



Uio • Universitetet i Oslo

AR i skolen

En kvalitativ studie av Augmented Reality (utvidet virkelighet) i norsk skole

Marlene Hasle

Master i Pedagogikk: Kommunikasjon, Design og Læring

Antall studiepoeng 45

Institutt for pedagogikk

Det utdanningsvitenskaplige fakultet

25.05.2022

SAMMENDRAG

MASTER I PEDAGOGIKK – MASTEROPPGAVE

Tittel	AR i skolen
Av	Marlene Hasle
Emnekode	PED4591
Semester	Våren 2022

Stikkord
Utvidet virkelighet Digitale representasjoner Sosiokulturelt perspektiv Proksimale utviklingszone Mediert handling Datamaskinstøttet samarbeidslæring (CSCL)

Forord

Jeg vil takke min veileder Anders Kluge som har veiledet meg. I tillegg vil jeg takke Ingrid Skrede og Ludenso som lot meg forske på deres AR-teknologi. Jeg har fått god hjelp og støtte underveis, noe jeg har satt stor pris på!

Sammendrag

Masteroppgaven «En kvalitativ studie av Augmented Reality (AR) i norsk skole» er et samarbeid mellom Ludenso AS og Universitetet i Oslo ved institutt for pedagogikk. Denne masteroppgaven rapporterer om hvordan utvidet virkelighet eller AR kan anvendes i elevers læringsprosesser i naturfag. Jeg analyserer hvordan elever bruker appen AR Aschehoug for å lære om hvordan organet hjertet, sirkulasjons- og luftveissystemet fungerer sammen. I studien ble det gjennomført et kort feltforsøk ved en barneskole i Oslo sentrum. Det har blitt utført en analyse av læringsaktivitetene før arbeidet med AR, og hvordan elever løser oppgaver i kombinasjon med teknologien.

Studien var rettet mot forståelse av hvordan AR kan anvendes i elevers læringsprosesser i skolen. Det har blitt analysert hvordan et læringsopplegg og bruk av AR kan samvirke, og på hvilken måte teknologien blir gjort relevant i elevers bruk og samarbeid. Jeg har tatt utgangspunkt i et sosiokulturelt perspektiv på læring. Perspektivet vektlegger hvordan læring medieres av kulturelle verktøy. Spenningsfeltet mellom elever og teknologi ble undersøkt.

Jeg fant at elevene tar utgangspunkt i det tidligere læringsopplegget i deres bruk av AR. I deres læringsamtaler bruker elevene naturfaglige begreper og konsepter som kan knyttes til tidligere læringsforløp. Det tyder på at de klarer å bruke verktøyet som hjelp til å strukturere kunnskapen deres. Redskapet brukes aktivt i løpet av deres læringsprosesser. Elevene engasjerer seg for deres interaksjoner med det estetiske designet. Teknologien legger til rette for at elevene blir utforskende, autonome og selvstyrte. I åpne spørsmål blir elevene fagorienterte og undersøkende.

Abstract

The master's thesis A qualitative study of Augmented Reality (AR) in Norwegian schools is a collaboration between Ludenso AS and the University of Oslo at the Department of Education. This master's thesis reports on how augmented reality or AR can be used in students' learning processes in science. I analyze how students use the AR Aschehoug app to learn about how the organ heart, circulatory and respiratory systems work together. In the study, a short field trial was carried out at a primary school in central Oslo. An analysis has been performed of the learning activities before working with AR and how students solve tasks in combination with technology.

The study was targeting the understanding of how AR can be used in students' learning processes in school. It has been analyzed how a learning program and the use of AR can interact, and in what way the technology is made relevant in students' use and collaboration. I have taken as my starting point a socio-cultural perspective on learning. The perspective emphasizes how learning is mediated by cultural tools. The field of tension between students and technology was examined.

I found that the students are based on the previous learning plan in their use of AR. In their learning conversations, students use science concepts and concepts that can be linked to previous learning processes. This indicates that they are able to use the tool as an aid in structuring their knowledge. The tool is actively used during their learning processes. Students engage in their interactions with the aesthetic design. Technology facilitates students to become exploratory, autonomous and self-directed. In open-ended questions, students become subject-oriented and exploratory.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	1
Abstract	2
Innholdsfortegnelse	3
1. Innledning	6
1.1. AR-teknologi i skolebøker	7
1.2. Studiens fokus	7
1.3. Forskningsspørsmål	8
2. Tidligere forskningslitteratur	9
2.1. Ibáñez og Delgado-Kloos (2018).....	9
2.2. Ozdemir et al. (2018)	10
2.3. Kamarainen et al. (2013).....	10
2.4. Zhang et al. (2014).....	11
2.5. Chiang et al. (2014a).....	12
2.6. Wang et al. (2014)	12
2.7. Kluge og Bakken (2010)	13
2.8. Oppsummering	13
3. Teori	14
3.1. Augmented Reality (AR)	14
3.2. Digitale representasjoner.....	14
3.3. Sosiokulturelt perspektiv.....	14
3.4. Den proksimale utviklingssone	15
3.5. Mediert handling.....	15
3.6. Datamaskinstøttet samarbeidslæring (CSCL)	16
4. Metodisk tilnærming	17
4.1. Forskningsdesign	17
4.2. Casestudie.....	17

4.3.	Utvalg.....	17
4.4.	Datainnsamling.....	18
4.4.1.	Observasjon	18
4.4.2.	Intervju.....	19
4.4.3.	Videobservasjon	20
4.5.	Analyse.....	21
4.5.1.	Interaksjonsanalyse	21
4.5.1.1.	Kriterier	22
4.5.2.	Analyse av læringsaktiviteter før arbeidet med AR.....	22
4.5.3.	Intervjuer belyser observasjoner	23
4.6.	Koble bruk av AR med tidligere læringsaktiviteter.....	23
4.7.	Koble bruk av AR med deltakernes opplevelser	23
4.8.	Kritiske vurderinger av forskningsdesignet	23
4.8.1.	Reliabilitet.....	23
4.8.2.	Validitet	24
4.8.3.	Forskerrollen og etiske betraktninger.....	25
5.	Case.....	26
5.1.	Eksplorerende casestudie	26
5.2.	Deltakere	26
5.3.	Beskrivelse av læringsopplegg	28
5.3.1.	Læringsaktiviteter før AR fra et elevintervju	28
5.3.2.	Læringsaktiviteter før AR fra et lærerintervju	29
5.3.3.	Læringsaktiviteter før AR fra en observasjon.....	30
5.4.	Arbeid med en AR-modell av hjertet.....	33
5.5.	Beskrivelse av AR-teknologien.....	35
6.	Fremleggelse av funn.....	38
6.1.	Læringsforløp	38

6.2.	Kriterium 1 – Oppstart med teknologien	38
6.3.	Kriterium 2 - Uttrykk for engasjement	43
6.4.	Kriterium 3 - Uttrykk for oppdagelse av sammenhenger i et lukket spørsmål	47
6.5.	Kriterium 4 - Uttrykk for oppdagelse av sammenhenger i åpne spørsmål	56
6.6.	Kriterium 5 – Avrunding.....	68
6.7.	Oppsummering av læringsforløp	69
7.	Drøfting.....	71
7.1.	Skaper interesse	71
7.2.	Blir fagorientert	72
7.3.	Aktivitet.....	75
7.4.	Blir undersøkende.....	77
8.	Konklusjon.....	80
9.	Referanser.....	81

1. Innledning

Ny teknologi har gitt en rekke nye muligheter for læring i utdanningssektoren (de a, et al., 2018). Det kan finnes et større læringspotensial i å benytte seg av digitale verktøy i læringen (Kamarainen et al., 2013). Samtidig gjør fagfornyelsen av kunnskapsløftet utforskende læring mer sentralt i skolen (Utdanningsdirektoratet, 2020a). I Utdanningsdirektoratet står det at barn og unge har en innebygd utforskertrang og nysgjerrighet som læreren kan ta nytte av i skolelæringen. Ved hjelp av utforskende læring kan elever gis muligheten til å oppdage, stille spørsmål og se sammenhenger som er viktige for dybdelæring (Utdanningsdirektoratet, 2019). Når elever bruker det de har lært, kan de reflektere over egen læring og gradvis utvikle en mer langvarig forståelse av pensum, enten på egenhånd eller i samhandling med andre. AR (Augmented Reality, på norsk utvidet virkelighet) kan gi elever muligheter til å utforske det faglige innholdet. I den anledning er det hensiktsmessig å undersøke læringspotensialet AR-teknologi kan ha for læringen, og hvordan skolesektoren kan legge til rette for naturlig og suksessfull læring ved hjelp av teknologien.

