

Anne Bergliot Øyehaug is an associate professor at Inland Norway University of Applied Sciences (INN University). She has years of teaching experience in science and science education and has a PhD in science education. Her research interest is within inquiry-based teaching, education for sustainable development and in-depth learning.

Kristin Ebbesen is an assistant professor at Inland Norway University of Applied Sciences (INN University). She has teaching experience in science, physics, and science education. Her research interest is within scientific inquiry and computational thinking in teaching.

Lisa Kristina Lunde is an associate professor at Inland Norway University of Applied Sciences (INN University). She has a background in Biotechnology and a Ph.D. in Molecular neurobiology but has in later years switched to teaching natural science. Her main research interest is within models, modelling in science and problem-solving.

Anne Marit Vesteraas Danbolt is a professor at Inland Norway University of Applied Sciences (INN University). Her research interest is within literacy education, with a specific focus on second language teaching and learning. She has extensive experience in teacher education and has been working with teachers in primary school in several action research projects.

ANNE BERGLIOT ØYEHAUG

Inland Norway University of Applied Sciences (INN University), Norway
nne.oyehaug@inn.no

KRISTIN EBBESEN

Inland Norway University of Applied Sciences (INN University), Norway
kristin.ebbesen@inn.no

LISA LUNDE

Inland Norway University of Applied Sciences (INN University), Norway
lisa.lunde@inn.no

ANNE MARIT VESTERAAS DANBOLT

lisa.lunde@inn.no
anne.danbolt@inn.no

Læreres bruk av spørsmål før gjennomføring av et eksperiment

Abstract

This study analysed data in Norwegian classrooms in which teachers worked with the same materials and classroom activities, investigating teachers' use of strategies to promote interaction and scaffolding when participating in a professional development program (PDP). Data material is collected from four case study teachers. In one lesson in this unit, students were involved in planning an experiment with sprouting seeds, and this (similar) lesson was videotaped in four settings. We investigated how teachers used questions in different inquiry contexts to include students and recognize barriers in student understanding and language. The data analysis shows that teachers ask open, closed, influencing and orienting questions.

The open, orienting questions induce students to generate their own ideas, while closed orienting and influencing questions often scaffold language and understanding of science. The study shows how teachers can use questions to scaffold pupils science literacy and thereby including them in classroom interaction.

INTRODUKSJON

I naturfagundervisningen skal elever inkluderes i og lære om naturvitenskapelige praksiser. Utforskende arbeid som involverer studentene i å formulere spørsmål, utvikle og teste hypoteser, samle inn data og trekke slutninger, har vist seg å øke engasjement og læring (Colburn, 2006; Geier et al., 2008; Hmelo-Silver, Duncan & Chinn, 2007). Baurhoo & Asghar (2014) påpeker at lærere gjennom utforskende arbeidsmåter kan benytte seg av ulike strategier for å motivere elever med ulike forutsetninger til å stille spørsmål, gjøre observasjoner, lage og teste hypoteser, forklare naturfaglige fenomener og kommunisere disse ideene til andre. Mortimer og Scott (2003) peker på at utforskende naturfag handler om forståelse av begreper, kritisk tenkning og argumentasjon, utvikling av teorier og andre viktige trekk ved naturvitenskapen. Elevene kan for eksempel lage modeller, prøve å forklare med egne ord og bruke data til å argumentere. Slike aktiviteter vil føre til at de må bruke det naturvitenskapelige språket (Lee et al., 2013). Elevene trenger også hjelp til å bevege seg mellom lærerstyrt utforskende undervisning og mer elevstyrte aktiviteter, og de må tilbys relevante støttestrukturer (Biggers, 2018).

Noen studier viser imidlertid at lærere ofte står overfor utfordringer når de samhandler med elever i naturfagundervisningen. For eksempel observerte Roehrig og Luft (2004) at måten lærere stilte spørsmål på ble begrenset av elevens forventninger om at lærerne skulle gi dem de riktige svarene. Videre viser TIMSS-data at det er lite bruk av naturvitenskapelige praksiser i Norge i forhold til de fleste andre land (Mullis et al., 2020). Det er dermed behov for kunnskap om hvordan lærere kan støttes til å ta i bruk strategier som fremmer utvikling av naturvitenskapelig forståelse og naturvitenskapelig språk når elevene jobber utforskende. Enkelte studier har nylig undersøkt bruk, planlegging og implementering av undervisningsmateriale i utforskende naturfag på barnetrinnet (for eksempel Edelson et al., 2021), mens andre har prøvd ut undervisningsmaterielle for elever på barnetrinnet som fremmer både utforskende arbeidsmåter og språklæring (Lee et al., 2019., Ødegaard et al., 2016).

Det er imidlertid forsket lite på hvordan lærere på barnetrinnet støtter elevene i spesifikke sammenhenger som for eksempel i forberedelsen til eksperimenter. I denne studien fokuserte vi på hva slags strategier barneskolelærere bruker for å involvere og støtte elevenes læring og språkutvikling i forberedelsen av et eksperiment med spirende frø. Studien er en del av prosjektet «*Inclusive Science Teaching in Multilingual Classrooms – A Design Study*», der barnetrinns lærere deltok for å lære mer om hvordan de kunne støtte elevenes språkutvikling i naturfag. I forbindelse med prosjektet ble det utviklet kurs og materiell som ga verktøy og ideer om ulike utforskende aktiviteter og om hvordan en kunne involvere og støtte de ulike elevenes naturfaglige forståelse og språklige utvikling. Danbolt (2020) undersøkte lærerne som deltok denne studien, og de oppfattet den muntlige dialogen som et av sine viktigste verktøy. I denne artikkelen ser vi på fire norske lærere som hadde deltatt på flere kursdager som og hadde tilgang på undervisningsmaterielle.

Man kan si at disse lærerne forventes å ha et større repertoar av strategier som kan bidra til elevenes aktive deltakelse, naturvitenskapelige forståelse og språkutvikling. De fire lærerne i studien underviser en og samme aktivitet beskrevet i undervisningsmaterialet; elevene deler tanker om hva de tror kjennetegner spirende frø og planlegger et eksperiment der de skal teste hva frø trenger for å spire. Vi ønsket å finne ut hva slags spørsmål lærere stiller i denne konteksten.

Derfor stilte vi følgende forsknings spørsmål:

- Hva kjennetegner spørsmål lærere på barnetrinnet stiller elever i forberedelsen til et eksperiment med spirende frø?
- Hvordan og i hvilken grad stiller læreren spørsmål som støtter elevenes bruk av språk og naturfaglig forståelse før og under planleggingen av et eksperiment?

TEORETISKE PERSPEKTIVER

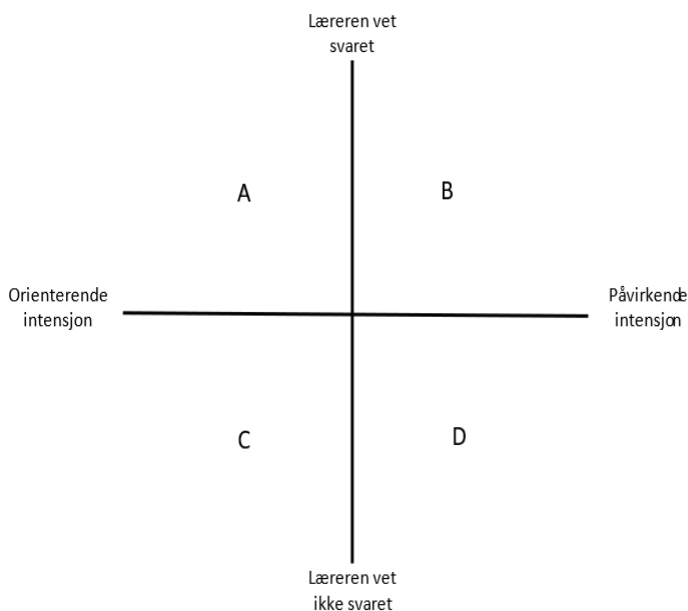
Spørsmål som støtte for å forstå naturvitenskapelige praksiser

Elever på barnetrinnet vil ofte ha problemer med å sette seg inn i helt åpne utforskende arbeidsmåter, og det gjør det vanskelig å inkludere alle elever i slik undervisning. Zacharia et al. (2015) hevder at det å delta i og forstå vitenskapelig praksiser byr på flere utfordringer, spesielt når elever skal planlegge eksperimenter. Zion et al. (2004) og Klahr og Nigam (2004) peker på at det er viktig å støtte både elevenes naturvitenskapelige forståelse og ferdigheter når elever arbeider utforskende. I forskningssprosjektet *Forskerfotter og leserotter* ble utforskende arbeidsmåter for eksempel delt inn i fire faser, en forberedende fase, en datafase, en diskusjonsfase og en kommunikasjonsfase. Disse fire fasene er gjenkjennbare som strategier i naturvitenskapelig forskning, og den forberedende fasen innebærer spørsmålsstilling, undring, planlegging og hypotesedanning (Ødegaard et al., 2016). Når elevene i den forberedende fasen skal planlegge eksperimenter, forventes det for eksempel at de identifiserer uavhengige og avhengige variabler, samt spesifiserer hvilken uavhengige variabel de skal undersøke. Elever som har utfordringer med å identifisere relevante uavhengige og avhengige variabler og med å foreslå relevante metoder, vil også ha problemer med å formulere relevante hypoteser (Arnold et al., 2014; Pedaste et al., 2015).

