

12

Aktivitetsbasert undervisning og vurdering i naturfag

Anne-Lise Strande og Janne Madsen

This is an action research study where a team of natural science teachers collaborates with two researchers to develop teaching plans to increase pupils' active participation and learning outcomes. We present the teacher Trine, as she organizes learning activities in natural science through conversations and exploring talks as she presumes it will stimulate reflection, a higher degree of understanding and higher quality learning processes. The purpose of this study is to investigate how the pupils' participation mirrors a teacher's organization of scientific, exploring activities embracing the use of ICT. The researchers and the teacher collaborate on documenting, discussing and changing the teaching and the possibilities for learning in natural science in lower secondary school. The changes are based on the understanding of the pupils' active participation as an element of better learning processes and motivation. We examine the active use of Wikispaces and the development of teaching in light of two theoretical fields: dialogical activity with weight on exploring talks and the 5E-model. Empirical data is gathered in interviews and observations. Data is categorized and interpreted, and we present research results within three categories: the teacher's intentions, the teacher's instructions, and the importance of the teacher's feedback to the pupils. Our research results show that a teacher has to be conscious of her intentions and goals for teaching. She can improve by following her intentions with clearly formulated expectations, instructions and adjustments of the teaching plan. Clearly formulated criteria for assessment seem to increase the pupils' engagement and motivation for participating in the learning processes.

Innledning

Artikkelen tar utgangspunkt i et aksjonsforskningsforløp hvor et team av naturfaglærere i en ungdomsskole arbeidet sammen med to forskere om å utvikle undervisning for å øke elevenes aktive deltakelse og læringsutbytte i naturfag. Vi presenterer lærer Trine som legger til rette for faglig aktivitet kombinert med utforskende samtaler. Hun mener at dette stimulerer til tankeprosesser, høyere grad av forståelse og økt kvalitet på elevenes læringsprosesser. Hensikten med studien var å se på *hvordan elevenes deltakelse gjenspeiler en lærers tilrettelegging for faglig, utforskende aktivitet med bruk av IKT*. Naturfaglærers forståelse av aktivitet og hennes tilrettelegging for læring ga oss en mulighet til å dokumentere, diskutere og endre undervisning og læring i naturfag i ungdomsskolen med bakgrunn i en forståelse av at elever som deltar aktivt, lærer bedre og er mer motiverte enn passive mottakere. Vi ser aktivitet sentrert rundt IKT-redskapet Wikispace og utvikling i lys av to teoretiske felt: dialogisk arbeid med spesiell vekt på utforskende samtale og 5E-modellen. Vi presenterer funn innenfor kategoriene *lærereens intensjoner, læreren instruerer og betydningen av at læreren følger opp*.

Vi vil først beskrive arbeidet på Dansebekken skole, teorien som ligger til grunn for arbeidet, og metode for innsamling og analyse av data før vi til slutt presenterer og diskuterer forskningsresultatene.

Lærer og forskere i utviklingsarbeidet på Dansebekken skole

Data i denne studien er hentet fra et undervisningsforløp i 8. kl. med tema *Verdensrommet*, et hovedområde fra læreplanen i naturfag (Kunnskapsdepartementet, 2006) ved Dansebekken skole. Skolen har i overkant av 500 elever og ca. 50 ansatte. Dette undervisningsforløpet er en del av et større aksjonslærings- og aksjonsforskningsprosjekt hvor naturfaglærere på Dansebekken skole arbeider med begrepene læring, aktivitet og elevdeltakelse. De reflekterer systematisk over og lærer av aksjonene sine.

I denne teksten presenteres Trines undervisning og tanker innenfor dette prosjektet. Hun er naturfaglærer og informant i forskningsprosjektet. Trine er realfagutdannet ved universitetet. I tillegg har hun tatt PPU (Praktisk pedagogisk utdanning) som kvalifiserer for undervisning fra 8. til 13. trinn. Trine

fremstår som en erfaren og reflektert lærer med lang erfaring fra undervisning i ungdomsskolen. Samtidig er hun åpen for nye ideer og tanker og går inn i dette prosjektet i håp om at det vil gi inspirasjon til egen undervisningspraksis. Hun ønsker også å være med å utvikle nye tanker som kan formidles utenfor egen skole. Året før dette prosjektet startet, gjennomførte Trine videreutdanning innenfor pedagogisk bruk av IKT, og hun koplet, naturlig nok, dette inn i mye av undervisningen.

Den ene forskeren fra høgsolen er pedagog, den andre er naturfagdidaktiker. Begge har jobbet som lærere i grunn- og/eller videregående skole. Begge har spesiell interesse i å være med å utvikle og øke kvaliteten i undervisningen i grunnskolen.

I naturfag har man lang tradisjon for konkretisering ved å knytte læringen til observasjoner og funn i naturen eller til eksperimenter fra laboratoriet. *Verdensrommet* fremstår som et mer abstrakt teoretisk tema som Trine ønsker å konkretisere og engasjere ved hjelp av IKT. Før elevene starter opp med temaet *Verdensrommet*, får de en kort innføring i Wikispaces som redskap for å utvikle og presentere kunnskap som kommer frem i gruppene. Elevene skal utforske fakta og utvide forståelse ved hjelp av digitale tekster, bilder og film. Trine har delt det overordnede temaet inn i deltema. Klassen er delt i grupper som hver skal finne opplysninger om et deltema og presentere og forklare dette på Wikispace, slik at sidene til slutt til sammen omfatter alt lærestoffet som elevene forventes å kunne til en avsluttende individuell prøve. Hver av elevgruppene er sammen ansvarlig for produktet som publiseres på Wikispaces.

Trines overordnede hensikt med undervisningen er å aktivisere elevene i arbeidet med å finne informasjon om et oppgitt deltema, inngå i gruppens diskusjoner og dermed utvide både egen og felles forståelse. Trine tror at Wikispace vil engasjere, og at hun dermed kan legge til rette for aktivitetsbasert læring på tross av at temaet er teoretisk og kan fremstå som ganske abstrakt for elevene. Utvalgte deler av undervisningsopplegget om *Verdensrommet* beskrives mer detaljert i den empiriske delen av denne teksten.

I samarbeid med forskere fra høgsolen har Trine også et mål om å lære. Hun inngår i reflekterende samtaler med resten av seksjonen, planlegger undervisningen med utgangspunkt i dette, blir observert og evaluerer hele prosessen slik at hun vil lære av aksjoner og erfaringene. Dette er organisert som et aksjonslæringsforløp (Zuber-Skerritt, 1992).