Det er en økt vektlegging av nye kompetanser og ferdigheter i skolen. Teknologisk kompetanse er sentralt i opplæringens verdigrunnlag i naturfag, og skal forberede elevene på et fremtidig arbeids- og samfunnsliv (Utdanningsdirektoratet, 2020b). Elevene skal lære seg grunnleggende dataferdigheter som innebærer å behandle, innhente og tilegne seg faglig kunnskap ved bruk av digitale midler, samt tolke og vurdere denne informasjonen (Utdanningsdirektoratet, 2020c). Elevene skal kunne anvende digitale ressurser i samhandling og kommunikasjon med andre når de utfører læringsarbeid. Skolen skal legge til rette for at elever skal kunne utforske og utvikle en slik teknologisk kompetanse. Derfor kan AR ansees som en metode for å svare på denne delen av fagfornyelsen. Videre kan AR bidra til variert undervisning i skolelæringen. Et viktig prinsipp i fagfornyelsen er å gi elever skiftende læringsopplevelser (Utdanningsdirektoratet, 2020d).

Teknologi kan muliggjøre utforskning av problemer i den fysiske verdenen (de Jong, et al., 2018). I den sammenheng kan elever definere problemer, gjøre predikasjoner, bygge argumenter, eksperimentere og redefinere deres ideer (Bilkstein, 2013). Det finnes designprinsipper som lærere kan benytte seg av for å legge til rette for mer utforskende læring (McElhaney, et al., 2015). Noen designprinsipper er autonom utforskning av modeller, realistiske utfordringer, oppmuntre elevene til å teste ut deres ideer og gi elevene hint for å engasjere dem i selvstendig læring og refleksjon.

Augmented Reality er en teknologi som kombinerer tredimensjonale virtuelle objekter med et ekte miljø (Azuma, 1997). Et ekte fysisk miljø blir dekket over av et dynamisk lag, og utvidet med ytterligere virtuell informasjon (Klopfer & Squire, 2008). Teknologien kan gjøre elever i stand til å oppleve vitenskapelige fenomener i læringen som ellers ikke er mulig å observere i virkeligheten. Videre kan AR-teknologi muliggjøre elevers autentiske utforskning av virtuelle objekter i den fysiske verdenen (Pérez-Lópe & Contero, 2013). I den forbindelse kan AR knyttes til fagfornyelsens løfte om å fremme utforskende læring i skolen. Spørsmålet er hvordan teknologien kan anvendes i elevers skolelæring.

1.1. AR-teknologi i skolebøker

Studien har tatt utgangspunkt i appen *AR Aschehoug* levert av Ludenso AS. Appen ble lansert for bruk i barne- og ungdomsskolen i august 2021 i Aschehoug sine Solaris pensumbøker i naturfag, og i Aschehoug sine iPraksis pensumbøker i helse og oppvekstfag. I bøkene kan elever utforske AR-modeller ved hjelp av sine nettbrett. Elevene kan skanne boksider i pensumboken sin og 3D-modeller kan bli synlige som et ekstra lag over kameraskjermen. 3D-modellene ser ut som ekte tredimensjonale figurer på nettbrettskjermen foran elevenes øyne. Deres fysiske miljø blir i den forbindelse utvidet med ytterligere virtuell informasjon. Modellene kan utforskes fra flere vinkler, dreies på, og gjøres større og mindre. Noen modeller har også bevegelse i seg.

1.2. Studiens fokus

Prosjektet undersøker hvordan AR kan anvendes i naturfag. Studien ble gjennomført i en 5. klasse på en barneskole i Oslo sentrum, i et klasserom og i to grupperom. Det ble innhentet data gjennom observasjon, videoopptak og intervju. Datamateriale ble samlet inn i løpet av tre dager innen én uke. Temaet den aktuelle uken var kapitlet om blod og luft i naturfagsboken Solaris. I en undervisningstime var en av aktivitetene å arbeide med en AR-modell av hjertet. Oppgaveøkten varte i cirka 15 minutter. Hjertemodellen som elevene skulle undersøke så realistisk ut. Elevene kunne se både hjertets utside og innside. Modellen hadde bevegelse i seg. Hjertet banket, trådhjerteklaffene flagret og nebbhjerteklaffen åpnet og lukket seg. Denne læringsaktiviteten ble detaljert undersøkt. I tillegg ble data om læringsopplegget i forkant av AR-aktiviteten innhentet, for å sjekke hvordan læringsopplegget samvirket med elevers bruk av AR.

1.3. Forskningsspørsmål

Formålet med studien er å undersøke hvordan AR kan anvendes i elevers læringsprosesser. Studien vil undersøke hvordan et læringsopplegg samvirker med elevers bruk av AR, samt måten teknologien blir gjort relevant i elevers bruk og samarbeid. Problemstilling og forskningsspørsmål blir som følgende:

Problemstilling: Hvordan kan AR anvendes i læringsprosesser i skolen?

- 1) Hvordan samvirker læringsopplegg og bruk av AR?
- 2) På hvilken måte blir AR gjort relevant i bruk og samarbeid?

En etablert norm i skolen er å utarbeide et læringsopplegg for å dekke læringsmål. Studien vil i den sammenheng undersøke hvordan læringsopplegget læreren utvikler samvirker med elevers bruk av AR. Videre kan AR brukes som et hjelpemiddel i elevers samhandling og kommunikasjon når de utfører læringsarbeid sammen med andre. I den anledning vil studien analysere måten teknologien blir gjort relevant i elevers bruk og samarbeid.

I studien undersøker jeg hvordan elevers læringsprosesser utvikler seg over tid. Dette innebærer hvordan bruken av AR starter og hvordan den ender. Dette er en generell ramme jeg bruker for å undersøke utviklingen over tid.

2. Tidligere forskningslitteratur

I litteraturgjennomgangen har jeg tatt utgangspunkt i utvidet virkelighet i STEM-læring (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2018), læringsprosesser (Ozdemir et al., 2018, Zhang et al., 2014; Chiang et al., 2014b), læringsforståelse (Kamarainen et al., 2013), elevers samarbeid i utforskende læring (Chiang et al., 2014a), studenters adferd i samarbeidende utforskningslæring (Wang et al., 2014) og elevers engasjement (Kluge og Bakken, 2010). To av studiene er metastudier, tre av studiene involverer barneskoleelever. I en av studiene blir videregående elever undersøkt og i et av studiene deltar studenter.

2.1. Ibáñez og Delgado-Kloos (2018)

Ibáñez og Delgado-Kloos (2018) utførte en systematisk litteraturgjennomgang. De analyserte 28 publikasjoner mellom 2012 og 2017. Deres mål var å undersøke bruk av AR i STEM undervisningen. STEM står for Science, Technology Engineering, and Mathematics og kan anses som en samlebetegnelse for fagene matematikk, biologi, fysikk, kjemi, geografi og informasjonsteknologi. Det er en læringsmetode lærere kan benytte seg av i undervisningen og kan knyttes til alle realfagene i Norge. I STEM-fagene kan elevene jobbe som ingeniører, ofte ved anvendelse av teknologier (Bryan, et al., 2016). Elevene oppmuntres til autonom og selvstendig oppdagelse av informasjon, løse problemer og undersøke på tvers av ulike fag.

18 studier undersøkte AR-teknologiens påvirkninger på elevenes følelsesmessige tilstander. Motivasjon var den emosjonelle tilstanden som dukket opp i de fleste studier, etterfulgt av holdning, glede og engasjement. Andre emosjonelle tilstander som ble vurdert var tilfredshet, fordypning, flyt og interesse.

Det vanligste kognitive utfallet som ble målt var evnen til å huske informasjon. Disse studiene brukte vanligvis pre- og posttester og spørreskjemaer. Seks studier målte kognitive utfall på høyt nivå. Dette knyttet til elevenes evne til å løse problemer, analysere resultater og elevers egenrevisning. Pre- og posttester ble benyttet, i tillegg til selvevalueringer.