Flere studier peker på at det å stille spørsmål kan være en viktig strategi for å støtte elevers forståelse av og ferdigheter i naturvitenskapelige metoder (for eksempel Chin, 2007). I studier av lærerspørsmål har det vært vanlig å kategorisere spørsmålene lærerne stiller elevene. Nystrand et al., (1997) definerte for eksempel åpne spørsmål som spørsmål som ikke har ett spesifikt svar, men som kan besvares på forskjellige måter. Et lukket spørsmål ble definert som et spørsmål med ett «endelig svar» (Nystrand et al., 1997). Andersson-Bakken (2015) hevder det viktigste for klasseromsdialog er å følge opp både åpne og lukkede spørsmål med dyptgående spørsmål.

Ulleberg og Solem (2018) har utviklet en modell med ulike kategorier av spørsmål til bruk i matematikkundervisning, som er basert på en lignende modell for å stille spørsmål innen terapi, veiledning og ledelse (Hornstrup, Tomm & Johansen, 2009). Formålet med den opprinnelige modellen var å tvinge fagpersonen til å reflektere over og avklare formålet med spørsmålene som ble stilt. Ulleberg og Solems (2018) modell (se figur 1) er tilpasset lærerspørsmål og har to hovedakser. Endepunktene på den vertikale akse er “Læreren vet svaret” og “Læreren vet ikke svaret”, og kan knyttes til såkalte åpne og lukkede spørsmål. Det vil imidlertid være flytende overganger mellom lærerens forventninger til svaret. Noen ganger vet læreren nøyaktig hva svaret er; i andre situasjoner er noen svar mer korrekte enn andre, men kan formuleres på forskjellige måter. Og i noen tilfeller er svaret ukjent for lærer som virkelig er nysgjerrig på hva eleven har å si.

På den horisontale akse er fokuset på intensjonen eller formålet med spørsmålet. På den ene siden av akse er lærerens intensjon med spørsmålet å orientere seg om hva elevene tenker («orienterende intensjon»), hva de husker, hva slags kunnskap de har osv. På den andre siden av akse er lærerens intensjon med spørsmålet å påvirke elevenes tenkning («påvirkende intensjon»). Dette inkluderer spørsmål som stimulerer elevene til å tenke videre, utforske, forklare, rettferdiggjøre og oppdage nye forbindelser. De to aksene danner et kors med fire akser, og dermed fire spørsmålstyper (se figur 1).



Figur 1: Spørsmål med ulike hensikter (omarbeidet fra Ulleberg og Solem, 2018)

Ulleberg og Solem (2018) diskuterer hvordan ulike spørsmålstyper påvirker klassesamtalen og hvordan modellen kan være et analytisk verktøy for å utvikle og analysere dialoger i matematikk. Spørsmål kan være et verktøy for å oppnå inkluderende undervisning ved å involvere elever, bidra til å utvikle språket og til å forstå essensen i naturvitenskapelige eksperimenter.

Inkluderende naturfagundervisning

Walkowiak et al. (2018) har nylig pekt på at naturfagundervisning kan bidra til at flere elever blir inkludert i fagspesifikke læringsprosesser. Når elevene deltar i utforskende arbeidsmåter, kan de stimuleres til å stille spørsmål, formulere hypoteser, observere og deretter reflektere over naturvitenskapelige fenomener. Stinken-Rösner et al. (2020) foreslår en teoretisk tilnærming som kombinerer inkluderende undervisning og naturfagdidaktikk, og fokuserer på tre viktige perspektiver for å inkludere elever i naturfagundervisningen: anerkjenne mangfold, muliggjøre deltakelse og gjenkjenne barrierer.

For det første er det viktig å *anerkjenne mangfold* i elevgruppa. Når det er mangfold i en gruppe, for eksempel ved at elevene har ulike førstespråk, blir dette sett på som en ressurs og gir muligheter for både individuell og læring i et felleskap. Florian og Spratt (2013) hevder at ulike elever bør dele egne tanker og erfaringer, fordi elevene kan lære av hverandre når de samarbeider. Alvarez et al. (2022) peker videre på at dialoger om faglig innhold kan bidra til at elever lærer mer, spesielt gjelder dette flerspråklige elever. Naturvitenskapen handler om både forklaringer og observasjoner, og det er viktig å få fram mangfoldet av elevenes ideer og forventninger. Jakobsson og Kouns (2023) fant for eksempel at samtaler i små grupper kan bidra til å styrke flerspråklige elevers naturfaglige forståelse og språkutvikling. For å orientere seg om hvilke spørsmål elevene har, hva de tenker og hva slags kunnskap de har kan læreren stille spørsmål til de ulike gruppene (Ulleberg & Solem, 2018). Læreren kan så bruke disse gruppesamtalene som utgangspunkt for påfølgende diskusjoner, og på den måten får de fram mangfoldet i elevenes tanker og kunnskaper.

For det andre bør *undervisningen legge til rette for deltakelse*. Det kan altså legges til rette for situasjoner der barn er språklig aktive og samarbeider om relevante naturvitenskapelige praksiser (Rott & Marohn, 2018). Læreren kan strukturere samtaler knyttet til eksperimenter og demonstrasjoner på en måte som fremmer refleksjon og læring (Lemke, 1990; Wellington & Osborne, 2001). De kan stille spørsmål og respondere på elevenes utsagn på kvalitativt forskjellige måter ved å bruke både orienterende og påvirkende spørsmål (Ulleberg & Solem, 2018). Klasseromsdialogen blir ofte sett på som en triadisk dialog, på grunn av en tredelt spørsmål-svar-tilbakemelding sekvens (Lemke, 1990; Mehan, 1979; Sinclair & Coulthard, 1975). Kolstø (2016) foreslår å bruke aktiverende og idègenerende dialoger der forkunnskaper, erfaringer og ideer trekkes frem. Gjennom kontrastfylte situasjoner og forsøk på å få fram ideer til forklaringer, kan man få til diskusjoner og deltagelse på grunnlag av elevenes forkunnskaper og tidligere erfaringer.

For det tredje er det viktig å *gjenkjenne barrierer* når elever lærer om naturvitenskapens produkt og prosess. En strategi for å gjenkjenne barrierer kan være å stille spørsmål for å avdekke elevenes forståelse. Da vil læreren kunne identifisere om elevene har misoppfatninger eller manglende kunnskap. Det å kun korrigere elevenes oppfatninger og erstatte den med den korrekte, vitenskapelige forklaringen er imidlertid ikke sett på som særlig effektivt (Posner et al., 1982; Özdemir & Clark, 2007). Hardman (2008) understreker at for å fremme utforskende dialog- og samtaleformer, må lærer stille spørsmål av høyere orden, og ha strategier for tilbakemelding som støtter elevens egen tenkning og argumentasjon. Biggers (2018) peker på at det å stille spørsmål er helt grunnleggende i naturvitenskapens egenart, og at dette derfor må innlemmes allerede i barneskolen. Det å stille relevante spørsmål kan bidra til utvikling av elevenes evne til å tenke kritisk og kan styrke deres forståelse (Croom & Stair, 2005). Videre kan lærernes bruk av spørsmål hjelpe elevene å koble det de allerede har kunnskap om til nye ideene som presenteres for dem. Scott et al. (2011, s. 4) refererer til slike strategier som pedagogiske koblingsstrategier. Spørsmålene lærerne stiller og måten de blir stilt på kan i stor grad påvirke elevenes tenkning når de prøver å forstå nye fenomener og naturvitenskapelige prosesser (Chin, 2007). Kawalkar og Vijapurkar (2013) presenterer ulike kategorier av spørsmål som tar utgangspunkt i en naturlig progresjon i naturvitenskapelige praksiser. De peker på at en viktig hensikt med spørsmål når elever deltar i slike praksiser er å fremkalle elevenes ideer, observasjoner og tidligere kunnskap og å hjelpe elevene dem å artikulere disse.