Forskerne er med på hele prosessen. Vi skal stille spørsmål i diskusjonene slik at lærerne i høyere grad argumenterer for synspunktene sine. Vi skal også komme med innspill basert på vår teoretiske kunnskap. I denne prosessen øker vår forståelse av hvordan lærere kan legge til rette for *hvordan elevenes deltakelse gjenspeiler en lærers tilrettelegging for faglig, utforskende aktivitet med bruk av IKT*. Dermed vil alle deltakerne gå gjennom læringsprosesser, samtidig som lærerne har beslutningsretten og det faglige ansvaret for egen undervisning. Elevene er deltakere i undervisningen og informanter i studien, men har ikke direkte ansvar i utviklingsprosjektet. Hensikten er å øke elevenes aktive deltakelse og læringsutbytte i naturfag. Dette prosjektet generer meget store mengder data, og noen av resultatene formidles videre i denne teksten, men først vil vi gjøre rede for det teoretiske grunnlaget.

Teorigrunnlag

To teoretiske felt danner grunnlaget for denne artikkelen. Det ene er dialogisk arbeid med spesiell vekt på utforskende samtale, og det andre er 5E-modellen som brukes innenfor naturfagdidaktikk.

Dialog, samarbeid og utforskende samtale

Innen naturfagdidaktikk har konstruktivistisk tankegang over tid stått sterkt. Overordnet forståelse av hva, hvorfor og hvordan man lærer i faget naturfag, har vært et viktig element i naturfagdidaktiske debatter (Sjøberg, 2009). Man ser læring som en aktiv prosess der elever organiserer lærestoff og setter forståelsen i en meningsfull sammenheng. Vi har i denne studien valgt en sosialkonstruktivistisk innfallsvinkel (Prawat, 1996), hvor forståelse som konstrueres henger sammen med den sosiale og kulturelle settingen. Kontekst, sosiale relasjoner og språk vektlegges som grunnlag for læring og utvikling (Postholm, 2010).

Læring kan skje når det legges til rette for at elevene utfordres og strekker seg gjennom aktiv deltakelse i dialog og samspill med andre. Lemke (1990) hevder at «å snakke naturfag» er en del av det «å lære naturfag». Å lære naturfag innebærer samtale, aktivitet og samarbeid om etablerte naturvitenskapelige begreper og teorier. I denne prosessen bevisstgjøres elevene om det spesielle ved naturvitenskapenes språk og kultur (Grønmo, Bergem, Kjærnsli, Lie & Turmo,

2004; Sjøberg, 2009). Ifølge Knain og Kolstø (2011a og b) må lærerne veksle mellom å legge til rette for elevenes selvstendige utforskning og tett oppfølging gjennom ulike støttestrukturer i klasserommet for å utvikle elevenes tenkning og støtte deres læringsarbeid. Ved å kombinere faglig aktivitet, samhandling og dialog kan lærestoff og teorier konkretiseres slik at elevene kan oppnå dypere innsikt i faget. Med elevene som utforskende deltakere i praktisk aktivitet vil samtale, refleksjon og læring bygge på handlinger og erfaringer. I en utforskende samtale i faget naturfag vil elevene utvikle ideer om verden rundt seg og forhandle om forståelse (Munkeby, 2016). Læringen øker når læreren legger til rette for at elevene utvider erfaringene og ferdighetene ut over et allerede eksisterende nivå, og elevene samarbeider utenfor sin aktuelle utviklingszone, men innenfor sin potensielle sone (Tharp & Gallimore, 1988; Vygotsky, 1978).

Man har innenfor naturfag vært relativt enige om at utforskende, aktiv deltakelse kan fenge både faglig svake og faglig sterke elever (Sjøberg & Schreiner, 2006). Flere forskere har også argumentert for at det kan finnes en positiv sammenheng mellom utforskende aktivitet, motivasjon, engasjement og læring i naturfag (Kjærnsli, 2007; Wæge, 2007). Lærerne i prosjektet på Dansebekken skole har hatt flere diskusjoner om begrepene utforskning, aktivitet, undervisning og læring. Man har sett det i lys av rammebetingelsene som ligger i LKo6 (Kunnskapsdepartementet, 2006), spesielt i tolkningen av fagplanen for naturfag og IKT som en grunnleggende ferdighet. Disse perspektivene har utvidet og utviklet undervisningsplanene.

Dataverktøyet Wikispaces har dannet rammen om læringsaktivitetene. Vekten har da vært på lesing og skriving, og elevene produserte sider på Wikispaces. Naturfaglige kunnskaper er ifølge Knain (2005) nært knyttet til lese- og skriveferdighet. Elevene fant med IKT som redskap, informasjon som de diskuterte, før de i fellesskap i gruppen presenterte forståelsen sin på Wikisider. Bruk av IKT er i læreplanen vektlagt som en viktig grunnleggende ferdighet som skal brukes i alle fag, så dette redskapet tilfredsstillende også krav i planen. Wikispaces ga elevene mulighet for å inngå aktivt i samhandling og dialog som forberedelse til visualisering av faglige tema (Erlien & Mork, 2009). I naturfagstema som er mindre egnet for laboratorieøvelser eller uteaktivitet som f.eks. *Verdensrommet*, kan det være vanskelig å planlegge utforskende elevaktivitet. Wikispaces som redskap kan utvide disse mulighetene.

Forventninger til en aktivitetsbasert tilnærming kommer tydelig frem i LKo6 (Kunnskapsdepartementet, 2006) hvor en kombinasjon av «å arbeide

både praktisk og teoretisk i laboratorier og i naturen» er beskrevet som «nødvendig for å få erfaring med og utvikle kunnskap om naturvitenskapens metoder og tenkemåter» (s. 81). Aktiviteten skal ikke være tilfeldig og skal ha fokus på ulike problemstillinger (Kunnskapsdepartementet, 2006, s. 81). Gode aktiviteter er ifølge Mercer og Dawes (2008) de som fordrer omhyggelige, begrunnete overveielser over ulike måter å løse problemene på. Det kan også være evalueringer av ulike mulige forklaringer på oppgaver som elevene opplever som meningsfulle. Mercer og Dawes (2008) ser dialog som et nyttig redskap i denne formen for læringsarbeid.