Kunnskapskonstruering i løpet av elevenes utforskningsarbeid ble også undersøkt.

Arbeidsaktiviteter ble registrert og deretter analysert. Læringseffektiviteten til aktiviteten ble dokumentert ved hjelp av opptak av elevenes svar på åpne spørsmål. Et annet studie analyserte elevenes adferd i en spørrebasert læringsaktivitet, og registrerte adferd ved hjelp av videoopptak. Funn viser høy undersøkelsesadferd. For eksempel tolker deltakere eksperimentell data og trekker konklusjoner.

Forskning på utvidet virkelighet har undersøkt elevers frihet til å oppdage informasjon gjennom interaksjon og selvkonstruksjon av kunnskap. Det er imidlertid fortsatt behov for mer forskning på dette området. Spesielt er det nødvendig å finne ut hvordan AR-baserte verktøy kan utformes for å hjelpe elevene til å konstruere kunnskap, og til å undersøke om elevene faktisk bygger kunnskap. For eksempel har ikke gjensidig avhengighet blant gruppe-medlemmer og individuell ansvarlighet blitt vurdert. På den annen side har forskere rapportert læringsproblemer for noen elever. Dette knyttet til elevers autonome og selvstendige utforskning. Forfatterne argumenterer for å finne effektive stillasmekanismer for disse elevene.

Noen studier brukte utvidet virkelighet for å støtte samarbeidende instruksjoner. Dette ved å tilby kunnskapsdelingsfunksjoner og ved bruk av differensierte roller. Fem forskjellige instruksjonslæringsteknikker i de gjennomgåtte studiene var observasjon, utforskning, spill, rollespill og konseptkart. Observasjon vil si at elevene kan åpne bilder, tekst, video eller animasjon i AR-verktøyet. Konseptkart kan for eksempel være at elevene får informasjon basert på deres posisjonering.

2.2. Ozdemir et al. (2018)

Ozdemir et al. (2018) utførte en metastudie om bruk av utvidet virkelighet i læringen. 21 eksperimentelle studier fra oktober 2007 til februar 2017 ble analysert, og studier fra naturvitenskapen og sosialvitenskapen ble inkludert. Deres mål var å undersøke effekten AR har på brukernes læringsprosesser. De fant at AR forbedret deltakernes akademiske oppnåelser i deltakernes læringsprosesser.

2.3. Kamarainen et al. (2013)

Kamarainen et al. (2013) forsket på tre klasser som dro på hver sin skoletur. Elevene skulle lære om vannkvalitet ved en dam. De utførte flere målinger av vannet. Deltakerne var tre lærere og 71 sjette klassinger. Utvidet virkelighet skulle hjelpe elevene i deres forståelse og tolkningsarbeid. Teknologien ga dem tilleggsinformasjon basert på hvor de befant seg i et kart. Målet var å undersøke elevers læringsgevinster. Elevenes forståelse av naturfaglige konsepter og begreper ble målt før og etter bruk av AR. Elevenes motivasjoner og opplevelser ble i tillegg målt og lærerne ble intervjuet. Funn viser at elevene fikk økt læringsforståelse av naturfaglige begreper. Elevene trodde i større grad på deres evner om å kunne utføre vitenskapelig arbeid.

Elevene svarte på en spørreundersøkelser før og etter skoleturen. De fikk spørsmål om deres mestringfølelse knyttet til vitenskapelige undersøkelser og deres innholdsforståelse av læringsmålene. Undersøkelsen var basert på tidligere validerte standardiserte tester og elementer fra et program som kunne knyttes til læringsmålene. Undersøkelsen ble gjennomgått av tre eksperter på området før bruk. Det vil si en økosystemforsker, en kognitiv psykolog og en naturfagslære.

I Kamarainen et al. (2013) sin studie fikk elevene først nettbaserte læringsoppdrag som introduserte dem til de naturfaglige temaene. Lærerne brukte oppdragene i timen og elevene gjorde målinger ved hjelp av sonder før skoleturen. På skoleturen fikk elevene en introduksjon av programansvarlig om området rundt dammen. Deretter anvendte elevene AR-teknologien i grupper. I teknologien kunne elevene bli bedt om å samle inn vannmålinger. Når elevene var på triggersteder i et kart eller gjorde målinger fikk de tilleggsinformasjon på mobilen. Videre kunne de få spørsmål i AR, se på videoer og en 3D-modell. 3D-modellen var en and. Inni anden var det et stivelsesmolekyl. Ifølge lærere hjalp hintene i AR elevene med å forstå faginnholdet.

Etter deres bruk av utvidet virkelighet måtte elevene sammenligne deres målinger med et annet elevpar og hjelpe programansvarlig med å samle inn makro- og mikro organismer ved hjelp av et nett. Avslutningsvis diskuterte de deres funn med lærer, så på organismer i et mikroskop og tegnet skisser av organismer. Neste skoledag ble alle målingene elevene hadde gjort samlet inn. De så på målingenes rekkevidde, gjennomsnitt og variasjoner og diskuterte dammens levedyktighet. Videre snakket de om mulige årsaker til at variasjonen kan ha oppstått, hvordan disse målingene kan ha blitt påvirket av miljøforhold og hvordan uteliggere i dataene kan forklares.

2.4. Zhang et al. (2014)

I Zhang et al. (2014) sin studie var målet å undersøke elevers læringsprestasjoner av astronomisk kunnskap. Elevenes bruk av AR og tradisjonelle metoder ble undersøkt og sammenlignet. Elevene testet ut teknologien både i klasserommet og utendørs. En av oppgaven var å identifisere stjerner på himmelen ved hjelp av teknologien. Elevenes kunnskaper ble målt før og etter bruk av AR. Forfatterne fant at bruk av AR utendørs forbedret elevers læringsprestasjoner og skapte økt interesse for læring av astronomiske observasjoner.

2.5. Chiang et al. (2014a)

I Chiang et al. (2014b) sin studie observerte elevene habitatene og morfologien til vannplanter utendørs ved en dam. Deltakerne var 57 fjerdeklassinger. Målet var å undersøke om elever som brukte stedbasert AR hadde bedre læringsprestasjoner sammenlignet med elever som ikke brukte utvidet virkelighet, samt undersøke elevers motivasjon. De samme forfatterne undersøkte i et annet studie elevers samarbeid i utforskende læring og hvordan elevene bygget kunnskap (Chiang et al., 2014a). Forfatterne analyserte logger i teknologien. I verktøyet kunne elevene dele observasjoner, dokumentere oppdagelser, skrive innlegg, lese andres innlegg, stille spørsmål, starte diskusjoner og bruke en tavle. De kunne også starte chatterom for å diskutere faglige temaer. Det var ulike stadier i teknologien; et spørrestadium, et diskusjonsstadium og et refleksjonsstadium.

Elevene hadde noen bakgrunnskunnskaper fra før av og læringsmålene var basert på disse bakgrunnskunnskapene. I studien introduserte lærer elevene for kunnskap om vannplanter og beskrev læringsmål før de startet å anvende teknologien. Elevene fikk også en pretest om læringsinnholdet. Da forfatterne fant at elevene hadde like evner, begynte eksperimentet. Elevene så på en film om en vannplante. Deretter skulle elevene undersøke plantenes karakteristikk ved hjelp av teknologien. De skulle skrive deres tanker i mobilapplikasjonen. Videre ble de oppmuntret av instruktøren å diskutere deres ideer og om deres kunnskap stemte overens med andre elevers refleksjoner i teknologien. Videre skulle elevene sammenligne planten med andre planter som lignet for å identifisere forskjeller.

Elevenes læringsadferd, inkludert deres bevegelser i det virkelige miljøet og interaksjoner med jevnaldrende ble registrert. I tillegg ble læringsmotivasjoner undersøkt. Funn viste at elevene engasjerte seg i kunnskapskonstruksjonen. AR ga økt motivasjon og forbedrete læringsprestasjoner. Elevene prøvde å finne avklaringer på misforståelser ved naturfaglige konsepter og begreper, og fikk flere perspektiver på et tema. Samarbeidsdiskusjoner i teknologien bidro til elevers kunnskapskonstruksjon og elevene var undersøkende.

