 11: When the baking powder was being added to the vinegar,

the air will (...) push the air (...) into the (...) balloon (hvisking i bakgrunnen, noen legger ord i munnen på han ved hver (...)).

Elev 2: That's why you make the balloon to be big. So, we are writing which?

Elev 3: This.

Elev 11: Which one?

Elev 3: This one. We are writing it here.

Elev 2: Yes, we are writing here. When the vinegar was being put in the empty bottle,

Elev 3: the bottle,

Elev 2: and after adding up baking powder,

Elev 3: Yes, after adding up baking powder,

Elev 2: baking powder, powder from the balloon,

Elev 3: baking powder which was put in the balloon,

Elev 2: which was in the balloon, in the balloon, the carbon dioxide which was in the balloon,

the carbon dioxide which was in the baking powder came out.

Elev 3: Yes. Fills the balloon.

Elev 2: Carbon dioxide. The... Carbon dioxide.

Elev 3: Yes, it is a carbon dioxide.

Elev 2: The carbon dioxide. Carbon... The...

Elev 3: Ah, the vinegar! (overrasket)

Elev 2: The vinegar was forced to come up and it pushes,

it pushes the...The air pushes the air to the balloon, into the balloon, that causes the ballon to be filled with air.

Vi ser at disse tre elevene valgte å bruke mest tid på å forklare hver sin gang, istedenfor å drøfte sammen hva som skjedde. Elev 2 ledet an med en detaljert og rik forklaring, men når han var ferdig inviterte han de andre til å forklare også. Elev 3 grep ordet og kom med en kort og konsis forklaring, nesten som en oppsummering av det elev 2 hadde sagt. Når det ble elev 11 sin tur var han langt mer nølende og usikker. Da trådte de to andre til og la ord i munnen på han for å hjelpe. Etterpå bestemte de seg for å bruke elev 2 sin forklaring, og elev 3 var den som ledet an i det. Han syntes kanskje at den forklaringen var rikest og best. Elev 11 godtok det, men meldte seg litt ut av resten av samtalen, og overlot til elev 2 og 3 å komponere den felles forklaringen til MIM- arket. Under utarbeidelsen av den felles forklaringen var det også elev 2 som ledet an og førte pennen, men elev 3 lyttet aktivt og bidro, og ble overrasket over at eddiken også spilte noen rolle for dannelsen av karbondioksid-gassen. Man kan se at disse elevene hadde *en kumulativ samtale* som bar prege av enighet og kunnskapsdeling. Elev 3 bygde ganske ukritisk på det elev 2 sa, og selv om elev 2 og 3 var gode til å lytte til hverandre, så var de ikke så flinke til å lytte til elev 11. I den afrikanske skolen er de generelt opptatt av at ting skal være riktig, så de turte ikke å slippe til en litt usikker og fomlende forklaring. Da var det tryggere å legge ordene i munnen på elev 11, så alt ble riktig. Elev 11 lot seg lede, men fikk ikke den mentale utfordringen han trengte for å utvikle sin forståelse. Dermed gikk også elev 2 og 3 glipp av muligheten til å argumentere og begrunne sine utsagn i samtale med elev 11.

GRUPPESAMTALE 2, GRUPPE 4 DAG 2:

Elev 12: Now first we can say what?

Elev 5: That we should look this one all of this our ideas and compare them, and we get the real answer.

Elev 6: Here by the recording...

(Latter)

Elev 6: Stop laughing.

(hvisking på Swahili) ...

Elev 5: Here. First, we will compare our ideas and after comparing we get the real answer. You, elev 12, you are thinking what?

Elev 12: To me I am thinking that: What could happen? If you could put 1 dekalitre of vinegar and a half of baking soda, the air in the balloon could be less than the, which we compared yesterday.

Elev 5: When you put it... You put less or much?

Elev 12: It will be much.

Elev 5: When you put much, it will expand.

Elev 12: Yes, it will be much... Much less.

Elev 5: Much less? It will be more big than yesterday. When you put 0.5, it will be small. But if you put 1.5, it will be big.

Elev 12: Okay, for today it's small, yes.

Elev 6: For today it's small. Okay, light. Okay, "elev 5", your idea?

Elev 5: My idea is that...when... I think that when you take...two decalitres of vinegar and two spoons of baking soda, the balloon will expand much than yesterday and today.

Elev 12: Two what?

Elev 5: Two vinegar. Two decalitres of vinegar and two spoons of baking soda. So, the balloon will expand much than yesterday.

Elev 6: The carbon dioxide in the balloon will be more.

Elev 12: But me I have a question.

Elev 6: Ask...

Elev 12: Why? For example, if you put two and two, it will be big or small?

Elev 6: Two and two?

Elev 12: Yes, two and two.

Elev 5: Big! Two litres, two decilitres.

Elev 12: First, I have a question. Between baking soda and vinegar, which is putting much air?

Elev 5: Baking soda.

Elev 6: Yes, it is one which is putting air in there.

Elev 12: Okay, now it will be like this. Two decilitres of vinegar and three spoons of baking soda.

Elev 5: Okay, now the conclusion we'll write here when we meet at the middle.

Siste del av samtalen handlet om hva de skulle skrive som konklusjon på MIM-arket og er gjengitt under her. Først kommer en skriftlig gjengivelse av den konklusjonen, slik at det er lettere å forstå siste del av samtalen:

*Our Conclusion is that when you put little amount of venagard and more baking Soda the baloon will be big. Because baking Soda has much amount of air Compared to venagard. Scientific experiment help us to know a lot of things which we didn` t know. *THANK YOU**

Elev 6: Our conclusion is...Our...Our conclusion is that...That? Is that...When you put...

Elev 12: Either. Me I have another idea. We write like this. Our conclusion is that when you put...

Elev 6: When you put...

Elev 12: Wait, first, don't write fast. You have to be discus first.

Elev 6: So here we are speaking slow. So, this is hearing loud. When you put...

Elev 12: Even if you put a little amount of vinegar and you put a lot of baking soda, the air will be big because air...Baking soda is one which is having air. So that is the conclusion.

Elev 6: Okay, right.

Elev 5: What have you said?

Elev 6: Our conclusion is that when you put...When you put...

Elev 12: We, we, we!

Elev 6: When you put...

Elev 12: Okey! When you put, okay.

Elev 6: Don't lie being in this space. Rich amount, rich...amount...of vinegar and...and much... Wait, first. Vinegar and more baking powder.

Elev 5: And more baking soda. Baking soda.

Elev 12: Continue.

Elev 5: When you put the balloon,

Elev 6: the balloon will be big because the baking powder is big. The balloon. The balloon will be...Big.

Elev 5: Big. And will be big and...

Elev 6: Because...Because baking powder is the one which is having air. Because let's say because...

Elev 5: Because...Because...Capital letter of...Because baking soda...It has...Has...Has a... Much amount of air compared to vinegar.

Elev 6: Much...amount...of...air...Compared to vinegar. Compared...to vinegar. Vinegar.

Elev 5: That is our conclusion. Finish by that.

Elev 6: But it was...When you say like this, it is something you should say in our...What? When you say like this, scientific...

Elev 12: This is the scientific investigation.

Elev 6: No, this is like the scientific experiment...to know more things. This...Use the big letter. This...

Elev 5: Big things. Or a lot of things. A lot of things.

Elev 6: Scientific! Scientific. This one. I got here. This one. This is my...

Elev 12: Investigation.

Elev 5: No. Experiment! Experiment.

Elev 6: Experiment. Help us.

Elev 5: Help us. To know...To know...A lot of things.