Aktivitetsbasert tilnærming er ikke kun et spørsmål om fysisk aktivitet. For deltakerne i dette prosjektet er det i større grad et spørsmål om både handling og samhandling som utgangspunkt for mental aktivitet og kommunikasjon og som ramme rundt undervisning og læringsprosesser. Samtidig har skoler gjennom århundrer videreført en tradisjon hvor elevene skal sitte stille og tie, man har ikke sett på samtale mellom elevene som et ledd i læringsprosessene. Elevrespons skulle først og fremst forekomme på lærerens initiativ og med tilbakemelding og veiledning fra læreren (Mercer & Dawes, 2008). Ifølge Mercer mfl. vil en mer utforskende form for samtale som utfordrer elevene på å reflektere og skape mening, i høyere grad føre til læring (Barnes, 2008; Mercer & Dawes, 2008; Scott, 2008). Innenfor en slik ramme relaterer elevene nye erfaringer og ny informasjon til eksisterende kunnskap og erfaringer, opplever at de forstår og at sammenhengen gir mening. Aktiv bruk av språk er et viktig redskap i denne prosessen. Elever som samtaler og samhandler med gjensidig respons, øker forståelsen og utbyttet av læringsprosessene. Samspillet med medelever kan også gjøre det nødvendig og meningsfylt for hver enkelt å formulere egen forståelse mer presist og gjennomtenkt (Korsager, Slotta & Jordet, 2014).

Lærende dialoger er undersøkende, utforskende samtaler hvor deltakerne tenker høyt og tar en viss risiko fordi de presenterer ideer som ikke er ferdig gjennomtenkt, og som andre i gruppen lytter til og kan kommentere (Mercer & Dawes, 2008). Å få mange til å ta denne risikoen forutsetter at det er en grad av trygghet i gruppen. I klasser hvor utforskende samtaler etableres, fungerer språket både som et redskap i læringsprosessene til den enkelte eleven og samtidig som et felles redskap (Wertsch, 1991) som støtter en prosess hvor deltakerne sammen undersøker, tenker, samtaler og lærer. Mortimer og Scott (2003) beskriver en I-R-E-kjede (Initiation-Respons-Evaluation) hvor lærer

initierer spørsmål, elever tenker og responderer, hvorpå lærer evaluerer. Et høyt nivå på en evaluering etterfølges av ytterligere respons fra eleven. Gjennom denne interaktive tilnærmingen er læreren i stand til å utforske elevens ideer og forståelse på et dypere plan, som Mortimer og Scott (2003) viderefører og beskriver som en I-R-E-R-E-kjede. Å legge til rette for dialog er derfor viktig i undervisning, selv om skolen, som tidligere nevnt, ikke har lang tradisjon for dette. Dialoger inviterer deltakerne inn i samtalen som likeverdige partnere. Det er denne positive effekten av utforskende samtaler mellom elever og lærer og mellom elevene innbyrdes vi ønsket å belyse i denne studien.

Det er også dokumentert at i undervisning hvor lærere står for hovedparten av aktiviteten, passiviseres elevene lett (Barnes, 2008). Økt samarbeid og dialog mellom elevene hever derimot aktivitetsnivået. Det er hensiktsmessig om denne ekstra aktiviteten er rettet mot det aktuelle læringsfokus, og Mercer og Dawes (2008) tar til orde for at elevene *må lære* å delta i utforskende samtaler. De foreslår noen grunnregler som læreren presenterer, elever og lærer tester ut, og som læreren følger opp. Vi har i denne studien undersøkt hvordan en lærer legger til rette for faglig aktivitet og samarbeid, samtidig som hun formidler rammene for sjangeren for denne aktiviteten (Moen, 2006). Samhandling, dialog, aktiv deltakelse og forståelse er på denne måten begreper som henger naturlig sammen med vår problemstilling hvor vi undersøker hvordan en lærer forstår faglig aktivitet med bruk av IKT, og hvordan dette gjenspeiles i undervisningen.

Dialog, samarbeid og utforskende samtaler kan øke elevenes motivasjon og engasjement i arbeidet med faglige tema og kan utvide forståelsen. Utforskning, engasjement, utvidelse av forståelse og forklaring er fire elementer vi også finner i 5E-modellen som gjennom lang tid har fungert som en ramme for undervisning og læring i USA, og som også de siste årene har vunnet innpass i naturfagdidaktikken i Norge. Denne modellen beskriver vi under.

5-E modellen

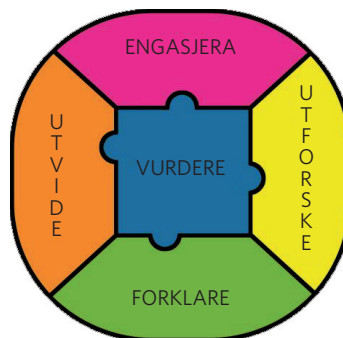
Aktiv deltakelse både i laboratorium, på turer ut i naturen (feltarbeid) og i samtaler om det som er observert, har en lang tradisjon i naturfag. Ifølge Knain og Kolstø (2011a og b) må lærerne veksle mellom å legge til rette for elevenes selvstendige utforskning og tett oppfølging fra læreren gjennom ulike

støttestrukturer i klasserommet. Dette for å utvikle elevenes tenkning og støtte deres læringsarbeid. Ved å knytte faglig aktivitet, samhandling og dialog sammen, kan lærestoff og teorier konkretiseres slik at elevene kan oppnå dypere innsikt i faget.

5E-modellen, som er utviklet over en tidsperiode ved Biological Sciences Curriculum Study (BSCS), inneholder disse elementene. Modellen kan benyttes som et planleggings- og styringsverktøy som sikrer høyere grad av tilrettelegging for elevenes læring (Donovan & Bransford, 2005; Bransford, Brown & Cocking, 2000). Modellen legger også vekt på sammenhengen mellom tenkning og vitenskapelige undersøkelser (Bybee mfl., 2006). Fiskum og Korsager (2013) har bearbeidet modellen for norske forhold og beskriver fem faser som kan være delvis overlappende: *engage* (engasjere), *explore* (utforske), *explain* (forklare), *elaborate* (utvide) og *evaluate* (vurdere).

I *engasjement-fasen* pirres elevenes nysgjerrighet. Læreren jobber for å motivere elevene. Når man ser spirer til interesse, bygger man ytterligere opp under dette. Deretter kommer en fase hvor elevene *utforsker* det gjeldende temaet. Med utgangspunkt i deres aktuelle kunnskap utvikles nye ideer og ny kunnskap, og elevene når et nytt nivå innenfor sin potensielle sone (Vygotsky, 1978). For å oppnå dypere forståelse av den nye kunnskapen knyttes det til forklaringer og begreper, dette er *forklaringsfasen*. Elevene forklarer selv, lytter til lærerens og medelevenes forklaringer og har tilgang til forklaringer i lærebøker og annet materiell.