2.6. Wang et al. (2014)

I Wang et al. (2014) sin studie var målet å undersøke elevenes samarbeidende undersøkelseslæring og adferdsmønstre i en AR-simulering og i en 2D-simulering. I grupper brukte studentene en AR-simulering for å lære seg om elastisk støt. Fra før av hadde studentene tatt fysikk kurs. De hadde ikke spesifikt lært om elastisk støt. 40

universitetsstudenters diskusjoner ble analysert. Resultatene viser at simuleringene støttet elevenes undersøkelseslæring. Dette var spesielt knyttet til tolkning av eksperimentell data og trekking av konklusjoner. Studentene som brukte en AR-simulering, ble mer undersøkende sammenlignet med studenter som brukte en 2D-simulering.

Først fikk deltakerne en instruksjon om grunnleggende konsepter i elastisk støt i 15 minutter. Deretter fikk de to åpne spørsmål. I begge gruppene kunne studentene bruke sine egne mobiltelefoner til å samarbeide med andre studenter hvor som helst til enhver tid. Når en markør ble oppdaget ble to virtuelle 3D-kuber vist på studentenes skjermer. Studentene kunne manipulere disse virtuelle 3D-kubene, observere en elastisk støtprosess og motta utvidet informasjon om kinetikk og bevegelsesmengde. Hver elev kontrollerte én kube og kunne legge inn parametere. For eksempel masse og starthastighet til kubene. Etter systemet hadde mottatt parameterne fra begge elevene, begynte systemet å simulere prosessen. Studentene kunne observere elastiske støtet fra ulike perspektiver og de kunne manipulere den.

2.7. Kluge og Bakken (2010)

Kluge og Bakken (2010) undersøkte hvordan datamaskinbaserte simuleringer kunne støtte konseptuell læring i naturfagundervisningen. De undersøkte fire elevpar fra en videregående skole. Elevene brukte en simulator som var en del av et nettbasert læringsmiljø. De fant at elevene brukte simulatoren til å skaffe seg informasjon og at interaktiviteten kunne lede elevene vekk fra tema hvis den var for hyppig.

2.8. Oppsummering

Litteraturgjennomgangen viser at det er vanlig å sette opp et læringsopplegg før elevene anvender AR. Teknologien har positive effekter på elevers læringsprestasjoner, og forståelse av naturfaglige konsepter og begreper. Designet bidrar til selvstendig og autonom utforskning. AR skaper interesse og elevene engasjerer seg i diskusjoner. Elever blir også undersøkende. Teknologien hjelper elevene til å avklare misforståelser ved naturfaglige konsepter og begreper. Hvis interaktiviteten blir for hyppig i en simulering kan den lede elevene vekk fra tema. Noen studier rapporterer læringsproblemer knyttet til elevers autonome utforskning av læringsinnholdet. Videre vil jeg ta med meg studiene Ibáñez og Delgado-Kloos (2018), Kamarainen et al. (2013), Chiang et al. (2014a), Chiang et al. (2014b) og Wang et al. (2014).

3. Teori

3.1. Augmented Reality (AR)

Azuma (1997) definerer Augmented Reality (AR) som en variant av Virtual Environments (VE). I VE-teknologi er elevene i et fullstendig syntetisk eller virtuelt miljø. Det vil si at elevene ikke kan se den virkelige verdenen rundt seg, kun den virtuelle. I motsetning til VE-teknologi, legger AR-teknologien virtuelle objekter som et lag over det ekte miljøet.

I stedet for å erstatte den fysiske verdenen fullstendig med virtuell informasjon, kombineres den virtuelle informasjonen med den fysiske verdenen. For elevene kan det se ut som virtuelle objekter og virkelige gjenstander sameksisterer. På norsk kalles teknologien for utvidet virkelighet.

3.2. Digitale representasjoner

Digitale representasjoner kan anvendes som visuelle representasjoner av mer komplekse begreper og konsepter (Ainsworth, 2006; Horn & et al., 2012; Marshall, 2007; Rau, 2017).

Ved å løse problemer i STEM fagene kan digitale representasjoner hjelpe elevene med å forstå forholdet mellom den digitale representasjonen og det større domenet. På en annen side må elevene tolke meningsholdet og koblingene riktig for å lære av det (Ainsworth, 2006; Rau, 2017). Dette kommer nødvendigvis ikke av seg selv. For eksempel skulle elevene i en studie lære seg forholdet mellom avstand og tid (Leinhardt, et al., 1990). Elevene leste fra en graf objektets hastighet. Studien fant at elevene undersøkte i større grad høyden på linjen, istedenfor dens innhold. Dette kan bety at elevene kan ha behov for støtte underveis i læringsprosessen.

3.3. Sosiokulturelt perspektiv

Jeg har blitt inspirert av sosiokulturell teori som stammer fra Vygotsky. Teorien er opptatt av å forstå hvordan kognitive funksjoner er koblet til historiske, institusjonelle og kulturelle kontekster (Wertsch, 1998; Wertsch & Semin, 1991). Læringsprosesser påvirkes av kulturen elevene vokser opp i, og i fellesskapet og de samfunnsgruppene elevene involverer seg med. Læring anses som prosesser elever tilegner seg gjennom sosiale og kulturelle aktiviteter. I disse aktivitetene former elevene kunnskap. Ved hjelp av andre blir læring en meningsskapende prosess (Säljö & Moen, 2001). I fellesskapet elevene deltar i har elevene også tilgang til kulturelle verktøy. Disse verktøyene stammer fra hendelser i kulturen over tid.

Elevene kan bruke redskapene til å formidle og overføre kunnskap til andre. I den forbindelse er et sosiokulturelt perspektiv nødvendig for å analysere læring og for å forstå verktøyets rolle (Vygotsky, 1978). Det blir satt opp et stillas. For eksempel et læringsopplegg. Litt etter litt tilegner elevene seg ferdigheter. Etter hvert kan stillaset bli fjernet og elevene mestrer ferdighetene suksessivt på egenhånd. De kan bruke redskaper til å formidle sin kunnskap til andre, gjennom kommunikasjon (snakke høyt), samhandling eller samarbeid med andre. Videre er Vygotsky opptatt av skifte mellom hverdagspråk og vitenskapelig språk (Vygotsky, 1978). Målet er å få elevene til å bruke vitenskapelig språk. For eksempel at elever tar inn begreper og bruke dem i deres samtaler.

3.4. Den proksimale utviklingssone

Den proksimale utviklingssone kan anses som en modell hvor elevene internaliserer ferdigheter og kunnskaper over tid i møte med deres naturlige omgivelser (Säljö & Moen, 2001). Det skilles mellom elevenes faktiske utviklingsnivå og elevenes proksimale utviklingssone. Elevenes faktiske utviklingsnivå er det nivået elevene befinner seg på (Vygotsky et al., 1978). Det er kunnskapene elevene innehar, og ferdigheter elevene mestrer på egenhånd. Disse ferdighetene stammer fra tidligere utviklede ferdigheter og kunnskaper. Elevenes proksimale utviklingssone er avstanden mellom det eleven kan og hva eleven kan oppnå ved hjelp fra en mer kompetent (Säljö & Moen, 2001; Vygotsky et al., 1978). I et slikt tilfelle har eleven behov for veiledning fra en annen mer kunnskapsrik person. Dette for å løse oppgaver eller for å fullføre aktiviteter (Säljö & Moen, 2001).

3.5. Mediert handling

Elevene kan lære og utvikle seg ved bruk av artefakter (Säljö & Moen, 2001). De kan formidle sin kunnskap ved å anvende artefakter, og dette kalles ofte for mediering. Med andre ord kan elevene i læringsaktiviteter bruke artefakter som et medierende redskap (Wertsch, 1998). Det skilles mellom artefaktene språk (signs) og verktøy (tools) (Vygotsky et al., 1978; Wertsch & Semin, 1991). *Signs* vil si at elevene lærer gjennom verbal og nonverbal kommunikasjon med andre mennesker. I den forbindelse er språket det mest relevante medierende artefaktet. *Tools* vil si redskap elevene kan bruke til å forstå og løse oppgaver, som igjen bidrar til læring (Säljö & Moen, 2001). Gjennom artefakter igangsettes det handlingsmønstre rettet mot læring. Både signs og tools kan brukes til å kommunisere og dele

kunnskap. Videre kan kulturelle artefakter frigjøre kognitiv kapasitet, som gjør elevene mer i stand til å utføre komplekse oppgaver (Säljö & Moen, 2001).