Videre peker Brown og Spang (2008) på at de grammatiske egenskapene, betydningen av ord og de typiske semantiske mønstrene (Lemke, 1990) som er typisk for det naturvitenskapelige språket, skaper vanskeligheter og kan være en barriere for elever. Wallace (2004) peker på at hvis utviklingen av et språk (her det naturvitenskapelige språket) skal gjenspeile autentisiteten til et fagområde (her naturvitenskapens egenart og relevans i samfunnet), så forutsetter det at elevene får bruke sitt autentiske språk. For å få elevene til å utvikle seg fra å bruke hverdagspråk til vitenskapsspråk, må de få uttrykke seg gjennom et språk som er meningsfullt for dem, samtidig som de lærer nye begreper og nye måter og snakke og skrive på (for eksempel å formulere hypoteser og å planlegge eksperimenter). Tan et al. (2012) hevder at lærere som underviser naturfag bør ha kunnskap om hvordan de kan gi elevene mulighet til å koble naturfaglig innhold til det språket og de erfaringene de har utenfor skolen. Vi kan si at språket befinner seg i en "hybrid plass" og at det kan beskrives som et "hybridspråk" (Lemke, 2004; Nygård Larsson & Jakobsson, 2020). Karlsson, Nygård Larsson og Jakobsson (2021) viser for eksempel at de flerspråklige elevene som oppmuntres til å bruke hele sitt språklige repertoar ofte bruker sitt førstespråk for å uttrykke hverdags erfaringer som en støtte for å utvikle fagspesifikt språk. Når læreren tilbyr hjelp til utviklingen av det naturvitenskapelige språket, kan vi definere det som en språklig støttestruktur (Smit et al., 2013). Slike støttestrukturer kan planlegges (for eksempel bruk av skriverammer og begrepsvegg), eller de kan skje mer spontant i interaksjon med elever i klasserommet (f.eks. omformulering av elevutsagn eller be om mer presise formuleringer). I norsk kontekst peker Haug og Ødegaard (2014) på betydningen av å be elever bruke bestemte begreper når de formulerer setninger. Xu og Harfitt (2019) utviklet kategorier av responser («conceptual scaffolds») for å forstå hvordan lærere bruker språket for å bidra til elevenes naturfaglige forståelse. Eksempler på slike responser er mediering (for eksempel ved å sammenlikne vitenskapsspråk med hverdagspråk), be om utdyping, oversette, fremkalle diskusjon og det å tilbakeholde informasjon.

METODE

Bakgrunn

Dataene som presenteres i denne artikkelen har sin opprinnelse i NordForsk-prosjektet “*Inclusive Science Teaching in Multilingual Classrooms - A Design Study*” (heretter kalt NordForsk-prosjektet). Prosjektet var et tverrfaglig samarbeid mellom forskere og lærerutdannere fra Nederland, Sverige og Norge. I tillegg deltok barnetrinnslærere fra de tre landene frivillig. Lærerne var interessert i å lære mer om hvordan de kunne støtte elevers språkutvikling i naturfagundervisningen. I hvert land samarbeidet nasjonale forskerteam med barnetrinnslærere, og basert på læreplaner i de tre land ble det utviklet undervisningsmaterieill til tre tematiske enheter: om lyd, og teknologi og design, og om planter og frøspiring. Prosjektet fulgte prinsippene for designbasert forskning (DBR) (for eksempel Bakker, 2018), og empiriske funn bidro til utvikling av undervisningsmaterieill. Deltakende lærere i Nederland, Sverige og Norge deltok på fire kursdager. På disse kursdagene fikk lærerne innføring i det naturfaglige innholdet inkludert utforskende aktiviteter, og de ble kjent med strategier for å fremme elevers muntlige deltagelse, naturfaglige tenkning og språklige utvikling. Lærerne ble oppfordret til å tilpasse undervisningsaktivitetene til egen klasse for å gjøre læringsprosessen meningsfull og nyttig for egen undervisning.

Datainnsamling

I denne studien har vi hentet data fra den norske delen av NordForsk-prosjektet. I en av undervisningsenhetene skulle elevene diskutere hva frø trenger for å spire og utføre et eksperiment med spirende frø. Datamaterialet er transkripsjoner fra lærerledede klasseromssamtaler på ca. 55-70 minutter fra denne undervisningsenheten. Dataene i denne studien er hentet fra fire norske lærere (med fiktive navn Amanda, Beate, Carsten og Dina) som gjennomfører denne økten. De fire lærerne hadde alle naturfag i sin lærerutdanning, var mellom 35 og 52 år og hadde mer enn fem års erfaring fra undervisning på mellomtrinnet. Elevene var mellom 10 og 13 år gamle, og mellom 10 og 25 % var flerspråklige. Undervisningsmaterialet la vekt på at lærerne skulle tilby interaktiv språkstøtte i samhandling med elevene, og i tabell 1 vises eksempler på slik språkstøtte.

Tabell 1: Strategier for språkstøtte (basert på Smit et al., 2013)

Strategi støtte	Eksempel
naturvitenskapelig språk	
Reformulere elevenes uttrykk i et mer naturfaglig språk	Elev: Vi kan prøve å sette ett frø i jord og et frø i vann Lærer: Å, ja. Da kan du teste spiring i ulike forhold "
Gjenta riktige elevuttalelser	Elev: Vi kan sammenligne hva som skjer med frø i solen og et frø i mørket Lærer: Ja, på den måten kan vi sammenligne to forskjellige tilstander"
Referere til eller presenter spesielle ord eller formuleringer	Elev: Jeg må putte frø i jorda i to beholdere, en i solen og en i mørket Lærer: Ja, det er riktig. Det er viktig at kun en faktor er forskjellig (lys eller ikke) i de to eksperimentene, og alt annet er det samme -samme beholder, samme jord, samme type frø, samme temperatur
Tydeliggjøre kvaliteten på elevens bidrag	Elev: Jeg tror at frøet vil spire i solen, fordi plantene trenger solen for å vokse Lærer: Det var veldig godt forklart. Men vi må vente på resultatet for å finne ut om det stemmer
Be om å forklare med egne ord	Elev: Ja, jeg er enig Lærer: Kan du forklare hvorfor du er enig med dine egne ord
Be om å forbedre språket	Elev: Jeg tror ikke frøet vil spire i kjøleskapet Lærer: OK. Kan du også fortelle meg årsaken til hypotesen din? Begrunnelsen bør være med i hypotesen

I beskrivelsen av undervisningsøkten anbefales lærerne å stille åpne spørsmål og la elevene snakke i små grupper, både om faktorer som er relevante for frøspiring og om prosedyrer i eksperimentet. I materialet gis det eksempler på hvordan læreren skal få elevene til å reflektere over hva et frø trenger for å spire og hva som er viktig i kontrollerte eksperimenter. Det understrekes det at alle faktorer skal være de samme bortsett fra faktoren eleven skal undersøke (den uavhengige variabelen).

Analyse av data

I undersøkelsen av lærernes spørsmål, identifiserte vi fire hovedfaser der dialoger foregikk: identifikasjon av kjennetegn ved frø og planter, klargjøring av hva frø trenger for å spire, diskusjon om hva som kjennetegner eksperimenter og formulering av forskningsspørsmål og hypoteser. Disse fasene foregikk ikke alltid i kronologisk rekkefølge. For å svare på hovedspørsmålet identifiserte vi hyp-pigheten av spørsmål lærerne stilte i de fire fasene. Videre analyserte vi de fire lærerens bruk av spørsmål i de fire fasene. Tilnærmingen til dataene har vært delvis deduktiv, ved at begreper fra tidligere forskning på klasseromssamtaler ble inkludert i kodingsprosessen (Thagaard, 2018).