Elevenes forståelse utvides ytterligere i *utvidelsesfasen* hvor elevene knytter kunnskapen til andre aktiviteter. Det kan være observasjoner i naturen, øvelser i laboratoriet eller, som i vårt tilfelle, semikonkrete beskrivelser på film, bilder



Figur 12.1 Fra Fiskum og Korsager (2013, side 34).

og animasjoner på nettet. *Vurderingsfasen* er i denne modellen helt sentral og integreres i alle fasene (Fiskum & Korsager, 2013). Den er derfor plassert i midten av figuren. Vurderingen skal ikke kun være summativ og bedømme elevenes måloppnåelse. Den skal være formativ, foregå kontinuerlig, være variert og støtte videre læring. Gjennom kontinuerlig vurdering innhenter læreren informasjon som påvirker hvordan undervisningen av et tema videre følges opp (Knutsen, 2015).

Elevene skal kunne reflektere over om de har lært, hva de har lært, hvordan de har lært og hva som kan være neste steg i læringsarbeidet (Santa og Engen, 1996). Dette er også helt i tråd med styringsdokumentene som foreskriver at vurdering skal støtte elevenes videre læring (<http://www.udir.no/Vurdering-for-laring/>). Mortimer og Scott (2003) bruker begrepet evaluering i stedet for vurdering og benevner dette med en E i I-R-E kjeden.

Metode

I denne studien har en kombinasjon av aksjonsforskning og aksjonslæring vært en overordnet strategi. Forskerne og lærerne har deltatt aktivt gjennom hele prosessen med ulike roller i et systematisk arbeid med å endre og utvikle (McNiff, 2009; Tiller, 1999). Lærerne i naturfagseksjonen har diskutert grunnlaget for og hensikten med å endre i undervisningen og har fungert som diskusjonspartnere for Trine og forskerne. Forskerne har regelmessig deltatt i diskusjoner og stilt spørsmål, slik at argumentene for planleggingen kunne tre tydelig frem. Lærerne har planlagt, modifisert og gjennomført undervisningsforløp som til slutt ble kritisk vurdert. Denne aksjonslæringsprosessen (Madsen, 2007) har ført til forbedringer og utvikling av undervisningen i naturfag med utgangspunkt i lærernes erfaringer og refleksjoner og har dannet rammen om studien.

Innenfor denne rammen ble en aksjonsforskningsstudie gjennomført. Aksjonslæring og forskning ses som to sider av samme prosjekt (Zuber-Skerritt, 1996) og inngår i et komplekst samspill. I aksjonslæring inngår deltakerne systematisk i prosessen og lærer av den. Aksjonsforskningen hever denne læringsprosessen ut over den lokale settingen ved at kunnskapen som kommer frem, formidles og kvalitetssikres innenfor et akademisk miljø. Data var samlet inn og analysert i henhold til kriteriene for en kvalitativ kasusstudie (Creswell, 1998; Postholm, 2010) med fokus på deltakernes forståelse av faglig

aktivitet og læring. Studien pågikk over ett år, fra mars til mars. Forskerne deltok i hele perioden. Det har vært avholdt 13 møter mellom lærere i naturfagseksjonen og forskerne, nesten alle disse møtene var med lydopptak. Diskusjoner med teoretisk og praktisk innfallsvinkel og refleksjoner over planlegging og evaluering har vært hovedelementene i disse møtene, som har vært avholdt på skolen. Lærerne planla undervisningen og forskerne beskriver, analyserer og drøfter her Trines undervisning om temaet *Verdensrommet*. Klassen var observert av en eller to forskere i åtte undervisningstimer. Observasjonene dekker både oppstarten, forløpet og evalueringstimen. I evalueringstimen samtalte elevene i klassen og læreren om læringsprosessen og læringsutbyttet. Trine spurte elevene hvordan de hadde opplevd undervisningsopplegget om *Verdensrommet*, hvordan gruppearbeidet hadde vært og om de mente å ha lært nok. I tillegg stilte forskerne utdypende spørsmål til enkeltelever og klassen. Forskerne skrev feltnotater under observasjonene (Hammersley & Atkinson, 1996) og refleksjonslogger i etterkant (Kullberg, 2004).

Trine ble intervjuet både før, underveis i og etter undervisningsforløpet. Intervjuene var semistrukturerte med lydopptak (Kvale, 1997). I tillegg gjennomførte vi uformelle samtaler fulgt opp av refleksjonslogg. Grupper av elever ble også intervjuet i semistrukturerte intervju med lydopptak. Gruppene ble valgt ut slik at både elever som etter lærerens vurdering hadde jobbet godt, middels og dårlig var representert. Utgangspunktet for samtaler var samme intervjuguide for alle gruppene, slik at alle intervju omhandlet de samme temaene. I tillegg ble også elevenes innspill utdypet. Vektlegging av elevenes innspill førte til meget ulik lengde på intervjuene. De lengste varte en skoletime, de korteste i ca. 15 minutter. Elevintervjuene ble transkribert, mens dette kun gjaldt utvalgte passasjer og elementer av opptak fra intervju med Trine og fra møter. Her gikk samtaler ofte utenfor vårt forskningsfokus. Kun samtaler som vi oppfattet som relevante i forhold til vårt fokus, ble transkribert.

Det empiriske datamaterialet består dermed av observasjonsnotater og lydopptak fra møter i naturfagseksjonen, intervju med Trine, observasjonsnotater fra klasserommet, forskernes refleksjonslogger og lydopptak med grupper av elever. Elevenes navn eller andre kjennetegn er ikke registrert. Transkriberte lydopptak og observasjonsnotater utgjør hoveddelen av våre empiriske data. Den store mengden data er redusert ved gjentatte kategoriseringsprosesser. Den første og mest omfattende reduksjon av datamengden skjedde ved at forskerne lyttet gjentatte ganger til lydopptak og

leste observasjonsnotater, for så å velge ut data som var direkte i relasjon til forskningens fokus «aktivitetsbasert undervisning». Deretter ble prinsippene fra den konstant komparative analysemetode gjennomført flere ganger gjennom åpen koding (Postholm, 2010; Strauss & Corbin, 1998). Resultatet av kodingsprosessen var tre kategorier: 1) *lærerens intensjoner*, 2) *læreren instruerer*, 3) *læreren følger opp*. Alle kategorier hadde fokus på lærerens arbeid med å legge til rette for aktivitetsbasert læring. De første to var viktige elementer i forskernes forhåndsforståelse, men den siste var sterkt vektlagt av informantene. Disse tre kategoriene danner grunnlaget for fortolkning og dermed funn i henhold til vårt forskningsspørsmål i dette arbeidet. Funn i de tre kategoriene diskuteres opp mot 5E-modellen (Bybee, 2006; Fiskum & Korsager, 2013, Knutsen, 2015).