3.6. Datamaskinstøttet samarbeidslæring (CSCL)

CSCL står for Computer Supported Collaborative Learning, eller datastøttet læring på norsk, som involverer samarbeidslæring og hvordan samarbeidsprosesser kan bli støttet av datamaskiner. Gjennom elevens prating og interaksjoner med teknologi oppstår læringen (Dillenbourg, 1999; Gerlach, 1994; Golub et al., 1988; Laal & Laal, 2012; Stahl et al., 2014). Teknologien blir et medierende verktøy, på linje med språket, hvor interaksjoner mellom elever, og mellom elever og teknologi blir undersøkt. Mediering betyr relasjonen mellom mennesker og handlinger. Wertsch (1998) argumenterer for at elevene lærer i samhandling med det kulturelle verktøyet. Av den grunn har verktøyet en sentral rolle i forståelsen av handlinger. Verktøyet blir en integrert del av samarbeidet for å forstå mediert handling. Videre oppstår læring i elevens forhandlinger av mening (Stahl et al., 2014). I den forbindelse er et sosiokulturelt perspektiv nødvendig for å analysere læring og for å forstå verktøyets medierende rolle (Vygotsky, 1978). Det blir satt opp et stillas. Litt etter litt tilegner elevene seg ferdigheter. Etter hvert kan stillaset bli fjernet og elevene mestrer ferdighetene suksessivt på egenhånd. De kan bruke redskaper, på linje med språket, til å formidle sine kunnskaper. Interaksjoner mellom elever, og mellom elever og teknologi blir undersøkt. Mediering er relasjonen mellom handlinger og elever. Læring skjer gjennom kommunikasjon og samhandling med andre, forhandlinger, dialog, samarbeid og aktiv deltakelse.

4. Metodisk tilnærming

Metodene som ble valgt er alle kvalitative. I datainnsamlingen har jeg brukt observasjon og intervju. For analysen har jeg brukt interaksjonsanalyse.

4.1. Forskningsdesign

For å svare på forskningsspørsmålene valgte jeg ut metoder som utgjør forskningsdesignet. Bryman (2016) beskriver forskningsdesignet som et rammeverk for innsamlingen av data og analyse. Metodene som ble valgt i studien er observasjon, intervju og interaksjonsanalyse. Metodene kan knyttes til kvalitativ forskning. Kvalitativ forskning ble valgt for å forstå bruken av AR og for å forstå det som skjer på meningsnivå. Bryman (2016) beskriver kvalitativ forskning som en strategi som anvender ord fremfor tall. Det vil si at studien brukte ord i løpet av datainnsamlingen, til å innhente data om fenomenet som var av interesse, og ord til å analysere fenomenet. Videre tok studien utgangspunkt i datamateriale som forskeren selv hadde samlet inn. I den forbindelse anvendte jeg primærdata for å svare på forskningsspørsmålene mine.

Jeg valgte en eksplorerende stil for at funnene skulle være mer datadrevet. En eksplorerende stil innebærer at forskningsspørsmålene springer mer ut fra datamaterialet (Bryman, 2016). I løpet av datainnsamlingen og analysen ble ikke studien påvirket av teoretiske perspektiver.

4.2. Casestudie

Det overordnede forskningsdesignet var en casestudie. Bryman (2016) beskriver en casestudie i kvalitative forskning, for en detaljert og intensiv analyse av en enkelt case. Forskere prøver å få en detaljert forståelse av fenomenet som undersøkes. Det ble valgt casestudie, fordi jeg ønsket å gjøre en *i dybden* undersøkelse av elevers bruk av AR i skolelæringen, og læringsaktivitetene før elevene startet å arbeide med teknologien. Dette for å få en detaljert forståelse av fenomenet som var av interesse.

4.3. Utvalg

Underviser ble rekruttert gjennom Ludenso. Utvalget Ludenso fant passet studiens overordnede mål. Flere elever meldte seg frivillig da de ble spurt om å delta i forskningsprosjektet. Lærer ble i forkant spurt om å velge ut elever med ulikt mestringsnivå. Lærer valgte ut en gruppe med høyt mestringsnivå, en med lavt mestringsnivå og en med blandet mestringsnivå. En gruppe med høyt mestringsnivå og en gruppe med lavt ble tatt

videoopptak av. En gruppe med høyt mestringsnivå, en med lavt og en med blandet mestringsnivå ble intervjuet. I den forbindelse brukte studien informasjon fra læreren om elevers ulike mestringsnivåer. Det vil si at studien anvendte en *informertorientert seleksjon* av utvalget, med et innsalg av *variation case*, fordi elevene ble variert på denne skalaen (Flyvbjerg, 2006). Informertorientert seleksjon vil si å bruke informasjon fra et mindre utvalg, i dette tilfellet læreren. Variation case innebærer å innhente informasjon om ulike omstendigheter som kan ha innvirkninger på casens forløp og utfall. I dette tilfellet elevenes ulike mestringsnivå. Elever med ulike mestringsnivåer ble valgt for å forhindre at utvalget kun besto av et mestringsnivå. Ved å variere elevene på den skalaen, kunne jeg skaffe meg mer bredde i funnene. Relatert til forskningsspørsmålene gir elevenes ulike mestringsnivå i tillegg en bredde når det kommer til teknologien. Ved å variere elevene på den skalaen kunne jeg forvente at funnene gir en bredde i bruken av AR.

I tillegg anvendte studien et element av *paradigmatic case*. Det vil si en case som fremhever mer generelle kjennetegn ved det aktuelle samfunnet (Flyvbjerg, 2006). Det vil si at funnene kan bli vurdert basert på hvor nærme de er andre lignende studier. Og at disse i etterkant av datainnsamlingen og analysen kan knyttes opp mot teori og tidligere forskningslitteratur.

Videre utviklet jeg samtykkeskjemaer og sendte dem til underviser. Lærer sendte samtykkeskjemaer videre til elevenes foresatte.

4.4. Datainnsamling

4.4.1. Observasjon

I studien ble det valgt observasjon av naturlige omgivelser for å samle inn data om fenomenet som var av interesse. Observasjon vil si forskerens involvering av det sosiale livet han eller hun studerer (Bryman, 2016). Jeg observerte hva underviser/lærer og elevene faktisk gjorde i klasserommet i løpet av to naturfagstimer. I en undervisningstime fikk jeg tilgang til læringsaktivitetene før elevene startet å arbeide med AR i klasserommet og deres arbeid med teknologien i to grupperom. Jeg tilbrakte tid sammen med lærer og elever i undervisningstimen, lyttet til hva deltakerne hadde å si, tok feltnotater og samlet inn dokumentasjon. I etterkant av observasjonen skrev jeg snarest ned hendelser, tanker og refleksjoner fra observasjonen for å beholde det umiddelbare inntrykket av hva som hadde foregått.

Før observasjonen utviklet jeg et observasjonsskjema med forhåndsbestemte temaer. I observasjonen fulgte jeg disse temaene samtidig som jeg var åpen for nye fenomener. Disse temaene ble endret på underveis, basert på hva som skjedde i observasjonen.

Jeg observerte to undervisningstimer i klasserommet, én time på en mandag og én time to dager senere (Tabell 1). På mandagen gjennomgikk elevene andre læringsaktiviteter før de startet å arbeide med AR. Jeg observerte og noterte ned læringsaktivitetene og hva deltakerne faktisk gjorde i klasserommet med penn og notatblokk. I tillegg observerte jeg elevens arbeid med en AR-modell i to grupperom i en 15 minutters oppgaveøkt i løpet av den samme undervisningstimen. AR-aktiviteten var en av flere læringsaktiviteter den dagen. Her noterte jeg også ned deres aktiviteter, og hva deltakerne faktisk gjorde.

To dager senere ble en annen undervisningstime observert. Deltakernes aktiviteter og hva de faktisk gjorde ble notert ned i min notatblokk. Fokuset var på aktivitetene og AR-teknologien.

4.4.2. Intervju

Studien valgte intervju som en metode for å samle inn data om fenomenet som var av interesse. Bryman (2016) beskriver intervju som en teknikk for å skaffe en dypere forståelse av fenomenet. Forskere kan innhente mer omfattende informasjon om deltakernes holdninger, forklaringer, opplevelser og verdier. I observasjonen så jeg hva deltakerne gjorde, men jeg fikk ingen refleksjon. Under intervjuene fikk jeg mer refleksjon fra deltakerne. Metoden ble valgt, for å innhente detaljrik informasjon om deltakernes opplevelser av AR i skolelæringen. Videre for å innhente informasjon om læringsaktivitetene og opplegget, før elevene startet å arbeide med teknologien. På denne måten fikk jeg to forskjellige informasjonskilder som står godt til hverandre.