Ulleberg og Solems modell ble et analytisk verktøy for å analysere spørsmål som lærerne stilte. Vi analyserte de fire lærernes bruk av spørsmål i fire hovedkategorier (se figur 1). I tabell 2 er disse kategoriene og typiske eksempler fra våre data beskrevet mer detaljert.

Tabell 2: Kategorier av lærerspørsmål (jf. Ulleberg & Solem, 2018)

Kategori	Lukket orienterende (type A)	Lukket påvirkende (type B)	Åpent orienterende (type C)	Åpent påvirkende (D)
Beskrivelse	Lærer vet svaret, det er (omtrent) bare et svar som er riktig og hensikten er å avdekke dette	Lærer vet svaret, og hensikten er å påvirke og utfordre elevens tenkning i en bestemt retning	Læreren vet ikke svaret, og hensikten er å orientere seg i hvordan elevene tenker	Læreren vet ikke svaret og hensikten er å utfordre elever til å tenke videre uten å lede dem
Eksempel	<i>Hvis det er sol vi skal teste, er det den eneste faktoren som skal være forskjellig?</i>	<i>Hva får det ene frøet til vokse forttere enn det andre? Hva forårsaker det?</i>	<i>Kan jeg få høre hva dere har snakket om? Hva trenger et frø?</i>	<i>Du sier at frøet trenger vann for å spire. Har du noen tanker om hvordan vi kan undersøke det?</i>

De spørsmålene som læreren visste svaret på og der hensikten så ut til å være å orientere seg for å avdekke riktig svar, ble kategorisert som lukkede med «orienterende intensjon», altså type A-spørsmål. Et eksempel var type A-spørsmål der det korrekte svaret var ja eller nei (se eksempel i tabell 2). Spørsmål som læreren visste svaret på, og der hensikten så ut til å være å påvirke og utfordre elevens tenkning i en bestemt retning ble kategorisert som lukkede med «påvirkende intensjon», altså type B-spørsmål. For eksempel ba læreren ofte elevene om å utdype om bestemte faglige perspektiver (se eksempel i tabell 2). Lærerne stilte noen spørsmål de ikke visste svaret på, for eksempel når elevene hadde diskutert i små grupper. Hensikten så ut til å være å orientere seg i elevenes tenkning (se eksempel tabell 2). Slike spørsmål ble kategorisert som åpne med «orienterende intensjon», altså type C-spørsmål. En annen type spørsmål lærerne ikke visste svaret på, var åpne spørsmål med «påvirkende intensjon», altså type D-spørsmål. Hensikten så ut til å være å utfordre elevene uten å lede dem, gjerne ved å be dem reflektere over hvordan de kunne undersøke hva et frø trenger for å spire (se tabell 2).

De fire kategoriene spørsmål vil på ulike måter kunne bidra til at elevene blir inkludert i undervisningen. A- og B-spørsmål ble imidlertid ofte stilt som respons til elevenes utsagn. Vi valgte derfor å undersøke mer i detalj hvordan A- og B-spørsmål støttet elevenes naturfaglige forståelse og språkutvikling. Selv om slik støtte ofte forekommer samtidig og det er vanskelig å skille naturfaglig forståelse og språkutvikling, valgte vi av analytiske grunner å skille dem. I analysen av hvordan lærere støttet elevenes naturvitenskapelige forståelse, sorterte vi spørsmålene i kategorier relevante for deltagelse i ulike faser av utforskende arbeidsmåter. Vår analyse ble inspirert av et rammeverk med kategorier av slike spørsmål brukt av Kawalkar og Vijapurkar (2013). Kategoriene er beskrevet i tabell 3.

Tabell 3: Kategorier for spørsmål for å fremme naturvitenskapelig forståelse (basert på Kawalkar & Viljepurkar, 2013)

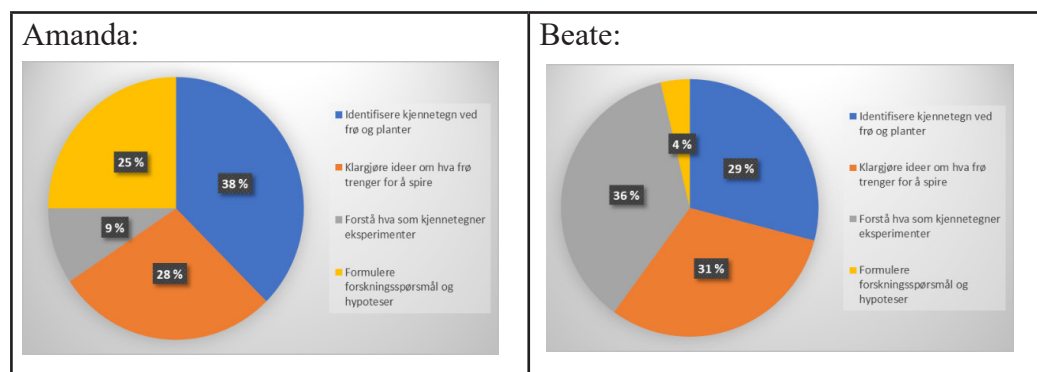
Kategori	Beskrivelse
Erindre fakta	Spørsmålet bidrar til at elevene må erindre faktakunnskaper, erfaringer eller ferdigheter
Klargjøre	Spørsmålet bidrar til elevene må klargjøre egne synspunkter eller tanker
Ta utgangspunkt i observasjoner	Spørsmål bidrar til at elevene må ta utgangspunkt i observasjoner
Ber om utdyping	Spørsmålet bidrar til at elevene på utdype eller forklare naturvitenskapelige fenomener eller ideer
Koble to ideer	Spørsmålet bidrar til at elevene må koble begreper eller ideer
Stimulere til tenkning	Spørsmålet bidrar til at elevene blir presset til å tenke videre og finne evidens for argumentene sine
Hinte. Påvirke mot bestemte perspektiver	Spørsmålet henter mot bestemte perspektiver

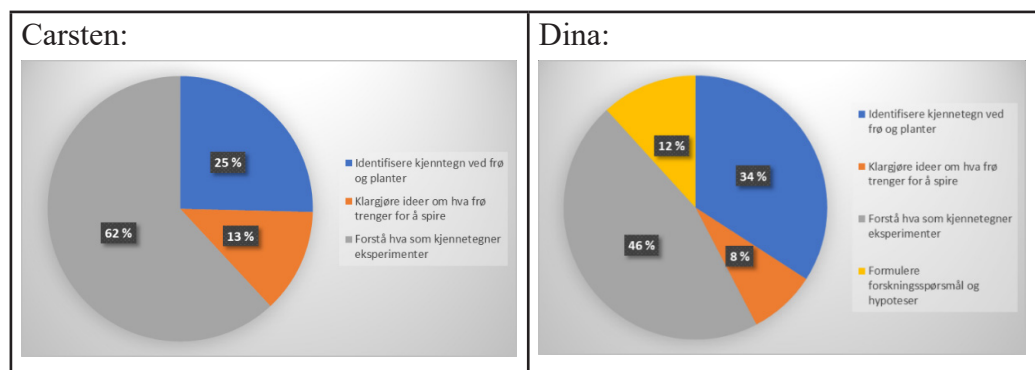
I analysen av hvordan lærerne støttet det naturvitenskapelige språket, identifiserte vi spørsmål og kodet disse etter strategiene for språkstøtte (Smit et al., 2013) fra undervisningsmateriellet (se tabell 1). En studie i dette NordForsk-prosjektet undersøkte lærernes spørsmål i den samme undervisningsøkningen, men med lærere fra både Norge, Sverige og Nederland (en fra hvert land). Det ble bruk samme kategorier i analysen av lærerespørsmål, men det ble gjort en mer dyptgående analyse av dialogene mellom lærer og elever (Øyehaug et al, submitted).

RESULTATER

Læreres bruk av ulike spørsmål når elever planlegger eksperimenter

Det var fire faser i undervisningsøkta om spirende frø (se metode). I figur 2 ser vi en oversikt over fordelingen av lærenes spørsmål i de fire fasene.