Elev 6: A lot of things. A lot of things in the world.

Elev 12: Yes, that's it.

Elev 6: Which we never imagined.

Elev 5: Yes, which we didn't know.

Elev 6: We didn't know. Which we...Didn't know. Didn't know. No.

Elev 5: Thank you. Thank you. Big. And put...Like, for "elev 6", this one (tegner stjerner).

Elev 6: Thank you. Is that...Yes.

Elev 5: Madam.

Elev 6: Madam. Finished. I'm good.

Først må det presiseres at språkbarrieren var vanskelig på mange plan. Det hadde vært enklere for disse elevene å snakke om dette temaet på sitt eget morsmål, men de har tre ulike morsmål, så det var ikke mulig. De er vant til å snakke engelsk på skolen, for til vanlig er det bare

det som er tillatt. I disse prosjektene hadde de lov til å snakke swahili, som er et felles afrikansk språk, men de valgte likevel engelsk. Dermed kan vi anta at de følte seg komfortable med å samtale på engelsk. Men som det tydelig fremgår var det ikke en god og distinkt engelsk, men mer et hybridspråk som fungerte overraskende nok dem imellom, men som kan være vanskelig for oss å forstå spesifikt korrekt innholdsmessig, og spesielt i skriftlig versjon. Det er vanskelig for dem å føre et godt og presist naturvitenskaplig språk, når de ikke kan det engelske språket så godt.

Man kan likevel si at disse tre elevene hadde lettere for å samtale sammen om de ulike detaljene i eksperimentet enn gruppe 2. Dialogen her i gruppe 4 bar en del preg av at de avbrøt hverandre, når det var noe de ikke forsto, og de hadde alle tre mye på hjertet. De var engasjerte, de lyttet også til hverandre, og hadde respekt for hverandres utsagn. Alle fikk bidra til samtalen på lik linje, selv om samtalen kan synes noe hakkete. De stilte spørsmål til hverandre. *“For example, if you put two and two, it will be big or small?”* Disse var mer kritiske til hverandres utsagn, og ulike hypoteser og forklaringer ble vurdert. *“First, I have a question. Between baking soda and vinegar, which is putting much air?”* Argumentasjonen kom tydeligere frem i denne samtalen enn den forrige. *“Wait, first, don't write fast. You have to be discuss first”*. Denne eleven la vekt på at de måtte begrunne, argumentere og diskutere før de startet å skrive ned konklusjonen som skulle stå på MIM-arket. *“Even if you put a little amount of vinegar and you put a lot of baking soda, the air will be big because air...Baking soda is one which is having air. So that is the conclusion”*. Når det blir stilt kritiske og konstruktive spørsmål, må de andre begrunne i større grad meningene sine. Dette er hva vi kaller *en utforskende samtale*.

Utdraget under viser eksempel på det:

Elev 12: To me I am thinking that: What could happen? If you could put 1 dekalitre of vinegar and a half of baking soda, the air in the balloon could be less than the, which we compared yesterday.

Elev 5: When you put it... You put less or much?

Elev 12: It will be much.

Elev 5: When you put much, it will expand.

Elev 12: Yes, it will be much... Much less.

Elev 5: Much less? It will be more big than yesterday. When you put 0.5, it will be small. But if you put 1.5, it will be big.

Elev 12: Okay, for today it's small, yes.

Her kan vi se at elev 5 hadde behov for å klarere og finne ut hva elev 12 mente. De fikk begge øvelse i å formulere det de hadde sett og gjort i eksperimentet med ord. Det var tydelig at de ikke var vant til å samtale på denne måten, og de var heller ikke vant til å oppgi måleenheter. De droppet begge to å si at de målte bakepulveret i teskje-mål, og kaller dl-målet for «dekali-ter». Dette kan henge sammen med at disse redskapene ikke er så vanlige i det afrikanske kjøkkenet rundt bålet.

Elev 5 hadde en hypotese på MIM-arket som hun endret i løpet av prosjektdagen. Hennes gruppe (og en gruppe til) valgte å tilsette en halv (0,5) teskje bakepulver til 1 dl eddik, mens to andre grupper valgte å tilsette en og en halv (1,5) teskje bakepulver til 1 dl eddik, i denne delen som er dag 2 av prosjektet.

Tabell 13. Viser gruppe-resultatene av ballong-størrelsen dag 2.

	1dl eddik og 0,5 ts bakepulver	1dl eddik og 1,5 ts bakepulver
Ballong-størrelse for	13 cm	10 cm
de fire gruppene	14 cm	8,5 cm

I thought that our baloon will be more expanded with the other ones but didn't happen like that, doing experiment can help you to know a lot of things. to be a Scientist is very good makes you to be happy and confident in working. (elev 5 på MIM-arket)

Til tross for litt engelsk-språk-forvirring i dialog-utdraget over, klarte elev 5 å argumentere ovenfor elev 12 at ballongen ville øke i størrelse dersom man tok mer bakepulver i blandingen. Det er tydelig at elev 5 da hadde skiftet mening fra hypotesen hun skrev på MIM-arket. Før de gjorde eksperimentet, trodde hun at ballongen ville bli større med mindre bakepulver sammenlignet med dagen før. Basert på evidens fra eksperimentet fikk elev 5 frimodighet til å argumentere og begrunne sine meninger. Elev 12, som var litt forvirret, og vinglet litt i ord-valgene, sa seg etter hvert enig i resonnementet og ordlyden.

Det er typisk for utforskende samtaler at det blir stilt kritiske og konstruktive spørsmål, slik som kom frem her, og at elevene derfor må forklare og begrunne synspunktene sine (Wegerif, 2001). Hypoteser blir diskutert og logiske resonnement kommer tydelig frem i denne typen samtaler, derfor blir resultatet ofte en utvikling av elevenes tankesett, slik vi så her med både

elev 5, 6 og 12. Vi ser at denne samtalen hjalp elevene til å utvikle både forståelsen og det naturfaglige språket. Uten at disse elevene var presentert for de sju grunnreglene for gruppesamtaler, ser vi at de likevel av seg selv, holdt alle disse reglene (Fernández et al., 2002). Informasjonen de har ble delt i gruppa, og alle ble oppmuntret til å snakke. De begrunnet meningene sine, og utfordret og diskuterte hverandres meninger, og så på alternative løsninger før de i fellesskap bestemte seg, og ble enige om det som de skrev som forklaring på MIM-arket.

Som en oppsummering av denne tredje delen av forskningsresultatene kan vi si at det er en stor forskjell mellom disse to gruppesamtalene, der den første gruppen hadde den kumulative samtalen hvor det ikke var rom for de kritiske spørsmålene og diskusjonsdelen, men hvor de utelukkende var positive til hverandres synspunkter og heller kneblet alternative tenkemåter. Mens det i den siste dialogen som var en utforskende samtale, ble det stilt oppklarende, kritiske spørsmål og diskutert frem og tilbake ulike meninger før de ble enige.

5 Diskusjon

I det følgende drøfter jeg i hvilken grad enkeltelevne utvikler sin forståelse for temaet luft gjennom dialog og utforskende arbeid (5.1). Deretter tar jeg for meg i hvilken grad elevene tar over faglige uttrykk fra hverandre i gruppesamtaler, og ser på om det har noen innvirkning på den faglige forståelsen (5.2). Til slutt tar jeg for meg de to dialogene og ser på hvilken innvirkning dialogtypen har for elevenes utvikling av forståelse (5.3).