Jeg valgte *semistrukturert intervju* for å følge opp relevante temaer som oppsto underveis. Kvale (2015) beskriver semistrukturerte intervjuer som en form for intervju hvor beskrivelser av intervjupersonens livsverden blir innhentet, spesielt fortolkninger av fenomenene som er av interesse. Intervjuformen er mer en samtale, enn et formelt intervju. Forskere har ofte en liste over temaer eller spørsmål som er oppført i en *intervjuguide* (Bryman, 2016). Intervjuene er mindre strukturerte og mer fleksible, og forskeren følger ikke temaene og spørsmålene stegvis. Jeg utviklet en intervjuguide for å følge opp bestemte temaer, problemstillinger og forskningsspørsmål underveis i intervjuet. Spørsmålene var organisert etter tema og ført opp som punkter på en liste. I løpet av intervjuet fulgte jeg en rød tråd. Samtidig var jeg åpen og

fleksibel til nye temaer. Da deltakerne begynte å snakke om noe annet som var litt utenfor temaet, men samtidig relevant, var jeg åpen og fleksibel. Jeg anvendte løsere formuleringer for enklere å kunne tilpasse meg nye temaer mer naturlig i løpet av samtalen. På den måten kunne nye temaer springe ut fra dataen. Spørsmålene ble tilpasset underveis i intervjuet, og oppfølgings spørsmål ble utviklet for å fange opp nye temaer.

For å skaffe meg rikere og fyldigere data ble det stilt mer åpne spørsmål i intervjuet (Silverman, 2014). På denne måten kunne deltakerne besvare spørsmålene mer slik de ville og intervjuet ble mer fleksibelt. Deltakerne kunne i større grad utdype hva de tenkte og benytte egne formuleringer (Bordens & Abbot, 2018). I tillegg stilte jeg deltakerne spørsmål basert på tidligere observasjoner for å skaffe meg en dypere forståelse av fenomenet (Tabell 1).

En lærer og seks elever ble intervjuet. Elevene ble intervjuet på en onsdag, og underviser/lærer ble intervjuet på en fredag (Tabell 1). Seks elever ble delt inn i tre grupper. En gruppe hadde et høyt mestringsnivå, en annen gruppe lavt og den siste gruppen hadde et blandet mestringsnivå. Hvert elevintervju varte i cirka 15 minutter. Lærerintervjuet var lengre og varte i cirka 50 minutter. Det var jeg som intervjuet alle deltakerne. Jeg tok lydopptak av alle intervjuene og senere ble opptakene transkribert.

4.4.3. Videoobservasjon

Studien valgte videoobservasjon som en metode for å samle inn data om fenomenet som var av interesse. Derry et al. (2010) beskriver videoopptak som en metode for å innhente detaljrik og fyldig informasjon om en naturlig kontekst. Metoden ble valgt for å få en dypere forståelse av elevers læringsprosesser i deres arbeid med AR. Innhenting av bilder ga meg en utvidet forståelse av institusjonene, deres historie og deres voksende potensial.

Jeg tok video- og lydopptak av fire elever i to grupperom på en mandag i løpet av en undervisningstime (Tabell 1, 2). To elever satt i hvert sitt grupperom og løste oppgaver. Økten varte i cirka 15 minutter. En gruppe hadde et høyt mestringsnivå på skolen, mens den andre gruppen hadde et lavt mestringsnivå. En elevgruppe delte et nettbrett, en bok og et oppgaveark. Den andre elevgruppen hadde hvert sitt nettbrett, bok og oppgaveark. Elevene ble filmet med ryggen til. Dette for å registrere hva som skjedde på nettbrettskjermen og hvordan elevene interagerer med hverandre og teknologien. Fordi det var en del ulike bevegelser tilknyttet utforskningen av teknologien, ble det umulig å fange opp alt som skjedde på nettbrettskjermen. Dette fordi elevene av og til stilte seg foran skjermen idet de utforsket

AR-modellen. Det meste ble dokumentert, men ikke alt. Likevel ble det innhentet detaljerte og fylldige mengder med data. Videoopptakene ble i ettertid transkribert og analysert.

4.5. Analyse

4.5.1. Interaksjonsanalyse

Det ble tatt videoopptak av elevers arbeid med AR. For å analysere videoopptakene valgte jeg interaksjonsanalyse. Analysemetoden ble brukt for å undersøke detaljert hvordan elevene samhandler, bruker teknologi og andre kulturelle artefakter i rommet for å lære noe nytt (Jordan & Henderson, 1995). Dette for å få en dypere forståelse av elevers læringsprosesser i deres arbeid med AR (Tabell 1). Fokuset var å analysere hvordan elevene lærer over tid, gjennom å undersøke i detalj deres ytringer, handlinger og interaksjoner. På den måten fikk jeg et mer detaljert og nyansert bilde av læringskonteksten elevene befant seg i. Alle disse detaljene hadde ikke vært mulig å innhente på egenhånd med penn og papir (Derry et al., 2010). Språket jeg analyserte kunne være deltakernes ytringer dem imellom, både verbale og nonverbale (kroppsspråk). Kulturelle redskaper kunne være nettbrett, boken og oppgavearket elevene fikk tildelt i arbeidet med teknologien.

Videoopptak var nyttig, fordi jeg kunne pause og spille av opptakene flere ganger. På den måten kunne jeg notere ned i detalj hva som foregikk, og få et innblikk i hvordan mening uttrykkes og utvikles over tid. Samtidig få et mer helhetlig bilde av hvordan læringssituasjonen utspilte seg. Det var også mulig å få en detaljert «ikke analysert» skildring av læringssituasjonen. Innhenting av bilder ga meg en utvidet forståelse av institusjonene, deres historie og deres voksende potensial.

Videoopptakene ble transkribert ved hjelp av Jefferson sin transkripsjonsnotasjon (Jefferson, 1984) og en annen transkripsjon notasjon brukt i Kluges artikkel (Kluge, 2011). I interaksjonsanalysen plukket jeg ut videoutsnitt basert på ulike kriterier. Disse kriteriene beskriver jeg i kapittel 4.5.5. Videoutsnittene blir presentert i fremleggelse av funn i kapittel 6. De blir vist som tidsmessige sekvenser, fra elevene startet å arbeide med AR, til de var ferdige med oppgavene. Dette for å få et innblikk i deres læringsprosesser over tid.

Videre ble videoutsnittene supplert med intervju- og observasjonsdata. Intervju- og observasjonsdata har ingen selvstendig rolle i oppgaven min. Den eneste rollen de har er å fortelle om videoopptakene mine.

4.5.1.1. Kriterier

I interaksjonsanalysen undersøkte jeg hvordan elevers læringsprosesser utviklet seg over tid. Jeg plukket ut videoutsnitt basert på fem hovedkriterier. Hovedkriteriene er gitt av observasjoner og intervjuer. Jeg analyserte hvordan bruken av AR startet og hvordan det endte. Dette er en generell ramme jeg brukte for å undersøke utviklingen over tid. Jeg startet med å plukke ut videoutsnitt hvor elevene først begynte å bruke teknologien. Deretter plukket jeg ut elevers læringsprosesser med teknologien over tid. Avslutningsvis plukket jeg ut utsnitt på slutten av oppgaveøkten, da elevene rundet av. Disse hovedkriteriene er som følgende:

1. Oppstart med teknologi
2. Uttrykk for engasjement
3. Uttrykk for oppdagelse av sammenhenger i lukkede spørsmål
4. Uttrykk for oppdagelse av sammenhenger i åpne spørsmål
5. Avrunding

4.5.2. Analyse av læringsaktiviteter før arbeidet med AR

Jeg innhentet informasjon om flere læringsaktiviteter før elevene begynte å arbeide med AR. Dette samlet jeg inn i løpet av to intervjuer og en observasjon. Et intervju av lærer, et intervju av en elevgruppe og en observasjon av en undervisningstime. Intervjuene ga meg informasjon fra deltakerne om læringsaktivitetene de hadde gjennomgått før de startet å arbeide med AR.