Funn på Dansebekken skole

I det følgende vil vi presentere og tolke empiriske data innenfor våre tre hovedkategorier, før vi deretter drøfter våre funn. I alle tre kategorier vil vi også vise hvordan Trines refleksjoner over elevenes tilbakemeldinger og diskusjoner med kolleger førte til at undervisningsopplegget endret seg underveis. Dette er et uttrykk for kjente prosesser i forskningsforløp hvor hensikten nettopp er å lære av aksjonene som gjøres og få dette tydelig frem i rapporteringen (McNiff, 2009; Tiller 1999; Zuber-Skerritt, 1992).

Lærerens intensjoner

Lærer og forskere var ved oppstarten enige om at elever må være aktive deltakere for å lære, men man hadde ulike forståelser av begrepet aktivitet. Noen mente at *man må jo gjøre noe*, mens andre mente at det var *mental aktivitet* som førte til læring. Det var enighet om at sannsynligheten for at elevene er mentalt aktive, er større når elevene også rent fysisk er i aktivitet. Videre var det enighet om at det er lettere for læreren å vite om og påvirke den mentale aktiviteten hvis denne kommer til uttrykk på et eller annet vis. Det var også enighet om at lærerne måtte legge til rette for aktiv bruk av språket. Diskusjoner førte til endring i lærerens intensjoner, og undervisningsoppleggene ble gradvis rettet mer mot å aktivisere elevene mentalt og språklig i tillegg til konkrete fysiske aktiviteter.

Elevene ble satt i grupper for å *jobbe sammen og snakke sammen*. Trine uttalte at *hvis elevene prater sammen, vet vi i hvert fall hva de tenker på*. Trines intensjoner med de faglige samtalene var at elevene skulle avdekke sine forkunnskaper og støtte hverandre videre i læringsprosessene. Lærerens intensjoner var knyttet til hennes oppfattelse av aktivitetsbasert læring. Hun ønsket å legge til rette for elevene som aktive, produserende deltakere i læringsarbeidet. Et funn i denne kategorien er at Trine hadde intensjoner om å skape en lærings-situasjon hvor elevene var aktive og deltakende. Hun var opptatt av at elevene skulle være i *aktivitet*.

Samtaler med Trine viste at det i hennes intensjoner og tolkning av aktivitet lå mange elementer som på flere hold var sammenfallende med utforskende undervisning og flere av fasene i 5E-modellen (Fiskum & Korsager, 2013). Aktivitet og deltakelse skulle føre til at elevenes *engasjement* og motivasjon økte, og at de dermed lærte mer. Hun ga elevene en felles «fag-plattform» i linkene, og la til rette for å la elevene undersøke, samle informasjon og ta beslutninger. De ble oppfordret til å lese, snakke sammen, samarbeide om beskrivelser og forklaringer. Intensjonen om å *forklare* lå i krav til sluttprodukt. Temaet verdensrommet gir lite rom for fysisk *utforskning*. Fokus på de digitale muligheter med Wiki og lister med nettsadresser ble et verktøy og virkemidler som muliggjorde en utforskning som igjen ville ligge til grunn for en *utvidet forståelse*. Selv ønsket Trine å være nær elevene og i dialog med dem for å bidra til å bygge bro mellom forkunnskaper og nye kunnskaper. Lærer Trines intensjon om å styrke forståelsen av verdensrommet gjennom digitale søk, samtaler, diskusjoner og skriftliggjøring i Wikispaces peker i retning av *utvidet forståelse*. Aktivitet, engasjement, forklaring, utforskning og utvidet forståelse, alle elementer i 5E-modellen (Fiskum og Korsager, 2013) var dermed til stede med varierende tyngde i lærerens planlegging.

Elevene viste seg å være usikre på hva som ble forventet av dem i dette opplegget. Trine bestemte seg derfor for å utarbeide mer konkrete vurderingskriterier. Vurdering fremsto som et styringsverktøy, hvor det som skulle vurderes også ble det elevene arbeidet med i gruppene. Vekt på *vurdering* kom, for Trine, som en utvidet intensjon og aksjon underveis. Hun oppfattet, akkurat som Fiskum og Korsager (2013) og Knutsen (2015), vurdering som et sentralt og nødvendig element i undervisningen. Dette fikk igjen følger for Trines instruksjoner og oppfølging av elevene.

Læreren instruerer

Vi vil i denne seksjonen for det første presentere den informasjon og instruksjon om betydningen av aktivitet og samtale i læringsprosessene som var gitt i oppstarten. For det andre vil vi trekke frem lærerens bruk av vurdering til formidling av kjennetegn, krav og forventninger ved læringsprosessen.

Elevene startet med en time ferdighetstrening hvor de fikk instruksjon og øvelse i å bruke Wikispaces. Dette tilsvarer I-en i I-R-E-modellen (Mortimer & Scott, 2003). De skulle kunne opprette en profil og legge inn tekst. En del av elevene lærte også å legge inn bilder og filmsnutter fra YouTube. Elevene mestret det tekniske før det etterfølgende gruppearbeidet. Treningstimen var preget av aktivitet og engasjement, men i liten grad av samarbeid mellom elevene. De fleste spørsmål i klassen gikk fra elevene direkte til læreren, og elevene ble ikke henvist til å ta opp problemene med hverandre.

Trine hadde relativt høye forventninger til elevene og mente at dette ville støtte deres innsats og læring. Hun la i instruksjonen vekt på at elevene skulle delta aktivt, og hun forklarte (modellerte) elementer av en god samtale. Hun hadde på forhånd laget en oversikt med lenker som var kvalitetssikret med tanke på innhold og språk tilpasset elevene. Lenkene var tilpasset hver enkelt oppgave og skulle være til hjelp for utvidet forståelse. Trine viste hvordan man åpnet et par lenker, og instruerte elevene i å hente ut meningsbærende nøkkelbegreper og illustrasjoner. Elevene viste høy grad av engasjement og involvering. Selv om arbeidsinnsatsen varierte noe, fikk Trine mye respons fra elevene (dette tilsvarer R-en i Mortimer & Scott (2003)). Elever og grupper som ikke arbeidet aktivt, ble oppsøkt av Trine. Hun tok opp arbeidsformen i tillegg til faglige spørsmål og svar.

Ved oppstarten hadde elevene fått utdelt relativt generelle vurderingskriterier med vekt på grunnleggende ferdigheter, innholdet på Wikispaces og arbeidsprosessen. Trine lyktes ikke med å få alle elevene til å arbeide målrettet mot sluttproduktet, og hun opplevde at det var behov for en justering av det opprinnelige undervisningsopplegget. Elevene hadde behov for mer presise vurderingskriterier med konkrete beskrivelser av forventningene til gruppearbeidet. Vektlegging og bruk av vurderingskriterier endret seg dermed underveis i prosessen. Vurderingskriteriene ble et styringsverktøy hvor Trine kunne beskrive forventninger til arbeidsprosessene. Instruksjon og modellering ble knyttet mye tettere til vurderingskriteriene.