5.1 Elevers forståelse av luft

Det viste seg som en trend at gjennomsnittet av elevenes faglige forståelse (læringstråd 1) ble bedre og bedre, både jo lenger utover i prosjekt-uka vi kom, men også når vi sammenlignet elevenes ytringer på MIM-arket med intervjuene, som fant sted to uker etter prosjektet. Jo mer elevene fikk øve på å formulere de naturfaglige forklaringene, jo bedre ble de. Dialogene elevene imellom er avgjørende for denne positive utviklingen, men man skal heller ikke glemme de oppsummerende klasse-samtalene på slutten av hver økt. De fungerte til en viss grad for å fange opp eventuelle misoppfatninger som elevene hadde, og som de ikke fikk avklart under sine egne elev-dialoger. En annen faktor som også kan ha virket inn er at fagstoffet har fått modne.

Det er mye som tyder på at elevene opplevde en kognitiv konflikt da jeg viste eksperimentet i prosjektet om luft, der elevenes hverdags erfaringer ville tilsi at papiret ble vått. Siden dette ikke skjedde, så oppsto sannsynligvis den ulikevekten (disequilibrium), som Piaget fremhever som en veldig drivkraft til læringsprosessen for barnet. På denne måten ble det lagt til rette for at elevenes alternative forestillinger, altså hverdagsforestillinger om luft, fikk et skudd for baugen. Dermed var det duket for en «conceptual change», eller en «conceptual restructuring» i elevenes forestillinger om luft og partikler. Det var viktig at elevene fikk komme med sine «phenomenological primitives» (p-prims) (diSessa, 1993) om luft, og at de i fellesskap ved gruppesamtaler kunne sette disse p-prims sammen til en større helhet. I den sirkulære fremstillingen av utforskende arbeid, figur 2.1 i kap 2.1.2, (Haug & Mork, 2021) blir vi bedt om å starte med en trigger, før vi formulerer det undersøkende spørsmålet. Den triggeren er en fin måte å skape en kognitiv konflikt på for eleven. På denne måten kan vi legge til rette for «conceptual restructuring» ved å designe gode triggere.

Tidligere forskning viser at det er viktig å introdusere grunnleggende modeller for elever i ung alder (Eskilsson & Helldèn, 2003). Forskerne anbefaler å ta utgangspunkt i elevenes egne forestillinger om gasser og legge til rette for samtaler om dette. Dette samsvarer med praksisen i denne studien. Ledelsen ved skolen fortalte at han hadde aldri sett noen praktisere slike utforskende eksperimenter med så unge elever i Tanzania før. Men vi forstår at elevene trenger tid til å skifte ut sine forklaringsmodeller med atomteorien og partikkelmodellen. «Conceptual change» tar tid, og er ikke gjort på en ukes prosjekt. Ifølge Johnson (2002) kreves det stort intellektuelt arbeid over lengre tid for å få dyp forståelse for stoffer. Derfor var det fint å ha mulighet til å legge opp disse to prosjektene som en ørliten læringsprogresjon der elevene fikk jobbe med stoffer over litt tid, som en introduksjon til partikkelmodellen. Rekkefølgen kunnskapen bygges opp er viktig for forståelsen. På den måten ser vi at læringsprogresjoner er viktig for læringstråd 1. Ifølge den amerikanske psykologen Bruner bør undervisning starte med de enkle ideene, og disse må repeteres mange ganger, i stadig nye varianter, før de mer komplekse sidene blir presentert. På den måten oppnår barna dyp læring. I disse to prosjektene om luft og gass, var det en naturlig progresjon der den første var enklere enn den andre, samtidig som den andre var en slags repetisjon av den første (begge handlet om ulike gasser), bare litt mer komplisert. Jeg la opp disse prosjektene på denne måten fordi tidligere forskning på elevers forståelse for stoffer viser at barna forstår kompliserte ideer gradvis og på et høyere nivå etter hvert som de får erfare fenomenene på ulike måter over tid, mens de vokser og øker sine kognitive evner (Andersen et al., 1997). Teorien om stoffer er som tidligere nevnt en av de grunnleggende ideene i naturfag. Ved å presentere den tidlig får barna viktige byggesteiner til å lage seg en solid naturfaglig grunnvoll i sin forståelse. Dette er vesentlig for den videre forståelsen i læringstråd 1. Johnson (2002) utførte, som tidligere nevnt, en studie på britiske elever. Han fant ut at partikkelmodellen er vesentlig for elevenes forståelse av kjemiske forandringer. En annen studie viste også at amerikanske elever ble i stand til å bruke partikkelmodellen på faseoverganger (Øyehaug, 2014). Det vil i praksis si at undervisningen av partikkelmodellen i denne studien er med på å legge til rette for denne 6. klassens forståelse i fremtiden for faseoverganger og for kjemiske forandringer.

En annen vesentlig faktor for elevenes utvikling av forståelsen for emnet luft er tilgjengeligheten av det faglige innholdet på swahili. Det at elevene fikk all undervisningen oversatt til deres eget språk gjorde innholdet i større grad tilgjengelig for dem. De kunne også velge om de ville samtale og stille spørsmål på swahili eller engelsk. Denne støtten i et språk de behersker godt er avgjørende for utvikling av forståelse. Ifølge Mkimbili (2018) klarte elevene i

større grad å delta i kritisk tenkning, begrunne påstander og trekke konklusjoner basert på fakta dersom swahili var integrert i læringsprosessen. Hun henviser til flere tidligere studier som avslører at utforskende arbeid og utvikling av elevers evne til kritisk tenkning er vanskelig dersom oppleggene blir formidlet på et annet språk enn det elevene bruker i sin hverdag (Webb & Mkongo, 2013). Vi kan derfor argumentere for at naturfagundervisning i Tanzania bør skje på swahili for å lette elevenes muligheter til dyp forståelse i læringstråd 1.

5.2 Ta over faguttrykk fra andre

Er det å ta over faguttrykk fra andre en utelukkende positiv utvikling, eller kan det like gjerne skje at elevene tar over en misoppfatning gjennom gruppesamtalen? Det er flere interessante funn i denne delen av prosjektet som vi trenger å drøfte. Vi ser at i gruppe 1 blir to av elevene kvitt sin misoppfatning gjennom gruppesamtalen, i første delen av prosjektet. De tar over forklaringen om at luft var årsaken til at papiret ikke blir vått fra elev 7. I neste del, derimot, er det elev 1 som forleder gruppa til å tro på sin feiloppfatning. Dette viser at gruppesamtaler og det å ta over uttrykk fra andre, kan pendle begge veier. Derfor er det veldig viktig at læreren er til stede, og kan veilede elevene underveis i prosjektet. Ifølge Vygotsky har læreren en helt sentral rolle som den som skal lede elevene inn på et høyere nivå av forståelse ved å samhandle og snakke med dem (Hodson & Hodson, 1998). Derfor ser vi at samtalene som læreren har med klassen i fellesskap på slutten av hver økt, er veldig viktig for å fange opp slike misoppfatninger. Underveisvurdering og andre stillaser er helt vesentlige i utforskende arbeid (Knain & Kolstø, 2019). Selv om man i utforskende arbeid ofte fremhever at elevene er ansvarlige for egen læring (Minner et al., 2009), så betyr ikke det at lærerens rolle er mindre viktig. Ifølge Lemke (1990) er det få lærere som gir nok oppmerksomhet til hva elevene faktisk sier om et naturfaglig emne, hvilke ord de velger å bruke for å beskrive sin forståelse. Her har vi fortsatt mye å lære.