I observasjonen fikk jeg informasjon om aktivitetene elevene deltok i, samt hva deltakerne sa og gjorde, før de startet å arbeide med AR. På denne måten fikk jeg en oversikt over det tidligere opplegget deres. Aktivitetene er ikke lærerens plan i løpet av undervisningstimen, men en analyse av mine feltnotater som jeg noterte ned i løpet av observasjonen.

Dokumentasjonen jeg innhentet i løpet av observasjonen var et oppgavesett elevene fikk tilknyttet AR-teknologien (Figur 1). Innhenting av dokumenter ga meg en utvidet forståelse av institusjonene, deres historie og deres voksende potensial.

Informasjon fra deltakerne om læringsaktivitetene før elevene startet å arbeide med teknologien blir presentert i casen i kapittel 5. I kapittel 5.3.1 fra et elevintervju (Tabell 3) og i kapittel 5.3.2 fra lærerintervjuet (Tabell 4). Læringsaktiviteter i løpet av observasjonen blir presentert i kapittel 5.3.3 (Tabell 5).

4.5.3. Intervjuer belyser observasjoner

Jeg har intervjuet lærer og elever. Intervjuene belyser de observasjonene jeg har gjort. Først plukket jeg ut observasjoner, deretter sitater fra intervjuene som belyser det jeg har observert. Jeg har trukket ut sitater fra intervjuene basert på hva jeg fant i mine observasjoner.

4.6. Koble bruk av AR med tidligere læringsaktiviteter

Videopptak av elevenes bruk av AR ble supplert med dataen om læringsaktivitetene før elevenes arbeid med AR. Dette for å koble elevers bruk av AR med læringsopplegget. Funnene blir presentert i fremleggelse av funn i kapittel 6.

4.7. Koble bruk av AR med deltakernes opplevelser

Intervjuene ga meg informasjon om deltakernes opplevelser med AR i analysen. Videoutsnitt fra videoopptakene blir supplert med denne intervjudataen. Dette for å koble videoutsnitt om hva deltakerne faktisk gjorde med deltakernes opplevelser av AR. På den måten fikk jeg en fyldigere informasjon om bruk av AR i elevers læringsprosesser. Deltakernes opplevelser med AR i skolelæringen blir presentert i fremleggelse av funn i kapittel 6.

4.8. Kritiske vurderinger av forskningsdesignet

4.8.1. Reliabilitet

Reliabilitet handler om studiens datamateriale, hvilken data jeg brukte, hvordan jeg samlet inn dataen og hvordan jeg bearbeidet materialet (Johannessen et al., 2016). I kvalitativ forskning er mye av datainnsamlingen kontekststøttet. Noe som svekker påliteligheten til studien min, er at det ble innhentet lite datamateriale av en bestemt kontekst. Det var kun en klasse på en barneskole som ble undersøkt. Hvis flere skoler og klasser hadde blitt involvert, hadde påliteligheten økt. I tillegg var det kun jeg som samlet inn materiale og analysert det. Under observasjoner og videoopptak visste lærer og elevene om min fysiske tilstedeværelse som forsker. Min tilstedeværelse kan ha påvirket lærer og elevers naturlige adferd, som igjen kan ha hatt innvirkninger på dataens pålitelighet. Dette er en vanlig utfordring i observasjon.

Jeg prøvde å involvere meg så lite som mulig i løpet av videoopptakene for at deltakerne etter hvert skulle glemme at jeg var til stede (Jordan & Henderson, 1995). Jeg ville ikke forstyrre deres naturlige prosesser. Videoutstyret ble plassert litt unna elevene, bak elevene (Tabell 2). På den måten var ikke videoutstyret synlig foran øynene deres. En elev la merke til videoutstyret på starten av oppgaveøkten. Etter hvert virker det som elevene glemte at det var

til stede i rommet. På bordet lå det en lydopptakbrikke med ledning koblet til videoutstyret (Tabell 2). Elevene la først merke til denne brikken på bordet og lurte på hvordan de skulle forholde seg til den. Jeg sa at de måtte late som den ikke var der og deretter fokuserte de på oppgaven. Det så ut som de etter hvert glemte at brikken lå på bordet. Derry et al. (2010) påpeker at hvis forskeren står bak kameraet, kan han eller hun ha større påvirkning på elevenes naturlige adferd. I den forbindelse plasserte jeg meg ikke direkte bak videokameraet i løpet av videoopptakene.

4.8.2. Validitet

Validitet vil si hvorvidt forskningsprosjektet sine fremgangsmåter og resultater gjenspeiler formålet med studien og om funnene forestiller virkeligheten på en korrekt måte (Johannessen et al., 2016). For å øke studiens troverdighet har jeg supplert data fra ulike datainnsamlingsmetoder for å få fram ulike perspektiver. For eksempel har jeg supplert videoopptak med intervjuer.

Ekstern validitet er en del av validiteten og handler om hvilken grad studiens funn kan overføres til andre kontekster (Bryman, 2016). I kvantitative studier kalles ekstern validitet vanligvis for *generalisering*. Det vil si at hypoteser enten bekreftes eller avkreftes. Studiene anvender vanligvis store og tilfeldige populasjonsutvalg fra befolkningen. Min casestudie har et lite utvalg og er ikke randomisert. Av den grunn har studien min redusert ekstern validitet og kan ikke overføres direkte til fenomener som ligner, ifølge Bryman (2016).

Datainnsamlingen og funnene i studien min er kontekstavhengig, og det deltok få deltakere i studien. Jeg innhentet fyldig og detaljert informasjon om en bestemt kontekst med et lite antall deltakere. Av den grunn er det vanskelig å si hvorvidt resultatene kan overføres til andre lignende læringssituasjoner og om dette utvalget gjelder for alle elever. Flyvbjerg (2006) argumenterer for at den dybdekunnskapen en kan få gjennom en casestudie kan føre til generalisering. Målet med er å få noe dypere innsikt og forstå situasjonen i dybden. Han beskriver fem kriterier eller det han kaller for *five misunderstandings*. En av kriteriene er generalisering.

Videre kan mine resultater knyttes til generelle funn og tendenser i forskningslitteraturen. Disse funnene kan være en oppdagelse av nye trender i samfunnet, eller de kan være kontekstspesifikke. Det trengs mer forskning på området for å kunne si noe mer om hvorvidt studien kan overføres til andre kontekster.

Casestudier anvendes vanligvis med det formål å avdekke nye tendenser i samfunnet, eller som førstudier i forkant av større forskningsprosjekter (Bryman, 2016). I min studie har jeg forsøkt å gi et bilde av hvordan AR kan anvendes i elevers læringsprosesser. I den forbindelse kan nye tendenser i samfunnet avdekkes. Disse tendensene kan forskes videre på.

4.8.3. Forskerrollen og etiske betraktninger

Min rolle som forsker har hatt implikasjoner på problemstilling, forskningsspørsmål og metodevalg i løpet av forskningsprosessen. Det er jeg som har samlet inn forskningsdataene og gått igjennom dataene gjentatte ganger. Jeg har forsøkt å være bevisst min rolle som forsker, og hvordan den påvirker metodevalg, datainnsamling, analyse og funn.

Søknaden min til Norsk Senter for forskningsdata (NSD) ble godkjent av NSD. I samtykkeskrivene ble underviser og elevenes foresatte orientert om studiets formål, om deltakelse i intervjuene og videoobservasjonene, om lyd- og videoopptak, om retten til å trekke seg, om anonymisering, om hvem som har innsyn til opptakene, og om lagring og sletting av opptak. Alle samtykket. Datamaterialet ble lagret på et trygt område i Universitet i Oslo sine databaser. Alle deltakerne ble anonymisert og fikk fiktive navn. Dette for å beskytte deres konfidensialitet og for at de ikke skulle bli identifisert av andre.

5. Case

5.1. Eksplorerende casestudie

I studien valgte jeg en eksplorerende casestudie, fordi jeg var interessert i å gjøre en omfattende *i dybden*-analyse av elevers læringsprosesser i løpet av en AR-aktivitet. Videre ville jeg undersøke læringsaktivitetene før arbeidet med AR. Dette for å finne ut hvordan læringsopplegget samvirket med AR.