Figur 2. Lærers bruk av spørsmål i ulike faser av en undervisningsøkt der elever planla et eksperiment med spirende frø (identifisere kjennetegn ved frø og planter, klargjøre ideer om hva frø trenger for å spire, forstå hva som kjennetegner eksperimenter; formulere forsknings spørsmål og hypoteser) (%)

De fire lærerne i studien stilte ulikt andel av spørsmål i de fire fasene (figur 2). For eksempel stilte Carsten ingen spørsmål om forsknings spørsmål og hypoteser i økta, mens de aller fleste av Dinas spørsmål handlet om kjennetegn ved eksperimenter. Videre stilte lærerne både lukkede og åpne spørsmål til elevene. I tabell 4 under ser vi en oversikt over de fire lærernes bruk av ulike typer spørsmål i undervisningsøkta om spirende frø.

Tabell 4: Læreres bruk av spørsmål i en undervisningsøkt om spirende frø (% og antall)

Lærer	Totalt antall spørsmål	Lukket orienterende (type A)	Lukket påvirkende (type B)	Åpent orienterende (type C)	Åpent påvirkende (type D)
Amanda	65	30 (46%)	16 (25%)	17 (26%)	2 (3%)
Beate	53	28 (52%)	13 (25%)	10 (19%)	2 (4%)
Carsten	62	22 (35%)	26 (42%)	7 (11%)	6 (9%)
Dina	85	46 (54%)	19 (22%)	13 (15%)	7 (8%)

Alle fire lærerne stilte A, B, C og D spørsmål. Amanda, Beate og Dina stilte flest lukkede, orienterende spørsmål (type A, mellom 35 og 54 %) for å finne ut om eleven svarte korrekt. De fleste av de lukkede, orienterende spørsmålene (type A) gikk ut på å erindre kunnskap, klargjøre tanker eller å bekrefte det læreren foreslo (elevene kunne svare ja eller nei) om kjennetegn ved frø og planter, om hva et frø trenger for å spire, om hva som er typisk for eksperimenter, forsknings spørsmål og hypoteser (*Næring er inne i frøet, er vi enige om det? Alt annet er likt, ikke sant? Men du tror at frøet ikke kommer til å spire?*).

De fire lærerne stilte også en del lukkede, påvirkende spørsmål (type B, mellom 22 og 42 %). De lukkede påvirkende spørsmålene (type B) ble stilt for å få bidra til mer forståelse av kjennetegn ved frø og planter, om hva et frø trenger for å spire, om hva som er typisk for eksperimenter og om forsknings spørsmål og hypoteser (*Hva er hensikten til røttene? Hva mer trenger frøet? Hva gjorde de for å faktisk finne ut hvorfor den ene planten vokste bedre enn den andre? Hvorfor tror du det*

(foreslått hypotese)?). Carsten stilte flere slike lukkede, påvirkende spørsmål enn de andre. Han ba ofte elevene om å utdype påstandene sine, ofte sammen med at han prøvde å påvirke elevene mot bestemte perspektiver.

Mellom 11 og 26 % av lærernes spørsmål var åpne orienterende (type C), og lærerne stilte slike åpne spørsmål for å orientere seg i hvordan elever tenkte om hva frø trenger for å spire eller hva slags spørsmål og hypoteser de ville undersøke (*Hva diskuterte dere i gruppene eller? Hvilke prosedyrer ... Hva snakket dere om?*). Både Amanda, Carsten og Dina stilte også åpne, orienterende (type C) spørsmål for å hjelpe elevene til å klargjøre hva frø trenger for å spire, og de lot elever snakke sammen i små grupper. Beate stilte et liknende spørsmål, men uten at elevene snakket sammen i grupper. De fire lærerne gav ordet til flere av elevene og repeterte det de sa om relevante faktorer for frøspredning. Amanda stilte i tillegg elevene åpne orienterende spørsmål (type C) når elevene så på en film med et spirende frø (*Hva skjer her? Hva snakket dere om?*).

De fire lærerne stilte færrest åpne, påvirkende spørsmål (type D; mellom 3 og 8%). Det så ut til at lærerne stilte slike spørsmål for å påvirke elevene til å uttrykke seg fritt og for å stimulere tenkning når de skulle planlegge frøeksperimentet (*Hvordan kan vi teste hva et frø trenger for å spire? Hvordan skal dere gjøre det da? Hva snakke dere om i planleggingen?*).

I den videre analysen viser vi hvordan de lukkede orienterende og påvirkende spørsmålene (A og B) støttet naturvitenskapelig forståelse og språkutvikling i de ulike fasene i undervisningsopplegget.

Spørsmål for å identifisere kjennetegn ved frø og klargjøre hva frø trenger for å spire

Alle lærerne stilte spørsmål som handlet om kjennetegn ved frø og klargjøring av hva frø trenger for å spire.

Spørsmål som støtter elevenes naturvitenskapelige forståelse

Lærerne brukte ulike strategier for å støtte elevens naturvitenskapelige forståelse når de stilte spørsmål som respons til elevens utsagn om frø og frøspiring. Dina stilte for eksempel et lukket, orienterende spørsmål (type A) som tok utgangspunkt i observasjoner fra filmen om et frø som spirer (*Den som er helt oppe på stilken der vil du kalle en blomst?*). I noen tilfeller ba læreren eleven om å utdype (lukket, påvirkende spørsmål, type B) om det de allerede hadde sagt (for eksempel Carsten; *Ja, den kapselen falt av. Og hva skjedde med bladet da?* og Beate; *Du sier frøet trenger sol og så sier du nei det trenger det ikke. Hvorfor ombestemte du deg?*). I det siste eksemplet stimuleres også elevens tenkning. Noen spørsmål hadde til hensikt å klargjøre elevenes forståelse av hva et frø trenger for å spire. Et eksempel er Anna som stilte følgende to spørsmål (begge lukket orienterende, type A):

Så selve frøet trenger ikke lys for å spire?

Frøet trenger det for å gjøre fotosyntese, ja, men gjør den fotosyntese, når den spirer?

Sistnevnte spørsmål kobler i tillegg begrepene fotosyntese og spiring. Amanda og Beate stilte flere liknende spørsmål. Imidlertid var det ingen av lærerne som stilte utfordrende spørsmål som berørte hva som var relevante og mulige faktorer å undersøke.

Spørsmål som støtter både elevenes naturvitenskapelige forståelse og språk

Lærerne brukte ulike strategier for å støtte språkutvikling når de stilte spørsmål som respons til elevens utsagn om frø og frøspiring. For eksempel oppfordret de elevene til å bruke eller omtale bestemte begrep når de stilte spørsmål fra filmen om et spirende frø (frø, kime, frøhvite, frøskall, spire). Amanda stilte for eksempel spørsmålet; *At røttene begynner å vokse ut, at han bryter seg ut av det frøet sitt. Hva kalte du det frøet som han bryter seg ut av?* (lukket orienterende, type A). I tillegg reformulerte lærerne ofte det elevene hadde sagt, og brukte det som innledning til spørsmålet. For eksempel reformulerte Dina det eleven sa om frø og frøskall, og ba elevene om å forklare med egne ord på denne måten: *Et frø har et frøskall, og hva er da funksjonen til frøskallet? Hvorfor i all verden har frøet*

et skall? (lukket påvirkende, type B). I tillegg tok hun utgangspunkt i et bestemt begrep (frøskall). Når lærerne stilte spørsmål for å oppfordre elevene til å formulere seg om hva frø trenger for å spire, repeterte eller reformulerte de ofte elevenes utsagn. For eksempel stilte Carsten følgende spørsmål som respons til en elev som foreslo temperatur som en faktor for frøspiring: *Temperaturen ja, kan temperaturen ha noe å si? For hvordan et frø kan vokse opp eller ikke?* (lukket orienterende, type A).

Mange av spørsmålene lærerne stilte som støttet språkutvikling, kan også ha påvirket naturvitenskapelig forståelse. For eksempel repeterte Beate elevens utsagn om at frøet trenger lys (støtte språkutvikling) på denne måten; *Lys. Og hvor får den det fra?* (lukket orienterende, type A). Samtidig ba hun eleven om å klargjøre, altså en strategi for å støtte naturvitenskapelig forståelse. Et annet eksempel er Amanda som stilte følgende spørsmål som respons til en elev som foreslo at frøet trenger varme: *Frøet trenger varme sier du. Men hva mere trenger det?* (lukket påvirkende, type B). Hun repeterer dermed elevens utsagn (støtte språkutvikling) og ber hen å forklare med egne ord (støtte språkutvikling og naturvitenskapelig forståelse).