I gruppe 2 ser vi at elev 2 som har en korrekt forklaring gjennom hele prosjektet øver innflytelse på de to andre. Disse gruppesamtalene viser en interessant utvikling, ikke bare ved at de to andre tar over de gode faguttrykkene fra elev 2, og gjør dem til sine egne, men ved at de går et skritt videre, og utvikler fagspråket ytterligere ved å legge til egenskapen «trykk»: «**push** the wood with air». På den måten ser vi at en økt grad av fagspesifikt språk er tatt i bruk gjennom gruppesamtalen, med sterkere semantisk densitet (Larsson & Jakobsson, 2017).

Gruppe 3 er også et eksempel på at dialogene noen ganger fører til at elevene tar over feilaktige uttrykk fra de andre elevene, til tross for at de har en elev på gruppa som enten kommer med en delvis korrekt eller en korrekt forklaring. Misoppfatningene til elevene på denne gruppa varer gjennom både dag 1 og dag 2, men dag 3 kan vi se at misoppfatningene må gi tapt. Dette viser oss viktigheten av å jobbe med et tema over tid, og se på det fra flere ulike vinkler slik det ble gjort i dette prosjektet, og som vi lærer gjennom teorien om pedagogical link-making (Scott et al., 2011). Med utgangspunkt i «talen», muntlige oppgaver og det naturfaglige språket, kan vi koble sammen for elevene fragmentene som gir forståelse (p-prims), ved å variere og veksle mellom skriftlige oppgaver, tavle-bruk, gester og kroppsspråk, kroppslige bevegelser av ulike slag, drama, praktisk utstyr, uteskole, konkreter, todimensjonale modeller, mens vi har søkelys på andrespråket til elevene (Jakobson og Axelsson, 2017). Forskning har vist at elevene lettere forstår det naturfaglige innholdet når ulike representasjoner og ressurser blir benyttet (Kress et al., 2001; J. Lemke, 1998).

Gruppe 4 gir oss et annet meget interessant funn som bør taes frem til drøfting. Der tar de over uttrykk fra hverandre, og bygger videre på dem i fellesskap på en slik måte at de til slutt kommer frem til utsagn i kategori 3, selv om ingen av dem klarte å uttrykke en slik forståelse på det nivået på egenhånd. Det kan virke som at elevene kommer med hver sine fragmenter av forståelse, det som vi vet diSessa (1993) kaller for «phenomenological primitives» (p-prims), og setter dem sammen til en større helhet, og via gruppesamtalen bygger videre på det de andre sier. Det er dette vi kaller «conceptual restructuring» som handler om at elevene lærer ved å sette sammen, omorganisere og strukturere p-prims. Tanken om «knowledge as elements» (diSessa, 1993) er tydelig her. Selv om dette er hvordan læring skjer inne i den enkelte, ser vi her at denne utviklingen skjer gjennom dialogen i en sosial aktivitet. Her ser vi læringstråd 1 (forståelsen) flettes sammen med læringstråd 4 (dialogen) i læringstråd 2 (den sosiale aktiviteten i det utforskende arbeidet). Elevene tar over faguttrykk fra hverandre og setter sammen disse fragmentene, og bygger videre på det de andre sier på vei til en felles forståelse. En av Fernandez et al. (2002) sine sju grunnregler for gruppe-samtaler handler om at deltakerne skal arbeide mot å oppnå enighet. Her ser vi hvor viktig det er at man i gruppene jobber mot et felles mål og søker å bli enige. Dette minner mye om en utforskende dialogtype.

Ellers er dette også et godt eksempel på det som Fernandez et al. (2002) vektlegger når de sier at elevene like gjerne kan nå sin proksimale utviklingszone i samarbeid med andre barn som ikke nødvendigvis kan mer enn dem selv. De vektlegger at intellektuell asymmetri ikke er

nødvendig, men at elever i samarbeid og samhandling på et symmetrisk plan kan nå mål som de ikke hadde klart alene.

Man kan også si at gruppesamtalen ble det tredje rommet som ifølge Wallace (2004) er det stedet der den elevsentrerte diskursen med hverdagsspråket får møte det fagspesifikke naturfagspråket. Vi ser at diskursen beveger seg som Larsson & Jakobsson (2017) beskriver som en semantisk bølge fra høy grad av semantisk gravitasjon, og til høy grad av semantisk densitet. Dette viser oss hvor viktig det er som Lemke (1990) hevder at elevene må få lære å snakke det naturfaglige språket. Slike gruppesamtaler blir dermed en språkøvelse (læringstråd 4), midt i en utforskende kontekst (læringstråd 2). Jakobsson & Kouns (2022) som legger vekt på det at elever tar over faguttrykk fra andre, poengterer at den dype forståelsen (læringstråd 1) og beherskelsen av det naturfaglige språket (læringstråd 4) henger sammen, og gjensidig akselererer hverandre. Det ser vi eksempel på her.

Jeg spurte elev 6 i intervjuet: “What made it easy for you to understand these things?”, siden hun ga uttrykk for at dette var lett å forstå. Hun svarte: “*Because you, you was doing in action. That's why we understood.*” Selv om eleven her brukte ordet *you* forsto du ut fra sammenhengen at hun snakket om da de selv utførte eksperimentene. Vi kan kort oppsummert si at hun ga uttrykk for det samme som vi lærer av Dewey (1900) med flere, at elevene lærer best, og får dypest forståelse (læringstråd 1), ved å gjøre hands on-aktiviteter i utforskende arbeid (læringstråd 2).

5.3 Dialogtyper

Den første av de to transkriberte samtalene (gruppe 2) viste seg å være en kumulativ samtale, der den andres mening ofte blir repetert og bekreftet av de andre. Vi så her at elevene var positive til hverandres ytringer, og bygde ukritisk på det de andre sa. Elev 2 kom med en lang og detaljert forklaring, mens elev 3 repeterte veldig kort oppsummert det elev 2 sa, og elev 11, som var usikker, fikk lagt ordene i munnen sin av elev 2. Det er typisk i kumulative samtaler at der er en eller flere som utdyper noe, men siden det ikke er rom for kritiske innspill eller spørsmål i disse samtalene, fører de ikke til noen utvikling eller endring av synspunkter. Dermed oppnås ingen «conceptual change». Slik blir det tydelig at selv om elev 2 er en elev med høy faglig forståelse gjennom begge prosjektene, er han ikke i stand til å hjelpe elev 11 til å komme ut av sin usikkerhet, og utvikle sin faglige forståelse.

Det kan hende at det faktum at samtalen ble tatt opp som lydfil kan ha gjort elev 2 og 3 redde for at det ville blitt noen negative følger dersom de slapp til elev 11 med sine eventuelle misforståelser på bånd. Det er også mulig at elev 11 sin usikkerhet er knyttet til frykt på en eller annen måte. I den afrikanske skolen kan man like gjerne få et slag for å si feil svar, som for dårlig oppførsel, dermed binder frykten elevene til ikke å avsløre sine misoppfatninger. Derfor var en vesentlig del av aksjonsprosjektet å få slutt på de fysiske avstraffelsene. Men selv om barna på dette tidspunktet ikke var utsatt for fysiske vold, noe jeg hadde meget god oversikt over mens jeg var der, vet vi at slik frykt kan henge igjen i lang tid. Jeg gjorde det i tillegg helt klart for elevene at jeg i disse prosjektene bare var interessert i deres tanker og meninger om temaene, og ikke de «riktige» svarene. Det gikk nok dessverre ikke helt inn hos alle. Dette er noe som bør jobbes videre med over tid i de afrikanske skolene. Men også i resten av verden trenger vi å komme mer bort fra fokuset på rett og galt svar, og heller komme til bunns i elevenes misoppfatninger som ofte kommer fra hverdagspråket. Dersom elevene skal ha sjanse til å oppnå «conceptual change» må man vite helt konkret elevenes alternative forestillinger for å kunne erstatte dem med forestillinger som er naturvitenskaplige korrekte (Hewson, 1982). Dette skjer sjelden i en kumulativ samtale der alle elevene bare er positive til hverandres ytringer, og unngår kritiske spørsmål og diskusjoner.