Litt ut i prosjektfasen la Trine frem et sett med ytterligere spesifisering av de faglige kriteriene. Her beskrev hun hva som krevdes for å oppnå en bestemt karakter. For eksempel måtte elevene for å oppnå karakteren 2, kunne *forklare hvordan den [månen] beveger seg i forhold til Jorda*. For å oppnå karakteren 3–4 måtte eleven i tillegg kunne *forklare hvorfor ingen har sett hele månens overflate, og forklare hvorfor månen har forskjellige faser (månefaser)*. Mens karakteren 5–6 ytterligere forutsatte at eleven kunne *forklare hva Neil Armstrong mente med det han sa da han satte sine bein på Månens overflate: Et lite skritt for et menneske, men et stort skritt for menneskeheten*. Lignende spesifikke kriterier var beskrevet for alle delemnene i prosjektet. Disse kriteriene var langt mer konkrete i sin utforming enn de innledende, mer overordnede kriteriene.

Trine opplevde at disse nye mer konkrete og faglig rettede formuleringene *tok fokuset bort fra helheten* og hennes intensjoner om læringsprosesser i grupper. Elevene samtalte mindre og var lite opptatt av Wikispaces-sidene til medelevene, men brukte energi på å *pugge til prøve*. I stedet for å sette seg inn i medelevenes arbeid, la elevene vekt på å finne stoffet som de spesifikke kriteriene vektla. Neste gang et lignende undervisningsopplegg skal gjennomføres, ønsker Trine å *la elevene lese og lære seg det de andre elevene har skrevet, og vurdere med utgangspunkt i de generelle kriteriene*. Først i direkte relasjon til en avsluttende prøve skal elevene forholde seg til spesifikke faglige kriterier. Ifølge Trine ville dette *ha forbedret arbeids- og læringsprosessene ytterligere*.

Trines intensjon om bedre læringsutbytte for elevene ble ivaretatt med en aksjon med fokus på vurdering. Hun opplevde at tydelig bruk av vurderingskriteriene samtidig var å *instruere* elevene tydeligere inn i arbeidsprosessen og å *presse* elevene med støttestrukturer (Knain & Kolstø, 2011a og b) som la press på arbeidsinnsatsen og støttet fremdrift på læringsarbeidet. Dette ledet elevene i målrettet faglig aktivitet og engasjert deltakelse. Flere elever nevnte i intervjuene at de brukte kompetansemål og vurderingskriterier som hjelp til å vite hvordan de kunne jobbe. Men ikke alle elevene mestret dette uten hjelp. En gutt sa: *Vi glemte bort hele arket*. På et annet tidspunkt i intervjuet sa den samme eleven: *Vurderingskriteriene hjelper oss til å vite hva vi skal gjøre*. Vi tolket det som at han visste at kriteriene kunne være til hjelp, men han trengte støtte for å mestre dette.

Innstramming av vurderingskriteriene skapte et læringstrykk. Elevene jobbet, engasjerte og involverte seg mer. I elevintervjuene gir elevene uttrykk for å være mer fornøyde og interesserte etter at krav og forventninger er presisert og Trine har instruert og modellert så de vet mer presist hva som forventes.

Samtidig er det også et funn i denne kategorien at spesifikke faglige kriterier økte elevenes aktivitet når det gjaldt å jobbe *individuell* mot en prøve, mens det faglige *samarbeidet* avtok.

Både lærerne og elevene ga klart uttrykk for at når man har jobbet med et tema, det vil si at man har lest, diskutert og skrevet, så har man lært. Elevene var helt entydige i sine uttalelser om at *vi kan best det vi selv har skrevet om*, det vil si det gruppen har arbeidet med. De evaluerer arbeidet og arbeidsinnsatsen sin. Dette tilsvarer E-en i Mortimer og Scott (2003). Et funn i denne kategorien er at en kombinasjon av muntlig og skriftlig instruksjon synes å øke elevenes forståelse av hva som forventes. I tillegg er det en fordel for elevene at Trine følger opp instruksjonene og modellerer hva som forventes.

I den avsluttende evalueringen kom det frem at elevenes engasjement hadde vært høyt. De fleste uttalte at de syntes det var *gøy, vi lærte mer, vi skrev og rettet hverandres tekster*. En stor gruppe av elevene ga tydelig uttrykk for at de opplevde dette prosjektet som mer variert og engasjerende enn mer tradisjonell undervisning. Elevene uttrykte altså større tilfredshet på tross av at det var nødvendig med større arbeidsinnsats for både å lære seg Wikispaces og å lære seg fagpensum.

Trines instruksjoner og modellering hadde flere fellestrekk med 5E-modellen (Fiskum og Korsager, 2013; Knutsen, 2015). Elevene skulle gjennom instruksjon og modellering *engasjeres* til å *utforske* temaet verdensrommet. De skulle videre gjennom tekster på nettet, gruppesamtaler og skriftlige arbeider på Wikispaces *utvide* sin forståelse og *forklare*. Trines intensjon om et høyt læringsutbytte syntes å nå langt bedre frem etter at hun selv utvidet sin forståelse for og av vurdering. Hun engasjerte, aktiviserte og utfordret elevene, samtidig som *vurdering* fikk en mer sentral plass (Fiskum og Korsager, 2013; Knutsen, 2015). Trines instruksjon, modellering, observasjon og forståelse av elevenes arbeid belyste interaksjonen mellom hennes handlinger og elevenes deltakelse og engasjement (Knutsen, 2015).

Læreren følger opp

Trine planla undervisningsopplegget om verdensrommet med mye selvstendig gruppearbeid og bruk av Wikispaces. Hun mente at en slik utforskning av verdensrommet ville passe til elevenes faglige nivå og engasjere dem. Hun instruerte og modellerte i henhold til sine hensikter. Hun kjente sine elever og klassen

ganske godt, noe som naturlig nok påvirket oppfølgingen, da relasjoner hadde blitt bygd opp i løpet av de første månedene i 8. klasse. Trine uttalte at hun vanligvis opplevde stor utvikling fra 8. til 10. trinn når det gjaldt elevenes kompetanse i å jobbe selvstendig. *På 8. trinn er det nødvendig med både «pottetrening» og «dressur»,* sa Trine med et smil om munnen. Vi tolket det som et uttrykk for at hun mener det er nødvendig både at læreren setter noen grenser, og at dette skjer i samhandling med elevene. Hun ønsket å etablere en kontekst hvor lærer og elever hadde en felles forståelse av hvilke skrevne og uskrevne regler som gjaldt. Dermed etablerte hun et sosialt og faglig fellesskap basert på noen grunnleggende regler (Mercer & Dawes, 2008) som regulerte både lærerens og elevenes atferd. Trine førte elevene på 8. trinn inn i «sjangeren» å gå på skole (Moen, 2006) ved å følge opp både faglig innsats og gruppearbeid.