Spørsmål som handler om kjennetegn ved eksperimenter

Lærerne stilte mange spørsmål som handlet om kjennetegn ved eksperimenter.

Spørsmål som støtter elevenes naturvitenskapelige forståelse

Dina og Carsten stilte flest spørsmål for å støtte forståelse av hva som kjennetegner eksperimenter. For eksempel stilte Dina følgende spørsmål for å klargjøre typiske kjennetegn ved eksperimenter; *Den ene skal få mer vann enn den andre. Er alt det andre likt?* (lukket, orienterende type A). Mange spørsmål handlet om den uavhengige variabelen, (for eksempel lys, vann eller temperatur) og at det er denne som varierer i et eksperiment. Noen spørsmål koblet den uavhengige variabelen i to situasjoner. Amanda stilte for eksempel følgende klargjørende spørsmål; *Kan du for eksempel ta en som ikke får vann og en som får vann ... og se forskjellen på det?* (lukket orienterende, type A). Beate stilte et liknende spørsmål, men ba elevene om å utdype om eksperimentet; *Vi kan sette ett i vinduet og det som ikke skal ha lys da hva gjør vi med det?* (lukket orienterende, type B). Carsten stilte flere spørsmål som gav hint om hva som var typiske kjennetegn ved eksperimenter. I et eksempel hintet han og ba om klargjøring på denne måten; *For hvis den ene står mørkt og den andre står lyst. Tester vi bare temperaturen da?* (lukket orienterende, type A). Beate gav også hint ved å be en elev om å utdype (lukket orienterende, type B) hva som er viktig i eksperimenter. Hun stilte spørsmålet; *Du er inne på det. Hva er viktig? For at vi skal sammenligne. Hva er viktig?* Dina viste elevene en film som nettopp la vekt på sentrale kjennetegn ved eksperimenter, og ba elevene ta utgangspunkt i observasjoner fra denne filmen og begrunne disse. Hun stilte følgende spørsmål: *Hva gjorde Mark og Molly for å finne ut hva som faktisk var årsaken til at den ene planten ble større og friskere enn den andre?* (lukket påvirkende, type B).

Spørsmål som støtter både elevenes naturvitenskapelige forståelse og språk

Lærerne stilte også spørsmål for å støtte språkutvikling når elevene skulle planlegge eksperimentet, og igjen repeterte, reformulerte og også roste de elevenes utsagn. For eksempel reformulerte og utvidet Dina et elevutsagn om et observert eksperiment på følgende måte: *Så vet vi da egentlig om størrelsen på planten har å gjøre med lyset eller med mengde vann?* (lukket orienterende, type A). Her ber hun eleven om å klargjøre, som er en støtte til naturvitenskapelig forståelse. Senere i økta responderte hun på en elevs forslag til prosedyrer i eksperimentet på følgende måte; *Aha, men så bra! Så du kan gjøre forskjellige ting. Vil du teste med et frø i hver beholder?* (lukket orienterende spørsmål, type A). Strategien for å støtte språkutvikling var å repetere det eleven hadde sagt, samtidig som hun tydeliggjorde kvaliteten på elevens bidrag. Lærerne ba også elevene om å forklare prosedyrer i eksperimenter med egne ord. Carsten responderte for eksempel på en elevs forslag om å teste lys i eksperimentet ved å spørre om hvordan en kan teste hvor viktig lys er (lukket påvirkende spørsmål, type B). I dette tilfellet både reformulerte han det eleven sa (støtte til språkutvikling) og ba eleven om å forklare med egne ord (støtte til språkutvikling og naturvitenskapelig forståelse). Lærerne stilte imidlertid ikke så mange spørsmål som dreide seg om forskningsspørsmål og hypoteser. Som

oftest besto spørsmålene av at eleven skulle begrunne hypotesen sin, altså forklare med egne ord (og dermed både støtte til språkutvikling og til naturvitenskapelig forståelse). For eksempel stilte Amanda spørsmålet; *Det var din hypotese. Og hvorfor det da?* (lukket påvirkende, type B).

DISKUSJON

De ulike spørsmålene de fire lærerne brukte for å inkludere og involvere de ulike studentene i denne studien kan knyttes til rammen av Stinken-Rösner et al., (2020) om inkluderende naturfagundervisning (anerkjenne mangfold, muliggjøre deltakelse og gjenkjenne barrierer).

Anerkjenne mangfold og muliggjøre deltakelse

Alle de fire lærerne stilte åpne spørsmål. I likhet med den internasjonale studien av lærere som gjennomførte den samme undervisningsøkta (Øyehaug et al., submitted) stilte de norske lærerne C-spørsmål for å orientere seg om hvordan elevene tenkte om relevante faktorer for frøspiring og om hva slags forskningsspørsmål og hypoteser de ville undersøke. Lærernes intensjon med slike åpne spørsmål så ut til å være å orientere seg om hva elevene tenkte, hva de husket og hva slags kunnskap de hadde (Ulleberg og Solem, 2018). Dermed skapte lærerne situasjoner der elever var språklig aktive og samarbeidet om relevante naturvitenskapelige praksiser, slik Rott og Marohn (2018) foreslår.

Lærerne stilte også noen få D-spørsmål for å påvirke elevene til å utforske og tenke videre og for å finne ut hva eleven tenkte når de planla frøeksperimentet. I slike situasjoner vet ikke læreren svaret, men de har et formål om å utfordre elevene til å tenke videre og mer selvstendig (Ulleberg og Solem, 2018). Slike spørsmål kan sannsynligvis i stor grad påvirke studentenes tenkning når de prøver å forstå ideen om et eksperiment (Chin, 2007).

Andersson-Bakken (2015) hevder at åpne spørsmål kan være en start på en samtale som følges opp med mer dyptgående spørsmål. De åpne spørsmålene som ble stilt i denne studien så ut til å engasjere elevene, de var utgangspunktet for produktive klassesdiskusjoner og bidro sannsynligvis til vitenskapelig tenkning. Lærerne la ofte til rette for gruppearbeid (tenk-par-del) når de stilte åpne spørsmål, og de stilte spørsmål i etterkant for å hjelpe elevene til å klargjøre ideene sine. Kvaliteten på samarbeidet kan berikes når elever deler tanker og erfaringer, fordi de kan lære av hverandre (Florian & Spratt, 2013; Alvarez et al., 2022; Jakobsson og Kouns, 2023). De fire læreren lot også flere elever dele sine tanker etter de hadde samarbeidet i grupper, både om relevante faktorer for frøspiring og prosedyrer i eksperimenter. Elevene deltok altså aktivt med sine forkunnskaper, erfaringer og ideer, noe som er sentralt i aktiverende og idègenerende dialoger (Kolstø, 2016). Å la elever dele sine tanker etter gruppearbeid kan være en viktig strategi for å muliggjøre at flest mulig elever deltar aktivt i læreprosesser.