Det var meningen at elevene i studien skulle få lov til å dele tanker, slik at dette kunne bidra til at de ble hjulpet videre i tankeprosessene sine. Elev 11 som det ble henvist til over, fikk ikke denne muligheten. En av de sju grunnreglene for gruppesamtaler til Fernandez et al. (2002) går ut på at alle i gruppen skal oppmuntres til å snakke. Dette ble ikke fulgt i her. Deretter kunne elevene begrunne meningene sine, og argumentere for sine synspunkter på veien mot enighet. Det å arbeide mot enighet er en annen av de sju grunnreglene som ikke denne gruppen fulgte. Dermed hjelper det ingenting for elev 11 at elev 2 forstår stoffet godt selv, og kan gi en detaljrik forklaring. Fordi elev 11 ikke selv får øvelse i å snakke det naturfaglige språket, men nærmest får munnkurv i dialogen, og i stedet bare mekanisk må repetere det noen andre hvisker, kommer han ikke til noen «conceptual change». Tvert imot mister han interessen og melder seg litt ut av samtalen. Ifølge Fernandez et al. (2002) er det en sterk sammenheng mellom elevens evne til å snakke sammen i naturfag, og deres motivasjon for faget. Han fremhever viktigheten av at elevene får opplæring i de sju grunnreglene for gruppesamtaler, gjerne på en induktiv måte ved at elevene selv kommer med forslag til gruppe regler. På den

måten blir eierskapet til reglene sterkere. Disse grunnreglene ble ikke eksplisitt undervist til klassen på forhånd. Det hadde vært en stor fordel om det hadde vært gjort.

Den andre av de to transkriberte dialogene (gruppe 4) viste seg å være en utforskende samtale. Allerede tidlig i dialogen slår en av elevene fast: “*First, we will **compare our ideas** and after comparing, we **get the real answer**”*. Her ønsker de å sammenligne ideene sine, for på den måten i fellesskap komme frem til det riktige svaret. Utforskende samtaler kjennetegnes nettopp ved at ulike hypoteser blir diskutert, og at logiske resonnement kommer til syne i dialogene (Wegerif, 2001). Elevene må forklare og begrunne synspunktene sine, og kritiske og konstruktive spørsmål er velkomne. Målet og resultatet er, som vi ser i dette tilfellet, en utvikling av elevenes tankesett og forestillinger. Vi ser at elev 5 utfordrer elev 12, og at elev 6 utfordrer elev 5, på den måten blir alle tre elevene aktive deltakere som bidrar sammen til gruppe-dialogen. Ved å sammenligne ideene sine kommer de med sine kunnskapsfragmenter, sine p-prims, som selv om de kan være mangelfulle, blir med på å danne et større bilde. Det skjer en «conceptual change», i hvert fall for elev 5, som i løpet av eksperimentet og dialogen, utvikler sin forståelse. I dette tilfellet ser vi at elev 12 og elev 6 er med på å løfte opp elev 5 til et høyere nivå av forståelse, gjennom gruppesamtalen, ved å stille kritiske spørsmål, og få elev 5 til å måtte begrunne sine synspunkter og formulere det naturfaglige språket med egne ord. De hjelper henne til å koble sammen, og omstrukturere kunnskapsfragmentene gjennom den utforskende samtalen og eksperimentet. Dette utløser en «conceptual restructuring». Dersom disse tre elevene bare hadde vært enige, hadde sagt det samme og repetert det de andre sa, hadde vi ikke fått en slik utvikling i samtalen. Da hadde det blitt en kumulativ samtale, slik som gruppe 2 hadde. Konsekvensen der ble at den usikre eleven, elev 11, ikke fikk hjelp av gruppesamtalen til å nå et høyere nivå av forståelse. Det er litt interessant å merke seg at gruppe 4 også i prosjektet med luft i februar, har en type gruppesamtale som fører til at elevene når nivå 3 på forståelse. Dette til tross for at de hver for seg ikke har noen på gruppa som på egenhånd har en forståelse på nivå 3 (i del 1 og del 2). Det vil si at de sammen, ved hjelp av gruppesamtalen, hjelper hverandre til å nå et høyere nivå av forståelse, både i prosjektet med luft og prosjektet med gass. Dermed kan vi anta at denne gruppen har stor nytte av gruppesamtalene. Vi ser også at elev 12, som ikke alltid forstår så godt det naturfaglige innholdet på egenhånd, er en meget viktig brikke i gruppesamtalene med sine kritiske spørsmål, fordi hun da legger til rette for begrunnelse og argumentasjon for de andre på gruppa.

Til sammenligning kan vi si at selv om gruppe 2 i prosjektet om luft i februar kommer frem til en forståelse på nivå 3, viser intervjuene med elev 3 og 11 at de ikke har nådd dette nivået i en slik grad at de kan forklare på nivå 3 i intervjuet i alle delene. Man kan derfor stille spørsmål om disse elevene har tatt over de faglige uttrykkene fra elev 2 og gjort dem til sine egne, eller om de bare har latt elev 2 få være sjef på gruppa, og latt han få bestemme hva som skal stå i midten. Dette vet vi ikke. Det hadde vært nyttig å ta opp alle disse gruppesamtalene som lyd-filer, og ikke bare hatt dem på MIM-arket.

6 Konklusjon og implikasjoner

Helt til slutt skal jeg forsøke å dra noen konklusjoner basert på drøftingen av funnene mine (6.1), før jeg kommer med noen implikasjoner for videre forskning (6.2).

6.1 Konklusjon

Hensikten med denne studien var å undersøke hvordan enkeltelever utvikler sin faglige forståelse gjennom dialog og utforskende arbeidsmåter i samspill med andre. Ved å gå i dybden på forklaringene, og sammenligne de individuelle forklaringene med de forklaringene elevene ble enige om i felleskap, kunne det belyses om elevene tok over naturfaglige uttrykk fra hverandre. Videre var hensikten også å analysere dialogen i elevenes gruppesamtaler. Hva slags dialog-kategori ble brukt, og hadde dialog-typen noen innvirkning på elevenes forståelse?

Ut fra forskningsspørsmålene, datautvalget og metodene som er brukt, viser resultatene blant annet at elevenes forklaringer, og dermed kan vi anta forståelsen, ble gradvis bedre jo lenger elevene arbeidet med temaet, og jo mer de fikk øvelse i å bruke det naturvitenskapelige språket. Dette indikerer en fremgang i læringstråd 1. Videre fant vi at elever i dialoger ble kvitt misoppfatninger ved å lytte til hverandre, og ta over faguttrykk fra andre på gruppa, og gjøre dem til sine egne. Men vi fant også at på noen grupper var det elevens misoppfatning som ble tatt over i gruppesamtalen. På grunn av dette er det viktig at læreren er aktiv, følger med og gir råd og innspill underveis. Elevene kan ikke overlates til seg selv. En oppsummerende klas-sesamtale på slutten av hver økt, der alle gruppene må dele kort, fant vi som en nødvendighet for å sikre at misoppfatninger ikke multipliserer seg. Funnene fra studien viser også at det er gunstig når elevene har utforskende samtaler. Denne dialog-kategorien oppfordrer til kritiske spørsmål og diskusjon, som er nødvendig for at elever skal få utvikle sine tanker og ideer. I den kumulative samtalen fant vi ingen progresjon, siden elevene der bare var enig med første taler. Dette indikerer at for å få fremgang i læringstråd 4 er det nødvendig å lære elevene opp i de sju grunnreglene for gruppesamtaler som er et godt grunnlag for utforskende samtaler.