Ved overgang fra barne- til ungdomsskole står elevene, ifølge Trine, uten det kjente rammeverket. De har gått på barneskolen i sju år og vet selvfølgelig hva det innebærer å gå på skole, men det er ikke alt som kan overføres ved overgangen til ungdomsskolen. De står dermed uten den felles forståelse som har regulert deres innsats og aktivitet hittil i skoleforløpet. En ny felles forståelse av hva som er nødvendig innsats i denne nye settingen må etableres, og Trine var bevisst på at mye av lærerens energi i det første halve året på 8. trinn skulle gå til denne jobben. Oppfølgingen av elevene var derfor et arbeid i skjæringsfeltet mellom undervisning og oppdragelse. Elevenes erfaringer det første halve året får derfor stor betydning for læringsmiljøet i resten av ungdomsskolen. Trine mente at hvis elevene ved overgangen til ungdomsskolen lærer at her skal læreren stille spørsmålene, elevene skal svare og læreren kan komme med kommenterende feedback, så tar de dette med seg videre. Hvis elevene erfarer at her går det best om man engasjerer seg i arbeidet, så blir det i høyere grad gjeldende for resten av ungdomsskoleløpet. Vi kunne observere at elevene fikk informasjon om planene for dette undervisningsopplegget. Trine informerte om forventninger til gruppearbeidet og til presentasjonene som elevene skulle lage på Wikispaces. Deretter fulgte Trine aktivt og tett opp sine elever i arbeidstimene, ved å stille spørsmål og komme med råd både til det faglige arbeidet med verdensrommet og til arbeidet i gruppene.

Elevene var også oppmerksomme på støtten de fikk fra Trine, og en elev uttalte i intervju:

Jo, for vi har hatt sånne diskusjoner da, hvor Trine liksom har kommet og sagt.... Og så har vi begynt å diskutere oss imellom, diskutert det faglig på en måte.

Trines respons til elevene hang tydelig sammen med instruksjonene hun hadde gitt dem: *Dere må diskutere og drøfte problemstillingene før dere skriver inn på Wiki.* Trine modellerte på denne måten hva hun forventet av elevene, og hvordan dette skulle evalueres. Denne eleven viste tydelig at han hadde forstått hensikten med instruksjonen, og ga uttrykk for at dette påvirket elevenes faglige samtale. Vi ser at Mortimer og Scotts (2003) I-R-E-kjede kommer tydelig frem også som en forlenget kjede med mye interaksjon mellom lærer og elever (I-R-E-R-E).

Vi fant at om lærerens instruksjoner ble fulgt opp i praksis, så det ut som om elevene var klar over hva som var rett og galt. Men det var likevel ingen selvfølge at elevene gjorde nøyaktig som forventet og fikk erfaringer med læringsarbeidet på en hensiktsmessig måte. Observasjonene viste at elevene ikke selvstendig klarte å gjennomføre læringsprosessen uten tett oppfølging. De hadde ikke god nok felles kompetanse til at de selv kunne ta fullt ansvar for prosessen i gruppene.

Underveis i forløpet presenterte Trine vurderingskriteriene til en avsluttende prøve. Denne prøven skulle være individuell og skulle teste faktakunnskap relatert til *Verdensrommet*. Presentasjonen av prøve og vurderingskriterier førte til mindre felles aktivitet og mindre samtale i gruppene. Elevene ga uttrykk for at de heller ønsket å *pugge* tekst i læreboka. En individuell prøve som skulle teste faktakunnskap, støttet kun opp om en del av hensikten med dette undervisningsopplegget: å kunne forklare fakta. En utforskende læringsprosess hvor elevene utvidet forståelsen i samarbeid med medelever, var ikke testet. Det var meget tydelig at vurderingskriteriene som var lagt frem hadde en sterk påvirkning på elevenes oppfattelse av hva som var viktig. Trines oppfølging, det hun sa, det hun gjorde i interaksjon med elevene hadde da mindre innvirkning.

Avslutning

I denne teksten har vi presentert og drøftet en lærers tilrettelegging for faglig, utforskende aktivitet med bruk av IKT med utgangspunkt i en aksjonsforskningsstudie som har til hensikt å dokumentere endringer og utvikling. Vi har vært spesielt opptatt av hvordan lærerens tilrettelegging påvirket elevenes deltakelse, fordi teorien vi bygger på, på forskjellig vis dokumenterer at læring og forståelse øker hvis den lærende er aktiv deltaker både muntlig og skriftlig. Vi hadde i utgangspunktet kunnskap om at elevenes

aktive deltakelse var viktig, og vi ønsket med aksjonsforskning som ramme å utforske og utvikle dette samspillet mellom lærer og elever, samtidig som vi presenterer vitenskapelige resultater med relevans også utenfor Dansebekken skole.

Studien viser at læreren hadde sterke intensjoner om å legge til rette for aktiv deltakelse. På tross av dette var elevene i Trines klasse usikre på hva som var forventet av dem. Trine utarbeidet ulike sett med vurderingskriterier. De fungerte som styringsredskap for å hjelpe elevene til å forstå forventningene fra læreren og til å delta aktivt i læringsprosessene. Ifølge Fiskum og Korsager (2013) og Knutsen (2015) er vurdering et sentralt og nødvendig element i undervisningen. Resultatene våre viser likevel at det må være nøye overensstemmelse mellom lærerens intensjoner og kriteriene for vurdering, fordi vurderingskriteriene virker mye sterkere inn på elevenes arbeid enn annen instruksjon.

Studien vårt bekrefter at læreren må legge til rette for elevenes aktive deltakelse i undervisningen. Elever i ungdomsskolen trenger både tydelige krav og klare forventninger. Disse skal helst formidles til elevene akkurat når de har bruk for dem. Informasjon som blir gitt for tidlig, har en tendens til ikke å bli brukt før læreren gir feedback. Instruksjon og modellering fungerer best når elevene har behov for rettledning, og lærer og elever går i dialog. Samspillet, det vil si relasjonen, mellom lærer og elever har derfor betydelig innvirkning på elevenes læring.

Læreren må planlegge og formidle det faglige innholdet i undervisningsopplegget. I dette tilfellet planla Trine innholdet og presenterte en del lenker til Internett med relevant innhold og en utforming som gjorde det mulig for elever på dette trinnet å tilegne seg stoffet. Men det er ikke nok å presentere det faglige innholdet. Resultatene våre viser at disse elevene trenger instruksjon og oppfølging som støtter lærerens intensjoner om elevenes aktive deltakelse. Læreren må formidle sine forventninger, krav og kriterier for vurdering, men i tillegg er elevene avhengige av at dette følges opp underveis i undervisningsforløpet, slik at de får hjelp til å regulere deltakelsen sin.