Gjenkjenne barrierer i naturvitenskapelig forståelse og språk

De fire lærerne i denne studien stilte flere A-, B- og D-spørsmål for å påvirke elevenes tenkning, og på den måten kan vi si at de gjenkjente de kognitive utfordringene elevene har med å forstå naturvitenskapelige praksiser (Ulleberg & Solem, 2018; Stinken-Rösner et al., 2020). Disse spørsmålene var ofte en respons til elevenes utsagn, og kan sies å være lærernes forsøk på gjenkjenne elevenes utfordringer med å forstå hvilke faktorer som trengs for frøspiring og hva som kjennetegner eksperimenter. Det var flere eksempler på triadiske dialoger, altså tredelt spørsmål-svar-tilbakemelding sekvenser (Lemke, 1990; Mehan, 1979; Sinclair & Coulthard, 1975). Spørsmålene lærerne stiller og måten de blir stilt på, kan i stor grad påvirke elevenes tenkning når de prøver å forstå nye fenomener og naturvitenskapelige praksiser (Chin, 2007; Croom & Stair, 2005; Kawalkar & Vijapurkar, 2013; Hardman, 2008). Selv om de fire lærerne stilte ulikt antall spørsmål i de ulike kontekstene, stilte de både type A-spørsmål og mer påvirkende type B-spørsmål for å elevere til å utdype mer om framgangsmåter i frøeksperimentet. Slike spørsmål er i tråd med Kawalkar og Vijapurkar (2013), som foreslår at en hensikt med å stille spørsmål er å få fram elevenes ideer og bidra til at elevene artikulerer dem. Lærerne eksempel stilte også flere lukkede, orienterende spørsmål (type A) der elevene måtte klargjøre egne synspunkter (ofte ved at de må svare ja eller nei) om viktige trekk ved frøspredning og

eksperimenter (Ulleberg & Solem, 2018; Kawalkar & Vijapurkar, 2013). Videre stilte de fire lærerne spørsmål som kunne bidra til begynnende forståelse av forskjellen mellom uavhengige og avhengige variabler. (Klahr og Nigam (2004) argumenterer for elever bør lære om kjennetegn ved eksperimenter allerede i barneskolen – slik det gjøres i denne studien. I likhet med de internasjonale lærerne som gjennomførte samme undervisningsøkt (Øyehaug et al., submitted), kan det se ut til at lærerne ikke fullt ut gjenkjente barrieren elevene sto overfor når de skulle identifisere uavhengige variabler som kunne undersøkes i frøeksperimentet. Hvis elevene har utfordringer med å identifisere uavhengige og avhengige variabler, vil de også ha problemer med å formulere relevante hypoteser (Arnold et al., 2014; Pedaste et al., 2015).

De fire lærerne stilte også spørsmål som på ulike måter støttet elevenes språkutvikling, og dermed kan vi si at lærerne gjenkjente barrieren det er å utvikle et vitenskapelig, funksjonelt språk i naturfag (Brown & Spang, 2008; Stinken-Rösner et al., 2020). Lærernes spørsmål bidro til at elevene uttrykte seg om det de visste om frø og frøspiring, og til at elevene snakket sammen underveis mens de planla et eksperiment. Spørsmålene til lærerne ble hovedsaklig stilt i hybrid- og hverdagspråk. Å planlegge et eksperiment kan betraktes som en “sekundær diskurs” (Gee, 1996); det vil være svært forskjellig fra hva elevene opplever i hverdagen. Som Lee og Buxton (2013) anbefaler, går naturfag- og språkundervisning hånd i hånd. Ved noen anledninger forenklet lærerne det vitenskapelige språket ved å bruke et enklere språk, for eksempel ved å unngå å bruke ord som hypotese, variabler og eksperiment (Lemke, 2004; Nygård Larsson & Jakobsson, 2020). Spørsmålene lærerne stilte både reformulerte det eleven sa til et mer naturvitenskapelig språk, repeterte korrekte elevutsagn, refererte til eller introduserte bestemte begrep, tydeliggjorde kvaliteten på elevens bidrag og ba elevene forklare med egne ord. Lærerne ba i samsvar med anbefalingen fra Haug og Ødegaard (2014) ofte elevene om å forklare med egne ord (type B). Språkstøtten som brukes av lærerne i denne studien er i tråd med det som ble foreslått i undervisningsmateriellet (Smit, Van Erde & Bakker, 2013) og ble brukt spontant i dialogene. Det var imidlertid ingen, eller svært få, eksempler på spørsmål der elevene ble bedt om å forbedre eller endre det de hadde sagt til et mer naturvitenskapelig språk.

Mange av spørsmålene lærerne stilte fungerte både som støtte både for naturfaglig forståelse og utvikling av språket (Smit, Van Erde & Bakker, 2013; Kawalkar & Vijapurkar, 2013). Det samme fant vi i den internasjonale studien av lærere som gjennomførte den samme undervisningsøkta (Øyehaug et al., submitted). En typisk kombinasjon var når lærere ba elevene utdype og forklare naturvitenskapelige ideer (støtte til naturvitenskapelig forståelse), samtidig som de ba dem om å selvstendig formulere en forklaring (støtte til språkutvikling). Dette er i tråd med en av Xu og Harfitts (2019) kategorier av responser («conceptual scaffolds») som de utviklet for å forstå hvordan lærere bruker språk for å gi elevene naturvitenskapelig forståelse, nemlig kategorien de kaller for “be om utdyping”.

KONKLUSJON

Variasjon i bruk av spørsmål når barn deltar i naturvitenskapelige praksiser kan bidra til inkludering av elever på ulike måter. Analysen viser at lærerne stiller både åpne og lukkede, orienterende og påvirkende spørsmål. De åpne spørsmålene kan bidra til at elever uttrykker seg om egne ideer og tanker, og de legger til rette for samarbeid og diskusjon. Åpne orienterende og påvirkende spørsmål gjør det mulig for elevene å både dele og forhandle om det naturvitenskapelige innholdet. Når elevene deler ideer, gjentar lærerne ofte det åpne spørsmålet og lar flere elever komme til orde. Bruk av slike åpne spørsmål kan derfor både anerkjenne mangfold og legge til rette for deltakelse. Videre kan lukkede, orienterende og påvirkende spørsmål både gjenkjenne barrieren det er å forstå naturvitenskapelige fenomener og praksiser og barrieren det er å utvikle det naturvitenskapelige språket. Lærerne kan altså støtte både naturfaglig forståelse og språkutvikling gjennom valg av spørsmålstype. Når lærere stiller oppfølgingsspørsmål basert på elevutsagn, velger de ofte spørsmålstyper som støtter begge perspektivene samtidig. Imidlertid er det ikke alltid at slike spørsmål bidrar til at elevene forstår mer naturfag eller viser en ønsket språkutvikling. For eksempel stilte lærerne i denne studien få spørsmål

som stimulerte elevens tenkning om relevante faktorer for frøspiring. I tillegg ble stilt få spørsmål som handlet om å forbedre eller videreutvikle språket. Studien viser viktigheten av å stille en rekke spørsmålstyper for å inkludere elever i naturfagundervisningen. Videre bør spørsmålene tilpasses de ulike kontekstene og fasene i naturvitenskapelige praksiser.

REFERANSER

- Alvarez, L., Capitelli, S., Valdés, G., & De Loney, M. (2022). Toward an integrated practice: Facilitating peer interactions to support language development in science. *The New Educator, 18*(1-2), 110-131. <https://doi.org/10.1080/1547688X.2022.2035473>
- Andersson-Bakken, E. (2015). Når åpne spørsmål ikke er åpne: - Hva karakteriserer lærerspørsmål i en litterær samtale? *Nordic Studies in Education, 35*, 280-298.
- Arnold, J. C., Kremer, K., & Mayer, J. (2014). Understanding students' experiments: What kind of support do they need in inquiry tasks? *International Journal of Science Education, 36*, 2719-2749.
- Bakker, A. (2018). *Design research in education. A practical guide for early career researcher*. New York: Routledge.
- Baurhoo, N., & Asghar, A. (2014). Using universal design for learning to construct inclusive science classrooms for diverse learners. *LEARNing Landscapes, 7*(2), 59-81. <https://doi.org/10.36510/learnland.v7i2.651>
- Biggers, M. (2018). Questioning questions: Elementary teachers' adaptations of investigation questions across the inquiry continuum. *Research in Science Education, 48*(1).
- Brown, B. A., & Spang, E. (2008). Double talk: Synthesizing every day and science language in the classroom. *Science Education, 92*(4), 708-732.
- Colburn, A. (2006). What teacher educators need to know about inquiry-based instruction. Annual meeting of the Association for the Education of Teachers in Science, Akron, OH.
- Chin, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching, 44*, 815-843. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.20171>
- Croom, B. & Stair, K. (2005). Getting from Q to A: Effective questioning for effective learning. *The Agricultural Education Magazine, 78*(1), 12-15.
- Danbolt, A. M. V. (2020) Den dialogen du har, det er den som er opplæring. Læreres oppfatninger av muntlig samhandling med flerspråklige elever i naturfagundervisning. *NOA - Norsk Som andrespråk, (2)*, 18. Hentet fra <https://ojs.novus.no/index.php/NOA/article/view/1888>
- Edelson, D. C., Reiser, B. J., McNeill, K. L., Mohan, A., Novak, M., Mohan, L., Affolter, R., McGill, T. A. W., Bukc Bracey, Z. E., Deutch Noll, J., Kowalski, S. M., Novak, D., Lo, A. S., Landel, C., Krumm, A., Penuel, W. R., Van Horne, K., González-Howard, M., & Suárez, E. (2021). Developing research-based instructional materials to support large-scale transformation of science teaching and learning: The approach of the OpenSciEd middle school program. *Journal of Science Teacher Education, 32*(7), 780-804. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2021.1877457>
- Florian, L. & Spratt, J. (2013). Enacting inclusion: a framework for interrogating inclusive practice. *European Journal of Special Needs Education, 28*(2), 119-135. <https://doi.org/10.1080/08856257.2013.778111>
- Gee, J. P. (1996). *Social linguistics and literacies: Ideology in discourses*. Taylor & Francis.
- Geier, R., Blumenfeld, P., Marx, R., Krajcik, J., Fishman, B., Soloway, E., & Clay-Chambers, J. (2008). Standardized test outcomes for students engaged in inquiry-based science curriculum in the context of urban reform. *Journal of Research in Science Teaching, 45*(8), 922-93.
- Hardman, F. (2008). Teachers use of feedback in whole-class and group-based talk. In N. Mercer & S. Hodgkinson (Eds.), *Exploring talk in school: Inspired by the work of Douglas Barnes* (pp. 131-150). Sage.