Det har kommet frem mange interessante funn fra denne studien, likevel er det nødvendig å påpeke at den har sine begrensninger. Siden MIM-arkene og lydopptakene er fra naturfagundervisning på en barneskole i Afrika er det begrenset hvor overførbare funnene er til alle andre naturfagklasserom. Men det antas at funnene i denne studien kan inspirere og gjøre naturfaglærere i alle land enda mer bevisst på betydningen av dialoger, språk og utforskende arbeid. Elever over hele verden fortjener å være trygge og aktive i skolehverdagen sin. Funnene i denne studien viser at «Møtes i midten» er en god støttestruktur som kan brukes i ut-

forskende arbeid for å legge til rette for dialog. Studien antas å være til inspirasjon for lærere som ønsker å aktivt bruke «pedagogical link-making» i sin undervisning. Lærerne på denne skolen i Tanzania sier selv at de i større grad har blitt inspirert til å variere sin undervisning. Det å kombinere ulike representasjoner som tale, skrift, todimensjonale modeller, kroppslig bevegelse, praktisk utstyr, dramatisering og konkrete er vesentlig for elevers forståelse. Elevene trenger både øvelse i å snakke det naturfaglige språket, og de trenger Deweys «learning by doing» (1900) for å bli motivert for læring. Disse to komponentene, språk og samhandling, akselererer hverandre (Jakobsson & Kouns, 2022; J. L. Lemke, 2001; Mercer et al., 2019). *“Talking science”*, for å oppsummere med Lemkes egne ord: *“means doing science through the medium of language”* (J. Lemke, 1990, s. ix). Funnene i denne studien antas også å inspirere lærere til å flette sammen de fire læringstrådene i sin naturfag-undervisning. Selv om hovedfunnene i studien er å finne som fremgang i læringstråd 1, om elevers forståelse for stoffer og partikler, og læringstråd 4, om elevers samhandling og kommunikasjon, ser vi også viktigheten av læringstråd 2, utforskende arbeid, og læringstråd 3, som er elevenes bevissthet om naturvitenskapens egenart (NOS). Tidligere studier har vist at fremgang i en læringstråd fører til fremgang i de andre læringstrådene, derfor bør alle de fire læringstrådene flettes sammen og brukes i lag i naturfagundervisningen (Lehrer et al., 2001).

6.2 Implikasjoner

Dersom jeg skal tilbake og gjøre et lignende forskningsprosjekt en annen gang, vil jeg bruke mer ressurser på å få tatt opp gruppesamtaler samtidig. Det hadde vært fint hvis jeg hadde hatt fire enheter som kunne vært i bruk på de fire gruppene. Da måtte jeg også hatt tre andre voksne medarbeidere til å hjelpe meg. Utfordringen er å få gode lydfiler. I skolen i Tanzania er det ikke vindus-glass i vinduene for da blir det altfor varmt inne, så dermed høres alt som skjer på hele skolen til enhver tid. Undervisningsmetoden er som tidligere fortalt at elevene roper høyt pensum i kor ved å gjenta etter læreren. Dermed blir det ekstremt mye «lydstøy» overalt. For å få transkriberbare lydfiler måtte jeg ta en og en gruppe, litt bort fra skolebygget og under trærne. Derfor var det ikke så enkelt å få til flere samtaler om gangen. Jeg brukte også diktafonappen på min egen telefon, og telefon har man vanligvis en av. Men med litt mere ressurser kunne dette lett ordnet seg slik at jeg hadde hatt flere gruppesamtaler samtidig. Det kan jeg prøve å få til en annen gang.

En annen ting jeg ville gjort annerledes ved en senere anledning, er å undervise eksplisitt de 7 grunnreglene for gruppesamtaler til elevene. Dette ble ikke gjort, og undervisningen til elevene kom litt i skyggen av undervisningen til lærerne på skolen, som var det store aksjonsprosjektets fokus. Det var helt nødvendig å prioritere det først, for å få slutt på bruk av «stick'en» (som de slår med). Men nå når lærerne har fått en større forståelse for at det ikke er bra å slå barn, og de har tatt i bruk mer pedagogiske virkemidler, er grunnlaget for å bruke mer tid med å lære barna på plass.

Ellers er det noen få ting jeg ville gjort annerledes dersom jeg skulle gjort dette prosjektet på nytt. Fordi elevene, uten at jeg visste det (på grunn av manglende foreldrebetaling), ble sendt hjem i dag 3 av prosjektet om gass, fikk jeg en gruppesamtale den dagen som jeg ikke kunne bruke. Det var igjen to elever på hver gruppe. Der skulle jeg tatt meg frihet til å endre de eksisterende gruppene, slik at jeg hadde hatt en god gruppesamtale til. I tillegg mangler jeg to spørsmål i to av intervjuene, som jeg rett og slett glemte å stille. Derfor kunne jeg ikke bruke den elevens besvarelser.

Det hadde også vært veldig interessant på et senere tidspunkt å få fulgt opp disse elevene og forsket på deres forståelse for faseoverganger eller kjemiske forandringer, for å sjekke om det at de tidlig i løpet fikk introdusert partikkelmodellen får noen innvirkning på deres senere forståelse. Da måtte jeg ha sammenlignet med en kontrollgruppe som ikke fikk presentert partikkelmodellen så tidlig som disse elevene fikk. De finnes det mange av på skolene i området.

Når det gjelder implikasjoner for videre forskning skulle jeg veldig gjerne i fremtiden dersom jeg fikk anledning og hadde ressurser, sett nærmere på dataene som ble samlet inn i det store aksjonsprosjektet. Der har jeg masse ubearbeidet data som kan jobbes med og publiseres som aksjonsforskning. Drømmen er å kunne jobbe videre med disse dataene, og med de trivelige lærerne og elevene, og fortsette å gi lærerne flere kognitive verktøy og didaktiske ferdigheter. Ellers håper jeg at jeg i fremtiden også kan få bidra til at flere afrikanske barn kan få en **trygg** og **aktiv** skolehverdag uten frykt for å bli slått.