Å skape mening og forståelse i faget er et grunnleggende element i naturfagdidaktikken i dialog. Mortimer og Scott (2003) har presentert en struktur hvor dette skjer. Denne strukturen er gjennomgående i Trines undervisning. Hun instruerer innledningsvis for å hjelpe elevene i gang, men legger deretter til

rette for dialog og samspill, både mellom seg og elevene og mellom elevene innbyrdes. Samtidig står hun hele tiden til rådighet som fagperson.

I arbeidet vårt har vi sett at det ikke er lett å engasjere elever i 8. klasse i lærende dialoger og utforskende samtaler. Trine har vist oss behovet for at læreren instruerer og modellerer slike samtaler. Vurderingskriterier kan brukes som støtte. Disse skal omfatte både vurdering av deltakelse og faglig vurdering. Vurderingen skal være en støtte til læringsarbeidet og må da omfatte både læringsaktiviteten og det faglige nivået.

Litteratur

- Barnes, D. (2008). Exploratory Talk for Learning. In N. Mercer & S. Hodgkinson (eds.), *Exploring Talk in School*. Los Angeles: Sage publications, pp. 1–16.
- Bransford, J. D., Brown, A. L. & Cocking R. R. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience and School*. Washington D.C.: National Academy Press.
- Bybee, R., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Carlson, J., Westbrook, A., Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Colorado Springs: CO BSCS.
- Creswell, J. W. (1998). *Qualitative Inquiry and Research Design. Choosing Among Five Traditions*. London: Sage Publications.
- Donovan, M. S. & Bransford, J. D. (2005). *How Students Learn: Science in the Classroom National Academies Press*. Washington.
- Erlien, W. & Mork, S. M. (2009). Grunnleggende ferdigheter og bruk av digitale verktøy i naturfag. I H. Traavik, O. Hallås & A. Ørvig (red.), *Grunnleggende ferdigheter i alle fag*. Oslo: Universitetsforlaget, s. 144–161.
- Fiskum, K. & Korsager, M. (2013). 5E-modellen i utforskende undervisning. *Naturfag 2/2013*, s. 34.
- Grønmo, L. S., Bergem, O. K., Kjærnsli, M., Lie, S. & Turmo, A. (2004). Hva i all verden har skjedd i realfagene? Norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2003. *Acta Didactica* (5).
- Hammersley, M. & Atkinson, P. (1996). *Feltmetodikk*. Oslo: Ad Notam Gyldendal.
- Kjærnsli, M. (2007). Hva får vi vite i PISA 2006? *Acta Didactica Norge* 1(1).
- Knain, E. (2005). Skrivning i naturfag: mellom tekst og natur. *NorDiNa*, 1, s. 73–84, også tilgjengelig på <http://www.naturfagsenteret.no/binfil/download.php?did=6578>, lastet ned 18. mai 2016.
- Knain, E. & Kolstø, S. D. (2011a). Utforskende arbeidsmåter i naturfag – uenighet og tvil om grunnlag for læring. *Bedre skole*, nr. 4.
- Knain, E. & Kolstø, S. (2011b). *Elever som forskere i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Knutsen, B. (2015). Utforskende arbeidsmetoder i biologi. I van Marion, P. og Strømme, A. (red.) (2015). *Biologididaktikk*. Oslo: Cappelen Damm Akademisk.

- Korsager, M., Slotta, J. D. & Jor det, D. (2014). Global Climate Exchange Peer Collaboration in a «Global classroom». *Nordina* (1), s. 105–120.
- Kullberg, B. (2004). *Etnografi i klassrummet*. Lund: Studentlitteratur.
- Kunnskapsdepartementet (2006). *Læreplanverket for Kunnskapsløftet, LK06*. Oslo.
- Kvale, S. (1997). *Det kvalitative forskningsintervju*. Oslo: Ad Notam Gyldendal.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, Learning and Values*. Ablex Publishing Corporation.
- Madsen, J. (2007). Lærerteamet som arena for læring. I M. B. Postholm (red.), *Forsk med! Lærere og forskere i læringsarbeid*. Oslo: N. W. Damm og sønn.
- McNiff, J. & Whitehead, J. (2009). *Doing and writing action research*. Los Angeles: Sage.
- Mercer, N. & Dawes, L. (2008). The Value of Exploratory Talk. In N. Mercer & S. Hodgkinson (eds.), *Exploring Talk in School*. Los Angeles: Sage Publisher, pp. 55–72.
- Moen, T. (2006). «Barna må mestre skoledagen». En empirisk studie av klasseledelse. I P. Andersen (red.), *Klasse- og læringsledelse*. København: Unge Pædagoger. s. 90–102.
- Mortimer, E. F. & Scott, P. H. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead: Open University Press.
- Munkeby, E. (2016). Den utforskende samtalen. *Naturfag* (2), s. 16–17.
- Postholm, M. B. (2010). *Kvalitativ metode. En innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Prawat, R. S. (1996). Constructivisms, Modern and Postmodern. *Educational Psychologist*, 31(3/4), pp. 215–225.
- Santa, C.M. & Engen, L. (1996). *Lære å lære*. Stavanger: Stiftelsen dysleksiforskning.
- Scott, P. (2008). Talking a way to Understanding in Science Classrooms. In N. Mercer & S. Hodgkinson (eds.), *Exploring Talk in School*. Los Angeles: Sage Publications, pp. 17–36.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse. En kritisk fagdidaktikk*. Oslo: Gyldendal.
- Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2006). How do learners in different cultures relate to science and technology? Results and perspectives from the project ROSE (The Relevance of Science Education) APFSLT: Asia-Pacific forum on Science Learning and Teaching, 7(1).
- Strauss, A. L. & Corbin, J. M. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks, California: Sage.
- Tharp, R. G. & Gallimore, R. (1988). *Rousing minds to life: teaching, learning, and schooling in social context*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tiller, T. (1999). *Aksjonslæring: forskende partnerskap i skolen*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Wertsch, J. V. (1991). *Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

- Wertsch, J. V. (1998). *Mind as Action*. New York: Oxford University Press.
- Wæge, K. (2007). Elevenes motivasjon for å lære matematikk og undersøkende matematikk undervisning. Trondheim: NTNU.
- Zuber-Skerritt, O. (1992). *Professional Development in Higher Education. A Theoretical Framework for Action Research*. London: Kogan Page.