- Haug, B.S., Ødegaard, M. (2014). From words to concepts: Focusing on word knowledge when teaching for conceptual understanding within an inquiry-based science setting. *Research in Science Education*, 44(5), 777-800.
- 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 (2006). *Educational Psychologist*, 42, 99-107.
- Hornstrup, C., Tomm, K., & Johansen, T. (2009). Spørgsmål, der gør en forskel. Nye tanker-nye muligheder, 1-15 [Questions that make a difference. New thoughts – new possibilities] http://macmannberg.dk/wpcontent/files/Spoergsmaal_der_goer_en_forskel.pdf
- Jakobsson, A., & Kouns, M. (2023). Subject-language perspectives on multilingual students learning in science. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 11(2), 197-214. <https://doi.org/10.30935/scimath/12568>
- Karlsson, A., Nygård Larsson, P., Jakobsson, A. (2021). Students' Multilingual Negotiations of Science in Third Space. In: Jakobsson, A., Nygård Larsson, P., Karlsson, A. (eds) *Translanguaging in Science Education. Sociocultural Explorations of Science Education*, vol 27. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-82973-5_7
- Kawalkar, A. & Vijapurkar, J. (2013). Scaffolding science talk: The role of teachers' questions in the inquiry classroom. *International Journal of Science Education*, 35(12), 2004-2027.
- Klahr, D., & Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction: Effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science*. 15(10), 661-667. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00737.x>
- Kolstø, S. D. (2016). Læring krever språkliggjort refleksjon [Learning requires reflection on language]. In F. Thorsheim, S. D. Kolstø, & M. U. Andresen (Eds.), *Erfaringsbasert læring: naturfagdidaktikk [Learning based on experiences: science pedagogy]* (pp. 199-234). Fagbokforlaget.
- Lee, O., Quinn, H; Valdes, G. (2013). Science and language for english language learners in relation to next generation science standards and with implications for common core state standards for english language arts and mathematics. *Educational Researcher*, 42(4), 223-233.
- Lee, O., Llosa, L., Grapin, S. E., Haas, A., & Goggins, M. (2019). Science and language integration with English learners: A conceptual framework guiding instructional materials development. *Science Education*, 103(2), 317-337. <https://doi.org/10.1002/sce.21498>
- Lemke, J. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Ablex Publishing Company.
- Lemke, J. (2004) The literacies of science. In E. W. Saul (Ed.), *Crossing borders in literacy and science instruction* (pp. 33-47). International Reading Association and NSTA Press
- Mehan, H. (1979). "What time is it, Denise?": Asking known information questions in classroom discourse. *Theory into practice*, 18(4), 285-294.
- Mortimer, E. F. & Scott, P. H. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Open University Press.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P., Kelly, D.L. & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science*. Hentet fra Boston College: TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-results/>
- Nygård Larsson, P., Jakobsson, A. (2020). Meaning-making in science from the perspective of students' hybrid language use. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(5), 811-830.
- Nystrand, M., Gamoran, A., Kachur., R & Prendergast, C. (1997). *Opening dialogue. Understanding the dynamics of language and learning in the English classroom*. Teacher College Press.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Constantionos, C. M., Zacharia, Z. C., Tsourlidaki, E. (2015). Phase of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61.
- Posner, G., Strike, K., Hewson, P., & Gertzog, W. (1982). Accomodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 2.

- Roehrig, G. H., & Luft, J. A. (2004). Inquiry teaching in high school chemistry classrooms: The role of knowledge and beliefs. *Journal of Chemical Education*, 81, 1510-1516.
- Rott, L., & Marohn, A. (2018). Choice2explore – a teaching concept for inclusive science education in primary schools. In O. Finlayson, E. McLoughlin, S. Erduran, & P. Childs, (Eds.), *Proceedings of the 12th ESERA 2017 Conference, research, practice and collaboration in science education* (pp. 2194-2202). Dublin City University.
- 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(1), 3-36.
- Sinclair, J. M., & Coulthard, M. (1975). *Towards an analysis of discourse: The English used by teachers and pupils*. Oxford University Press.
- Smit, J., Van Eerde, H. A. A., & Bakker, A. (2013). A conceptualisation of whole-class scaffolding. *British Educational Research Journal*, 39(5), 817-834.
- Stinken-Rösner, L., Rott, L., Hundertmark, S., Baumann, Th., Menthe, J., Hoffmann, Th., Nehring, A. & Abels, S. (2020). Thinking inclusive science education from two perspectives: inclusive pedagogy and science education. *RISTAL*, 3, 30-45.
- Tan, E., Barton Calabrese, A., Turner, E., & Gutiérrez, M. V. (2012). *Empowering science and mathematics education in urban schools*. University of Chicago Press.
- Thagaard, T. (2018). Systematikk og innlevelse. *En innføring i kvalitative metoder [Systematic and identification. An introduction to qualitative methods]*. Fagbokforlaget.
- Ulleberg, I., Heiberg Solem, I. (2018). Which questions should be asked in classroom talk in mathematics? Presentation and discussion of a questioning model. *Acta Didactica Norge*, 12(1).
- Van Graft, M., Boersma, K., Goedhart, M., Van Oers, B., & De Vries, M. (2009). De concept-context-benadering in het primair onderwijs. Deel 1. *Een conceptueel kader voor natuur en techniek [The concept-context approach in primary education. Part 1. A conceptual framework for science and technology]*. SLO.
- Wallace, R. M. (2004). A framework for understanding teaching with the Internet. *American Educational Research Journal*. 41(2):447-488 DOI:10.3102/00028312041002447
- Walkowiak, M., Rott, L., Abels, S., & Nehring, A. (2018). Network and work for inclusive science education. In I. Eilks, S. Markic, & B. Ralle (Eds.), *Building bridges across disciplines* (pp. 269-274). Shaker.
- Wellington, J. & Osborne, J. F. (2001). *Language and literacy in science education*. Open University Press.
- Xu, D; Hartiff, G. J. (2019). Teacher language awareness and scaffolded interaction in CLIL science classrooms. *Journal of Immersion and Content-Based Language Education*, 7(2), (212-232).
- Zacharia, Z. C., Manoli, C., Xenofontos, N., De Jong, T., Pedaste, M., van Riesen, S. A., et al. (2015). Identifying potential types of guidance for supporting student inquiry when using virtual and remote labs in science: A literature review. *Educational Technology Research and Development*, 63(2), 257-302.
- Zion, M., Slezak, M., Shapira, D., Link, E., Bashan, N., Brumer, M., et al. (2004). Dynamic, open inquiry in biology learning. *Science Education*, 88, 728-753.
- Özdemir, G., & Clark, D. B. (2007). An overview of conceptual change theories. *Science & Technology Education*, 3(4), 351-361.
- Ødegaard, M., Haug, B. Mork, S & Sørvik, G. (2016). *På Forskerføtter i naturfag*. Universitetsforlaget, Oslo
- Øyehaug, A.B.; Kouns, M.; Savelsbergh, E.R. (submitted to International Journal of Science and Mathematics Education). Primary teachers use of inquiry and language scaffolding questions