Litteraturliste

- Andersen, R. C., Chinn, C., Chang, J., Waggoner, M., & Yi, H. (1997). On the logical integrity of children's arguments. *Cognition and Instruction*, 15, 135–167.
- Ash, D. (2008). Thematic continuities: Talking and thinking about adaptation in a socially complex classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 1–30. <https://doi.org/10.1002/tea.20199>
- Beeth, M. E. (1998). Teaching for conceptual change: Using status as a metacognitive tool. *Science Education*, 82(3), 343–356. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199806\)82:3<343::AID-SCE3>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199806)82:3<343::AID-SCE3>3.0.CO;2-C)
- Berland, L. K., Schwarz, C. V., Krist, C., Kenyon, L., Lo, A. S., & Reiser, B. J. (2016). Epistemologies in practice: Making scientific practices meaningful for students. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(7), 1082–1112. <https://doi.org/10.1002/tea.21257>
- Blikstad-Balas, M., & Dalland, C. P. (2021). Forskningsdesign—Hva må du tenke på når du skal planlegge et forskningsprosjekt? I E. Andersson-Bakken & C. P. Dalland (Red.), *Metoder i klasseromsforskning—Forskningsdesign, datainnsamling og analyse*. Universitetsforlaget.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Bruner, J. (1971). *The Relevance of Education*. W. W. Norton & Company.
- Burke, L. E. C.-A., Wessels, A., & McAvella, A. (2018). Using Theater and Drama to Expose and Expand the Epistemic Insights of Youth Regarding the Nature of Science. *Research in Science Education*, 48(6), 1151–1169. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9782-z>
- Carey, S. (1999). Sources of conceptual change. I K. Nelson & P. Mille (Red.), *Conceptual development: Piaget's legacy* (s. 293–326). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Crawford, B. A. (2014). From Inquiry to Scientific Practices in the Science Classroom. I N. G. Lederman & S. K. Abell (Red.), *Handbook of Research on Science Education, Volume II* (s. 529–556). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203097267-36>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4. utg.). SAGE publications.
- Dalen, M. (2011). *Intervju som forskningsmetode* (2. utg.). Universitetsforlaget.

- Dewey, J. (1900). *The School and Society and The Child and the Curriculum*. University of Chicago Press.
- diSessa, A. A. (1993). Toward an Epistemology of Physics. *Cognition and Instruction*, 10(2), 105–225. <https://doi.org/10.1207/S1532690XCI1002>
- diSessa, A. A. (2006). A History of Conceptual Change Research: Threads and Fault Lines. I K. Sawyer (Red.), *The Cambridge handbook of: The learning sciences* (s. 265–281). Cambridge University Press.
- diSessa, A. A., Elby, A., & Hammer, D. (2002). J's epistemological stance and strategies. I G. Sinatra & P. R. Pintrich (Red.), *Intentional conceptual change*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. <https://www.scribd.com/document/474929178/diSessa-J-epistemological-stance-and-strategies-pdf>
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Buckingham Open University Press. <https://eric.ed.gov/?id=ED393679>
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (2007). Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8. I *National Academies Press*. National Academies Press.
- Eskilsson, O., & Helldèn, G. (2003). A longitudinal study on 10-12-year-olds' conceptions of the transformations of matter. *Chemistry Education Research and Practice*, 4(3), 291–304. <https://doi.org/10.1039/B2RP90046G>
- Felton, M., & Kuhn, D. (2002). *The Development of Argumentive Discourse Skill* (s. 135–154). <https://doi.org/10.4324/9781410608819-3>
- Fernández, M., Wegerif, R., Mercer, N., & Rojas-Drummond, S. (2002). Re-conceptualizing “scaffolding” and the zone of proximal development in the context of symmetrical collaborative learning. *Journal of Classroom Interaction*, 36 (2/1), 40–54.
- Gudmundsdottir, S. (2001). Narrative Research in School Practice. I V. Richardson (Red.), *Fourth Handbook for Research on Teaching* (s. 226–240). Macmillan.
- Halliday, M. A. K. (2003). Written Language, Standard Language, Global Language. *World Englishes*, 22(4), 405–418. <https://doi.org/10.1111/j.1467-971X.2003.00309.x>
- Harlen, W. (2010). *Principles and Big Ideas of Science Education*. www.ase.org.uk. <https://www.ase.org.uk/bigideas>
- Haug, B. S., & Mork, S. M. (2021). *Nøkkeltbegreper i utforskende arbeid*. Universitetsforlaget.

- Haug, B. S., & Ødegaard, M. (2014). *From Words to Concepts: Focusing on Word Knowledge When Teaching for Conceptual Understanding Within an Inquiry-Based Setting*. <http://ouci.dntb.gov.ua/en/works/4kXdbNEI/>
- Hewson, P. W. (1982). A Case Study of Conceptual Change in Special Relativity: The Influence of Prior Knowledge in Learning†. *European Journal of Science Education*, 4(1), 61–78. <https://doi.org/10.1080/0140528820040108>
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark. *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107. <https://doi.org/10.1080/00461520701263368>
- Hodson, D., & Hodson, J. (1998). From Constructivism To Social Constructivism: A Vygotskian Perspective on Teaching and Learning Science. *The School science review*, 79, 33–41.
- Jakobson, B., & Axelsson, M. (2017). Building a web in science instruction: Using multiple resources in a Swedish multilingual middle school class. *Language and Education*, 31(6), 479–494. <https://doi.org/10.1080/09500782.2017.1344701>
- Jakobsson, A., & Kouns, M. (2022). *Subject-language perspectives on multilingual students learning science*. Accepted to be published in *European Journal of Science and Mathematics Education*.
- Johnson, P. (2002). Children's understanding of substances, Part 2: Explaining chemical change. *International Journal of Science Education*, 24(10), 1037–1054. <https://doi.org/10.1080/09500690110095339>
- Knain, E., & Kolstø, S. D. (2011). Utforskende arbeidsmåter i naturfag – uenighet og tvil som grunnlag for læring. I *Bedre skole* (Bd. 4). <https://utdanningsforskning.no/artikler/2011/utforskende-arbeidsmater-i-naturfag--uenighet-og-tvil-som-grunnlag-for-laring/>
- Knain, E., & Kolstø, S. D. (2019). *Elever som forskere i naturfag* (2. utg.). Universitetsforlaget. <https://www.universitetsforlaget.no/elever-som-forskere-i-naturfag-1>
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J., & Tsatsarelis, C. (2001). Multimodal Teaching and Learning: The Rhetorics of the Science Classroom. *Continuum*.
- Kunnskapsdepartementet. (2017). *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. [Fastsatt som forskrift ved kongelig resolusjon. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020.]. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/verdier-og-prinsipper-for-grunnoppleringen/id2570003/>

- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (3. utg.). Gyldendal Norsk Forlag.
- Larsson, P. N., & Jakobsson, A. (2017). Semantiska vågor – elevers diskursiva rörlighet i gruppsamtal. *Nordic Studies in Science Education*, 13(1), Artikkel 1. <https://doi.org/10.5617/nordina.2739>
- Lederman, N., Abd-El-Khalick, F., Bell, R., & Schwartz, R. (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, 497–521. <https://doi.org/10.1002/tea.10034>
- Lederman, N., & Lederman, J. (2019). Teaching and learning nature of scientific knowledge: Is it Déjà vu all over again? *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1, 6. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0002-0>
- Lehrer, R., Schauble, L., Strom, D., & Pligge, M. (2001). Similarity of form and substance: Modeling material kind. I *Cognition and instruction: Twenty-five years of progress* (s. 39–74). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Lemke, J. (1990). *Talking Science. Language, Learning, and Values*. Norwood: Ablex publishing. <https://www.akademika.no/humaniora/sprak/talking-science/9780893915667>
- Lemke, J. (1998). Multimedia Literacy Demands of the Scientific Curriculum. *Linguistics and Education*, 10(3), 247–271. [https://doi.org/10.1016/S0898-5898\(99\)00009-1](https://doi.org/10.1016/S0898-5898(99)00009-1)
- Lemke, J. L. (2001). Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 296–316. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200103\)38:3<296::AID-TEA1007>3.0.CO;2-R](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200103)38:3<296::AID-TEA1007>3.0.CO;2-R)
- Mehaut, M., & Chomat, A. (1990). Les limites de l' atomisme enfantin: Experimentation d' une demarche d' elaboration d' un modele particulaire par des eleves de college (The limits of childhood atomism: Experimenting with involving eight grader students in elaborating on a particulate model). I *European Journal of Psychology of Education* (Bd. 4, s. 417–437).
- Mercer, N. (1995). *The guided construction of knowledge: Talk amongst teachers and learners*. Clevedon: Multilingual Matters.
- Mercer, N., Hennessy, S., & Warwick, P. (2019). Dialogue, Thinking Together and Digital Technology in the Classroom: Some Educational Implications of a Continuing Line of Inquiry. I *International Journal of Educational Research* (Bd. 97). <https://www.uv.uio.no/iped/english/research/projects/didiac/publications/scientific-articles-/g2019b.html>

- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2009). Inquiry-based science instruction-what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>
- Mkimbili, S. T. (2018). *Learner-Centred Science Teaching in Community Secondary Schools in Tanzania* [Doctoral Dissertation]. University of Oslo.
- Moyo, D. (2009). *Dead Aid. Why Aid Is Not Working and How There Is a Better Way for Africa* (1. utg.). Penguin books.
- Naturfagsenteret UiO. (u.å.). *Gasser, væsker og faste stoffer*. naturfag.no. Hentet 13. mai 2024, fra <https://www.naturfag.no/uopplegg/vis.html?tid=895075>
- Novick, S., & Nussbaum, J. (1981). Pupils' understanding of the particulate nature of matter: A cross-age study. *Science Education*, 65(2), 187–196. <https://doi.org/10.1002/sce.3730650209>
- NRC. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas: Committee on a conceptual framework for new k-12 science education standards*. National Academies Press.
- Papageorgiou, G., & Johnson, P. (2005). Do Particle Ideas Help or Hinder Pupils' Understanding of Phenomena? *International Journal of Science Education*, 27(11), 1299–1317. <https://doi.org/10.1080/09500690500102698>
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative Research & Evaluation Methods* (3. utg.). SAGE Publications, Inc. <https://www.scribd.com/document/370555494/PATTON-2015-Qualitative-Research-Evaluation-Methods>
- Piaget, J. (1985). *The equilibration of cognitive structures: The central problem of intellectual development*. University of Chicago Press.
- Postholm, M. B., & Jacobsen, D. I. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen*. Cappelen Damm Akademisk.
- Rudolph, J. L. (2005). Epistemology for the Masses: The Origins of «The Scientific Method» in American Schools. *History of Education Quarterly*, 45(3), 341–376.
- Rönnebeck, S., Bernholt, S., & Ropohl, M. (2016). Searching for a common ground – A literature review of empirical research on scientific inquiry activities. *Studies in Science Education*, 52, 1–37. <https://doi.org/10.1080/03057267.2016.1206351>
- Sandoval, W., & Reiser, B. (2004). Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88, 345–372. <https://doi.org/10.1002/sce.10130>

- Schoultz, J. (2000). *Att samtala om/i naturvetenskap: Kommunikation, kontext och artefakt*. Filosofiska fakulteten Linköpings Universitet.
- Scott, P., Mortimer, E., & Ametller, J. (2011). Pedagogical link-making: A fundamental aspect of teaching and learning scientific conceptual knowledge. *Studies in Science Education*, 47, 3–36. <https://doi.org/10.1080/03057267.2011.549619>
- Shenton, A. K. (2004). Strategies for ensuring trustworthiness in qualitative research projects. *Education for Information*, 22(2), 63–75. <https://doi.org/10.3233/EFI-2004-22201>
- Smith, C. L., Wiser, M., Anderson, C. W., Krajcik, J., & Coppola, B. (2006). Implications of Research on Children’s Learning for Standards and Assessment: A Proposed Learning Progression for Matter and the Atomic-Molecular Theory. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 14 (1 & 2), 1–98.
- Solerød, E. (1994). *Pedagogiske grunnproblemer i historisk lys*. Tano Aschehoug.
- Staberg, R. L., Tandberg, C., & Grindeland, J. M. (2020). *Biologididaktikk for lærere* (1. utgave). Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Stake, R., & Trumbull, D. (1982). Naturalistic Generalizations. I *Review Journal of Philosophy and Social Science: Bd. 7 (1)* (s. 1–12).
- Utdanningsdirektoratet. (2020). *Læreplan i naturfag (NAT01-04)*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/nat01-04?lang=nob>
- Voll, L. O., Øyehaug, A. B., & Holt, A. (2019). *Dybdeløring i naturfag*. Universitetsforlaget. <https://www.universitetsforlaget.no/dybdelaering-i-naturfag-1>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
- Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and Language*. Cambridge MS: The Massachusetts Institute of Technology.
- Vygotsky, L. S. (1987). Thinking and speech. I R. Rieber & A. Carton (Red.), *The collected works of L. S. Vygotsky; volume 1: Problems of General Psychology* (Bd. 1, s. 39–285). Plenum.
- Wallace, C. S. (2004). Framing new research in science literacy and language use: Authenticity, multiple discourses, and the “Third Space”. *Science Education*, 88(6), 901–914. <https://doi.org/10.1002/sce.20024>
- Wandela, E. L. (2014). *Tanzania post-colonial educational system and perspectives on secondary science education, pedagogy, and curriculum: A qualitative study* [Doctoral dissertation]. DePaul University.

- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., & Novak, J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science. I D. L. Gabel (Red.), *Handbook of research on science teaching and learning* (s. 177–210). New York: Simon & Schuster and Prentice Hall International.
- Webb, T., & Mkongo, S. (2013). Classroom Discourse. In F. Vavrus & L. Barlett (Red.). *Teaching in Tension: International pedagogies, national policies and teachers' practices in Tanzania* (s. 149–168). Rotterdam: Sense publishers.
<https://brill.com/display/book/edcoll/9789462092242/BP000010.xml>
- Wegerif, R. (2001). Applying a dialogical model of reason in the classroom. I R. Joiner, D. Faulkner, D. Miell, & K. Littleton (Red.), *Rethinking Collaborative Learning*. Free association Press.
- Wellington, J., & Osborne, J. (2001). Language and Literacy in Science Education. *Open University Press*.
file:///C:/Users/gh/Downloads/Language_and_Literacy_in_Science_Education.pdf
- Wertsch, J. V. (1991). *Voices of the Mind: A Sociocultural Approach to Mediated Action*. Harvard University Press.
- Wiser, M., & Amin, T. (2001). “Is heat hot?” Inducing conceptual change by integrating everyday and scientific perspectives on thermal phenomena. *Learning and Instruction*, 11(4), 331–355. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(00\)00036-0](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(00)00036-0)
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines*, 17(2), 89–100.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>
- Wæge, K. (2015). Samtaletrekk – redskap i matematiske diskusjoner. I *Tangenten* (Bd. 2). Matematikksenteret.
https://www.matematikksenteret.no/sites/default/files/attachments/Elever%20som%20presterer%20lavt/P3_M4-Waegel-Samtaletrekk-Tangenten-2-2015-Waegel.pdf
- Yore, L., & Treagust, D. (2006). Current Realities and Future Possibilities: Language and science literacy—empowering research and informing instruction. *International Journal of Science Education*, 28, 291–314. <https://doi.org/10.1080/09500690500336973>
- Ødegaard, M., Kjærnsli, M., & Kersting, M. (2021). *Tettere på naturfag i klasserommet: Resultater fra videostudien LISSI* (1. utg.). Fagbokforlaget.
- Øyehaug, A. B. (2014). *Små forskere lærer naturfag: En longitudinell studie av 10-13 åringer naturfagkompetanse i en utforskende kontekst* [Doctoral thesis, Universitetet i Oslo]. <https://brage.inn.no/inn-xmlui/handle/11250/3092998>