Casestudien ble gjennomført fra høsten 2021 til våren 2022. Datamateriale ble samlet inn i løpet av en uke, på en mandag, onsdag og fredag (Tabell 1). Det var jeg som samlet inn all dataen. Først gjorde jeg observasjoner med feltnotater av en undervisningstime. Her var mitt hovedfokus på læringsaktivitetene i undervisningstimen, før elevene startet å arbeide med AR. Dette for å undersøke læringsopplegget før elevene skulle løse oppgaver med teknologien. På slutten av undervisningstimen jobbet elevene med en AR-modell av hjertet i klasserommet. To elevpar med ulike mestringsnivåer ble sendt til hvert sitt grupperom. Der ble deres arbeid med AR dokumentert med video- og lydopptak. Aktiviteten varte i cirka 15 minutter. Elevene fikk et oppgaveark og kunne løse oppgavene ved hjelp av teknologien. Her var hovedfokuset på hvilken måte teknologien ble gjort relevant i elevers læring.

Senere ble lærer og elever intervjuet om AR-aktiviteten, og om bruk av AR generelt i skolelæringen (Tabell 1). To elevgrupper, ett med lavt og ett med høyt mestringsnivå på skolen ble intervjuet, og en elevgruppe med blandede mestringsnivåer ble intervjuet. To dager senere intervjuet jeg lærer.

5.2. Deltakere

Deltakerne var sju elever i alderen 10 til 11 år og en lærer. Elevene gikk i en 5. klasse på en barneskole i Oslo sentrum. Hele klassen ble observert i to undervisningstimer. Her ble det utført observasjoner med feltnotater. Fire elever deltok i to videoopptak. Seks elever deltok i tre gruppeintervjuer. Underviser deltok i begge videoopptakene og i et lengre intervju. En oversikt over datainnsamlingen finnes i Tabell 1.

I videoopptakene ble fire elever filmet. To elever med et høyt mestringsnivå på skolen ble plassert i et grupperom, og to elever med et lavt mestringsnivå ble sendt til et annet grupperom. Der ble disse elevgruppene filmet. Elevene fikk et spørsmålsark tilknyttet AR-teknologien (Figur 2). Noen av oppgavene skulle løses med teknologien, andre oppgaver krevde ikke dette. Resten av klassen fikk samme spørsmålsark og løste dem i klasserommet.

To dager senere ble seks elever gruppeintervjuet om AR-aktiviteten og om bruk av AR generelt i skolelæringen. En gruppe med høyt mestringsnivå, en gruppe med lav og en med blandet. To dager senere ble lærer intervjuet om AR-aktiviteten og om bruk av AR generelt i skolelæringen.

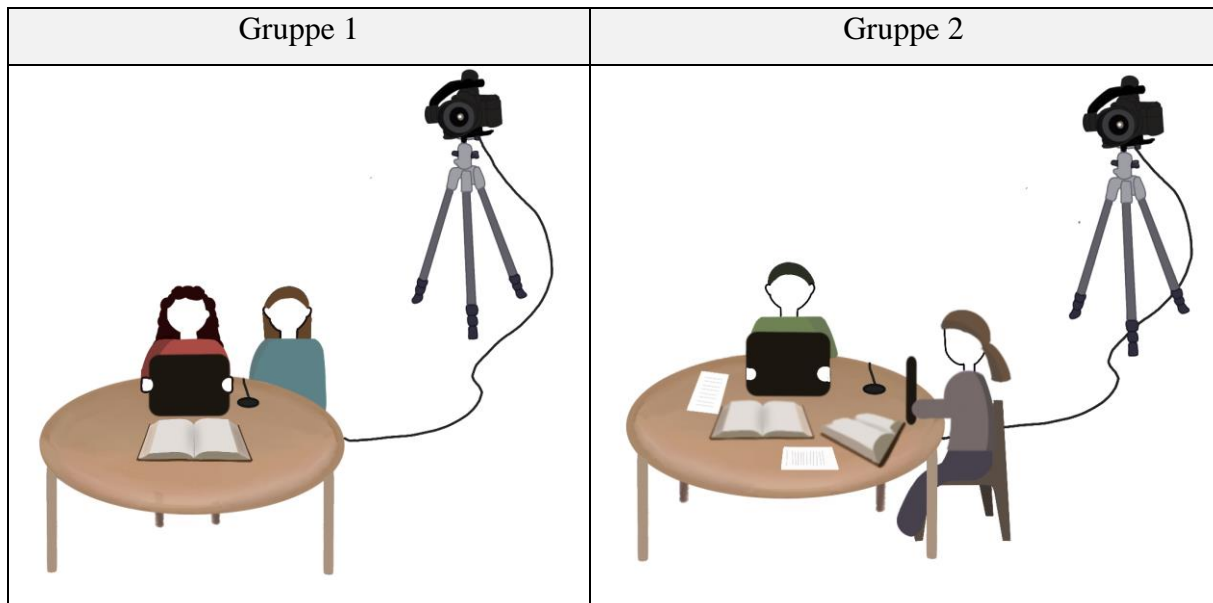
Tabell 1. Oversikt over datainnsamlingsaktivitetene. Jeg deltok på alle aktivitetene. Videoopptak er hoveddataen i denne studien.

Mandag	Onsdag	Torsdag
Datainnsamling	Datainnsamling	Datainnsamling
Observasjon med feltnotater i klasserommet av en undervisningstime	Tre semistrukturerte gruppeintervjuer med elever	Seminstrukturert intervju med underviser
To videoopptak av to elevpar som løser AR-oppgaver i hvert sitt grupperom. Dette er en del av undervisningstimen	Observasjon med feltnotater i klasserommet av en undervisningstime	

Her er en oversikt over deltakerne:

- *Gruppe 1:* Elever med høyt mestringsnivå. Celeste og Lena deler et nettbrett, et oppgaveark og har en Solaris pensumbok. For at den ene eleven skal se på skjermen står hun ganske nærme den andre eleven (Tabell 2).
- *Gruppe 2:* Elever med lavt mestringsnivå. Tom og Elise har hver sitt nettbrett, oppgaveark og hver sin Solaris pensumbok. Elevene sitter et stykke unna hverandre (Tabell 2).
- *Gruppe 3:* Elevgruppe med blandete mestringsnivåer. Bettina, Sofie og Robin.
- *Underviser:* Lærer var kontaktlærer på 5. trinn og hadde jobbet i skolen i 13 år fra 3. til 7. trinn. Hun satt i plangruppen som er en utvidet ledergruppe.

Tabell 2. Viser gruppe 1 og gruppe 2. Gruppe 1 deler et nettbrett, et oppgaveark og har en Solaris pensumbok. Gruppe 2 har hver sitt nettbrett og oppgaveark, og hver sin Solaris bok.



5.3. Beskrivelse av læringsopplegg

Elevene var på kapitlet «Blod og luft» i Solaris pensumbok i naturfag (Braaten & Voll, 2020). I kapitlet står det at elevene skal kunne:

- Forklare hva et organ og et organsystem er
- Gjøre rede for sirkulasjonssystemet og luftveissystemet
- Beskrive hvordan sirkulasjonssystemet og luftveissystemet virker sammen

5.3.1. Læringsaktiviteter før AR fra et elevintervju

En elev sa at hun hadde lært om organet hjertet, hjertets blodårer, andre blodårer og blodets vei gjennom hjertet, og sett en film om kongen før de startet å arbeide med en AR-modell av hjertet. Tabell 3 viser de ulike aktivitetene eleven snakket om. Aktivitetene var i større grad knyttet til hjertet som organ og kan henge sammen med sirkulasjonssystemet. Disse aktivitetene utspilte seg før datainnsamlingen og jeg deltok ikke på disse aktivitetene.

Tabell 3. Hva eleven sa hun hadde gjort og lært i undervisningen før hun startet å arbeide med en AR-modell av hjertet.

Aktivitet 1	Aktivitet 2	Aktivitet 3
Tegnet blodårenes system på en menneskekropp	Lærte om hvor blodet på hjertet gikk inn og ut	Så en film om kongen
Lærte om blodårer tilknyttet hjertet		

Rødt: Hjertet

Aktivitet 1: Eleven sa at de hadde tegnet et system av blodårer på en menneskekropp. Hun lærte om blodåren aorta og hvordan den så ut. I tillegg lærte hun om andre blodårer tilknyttet hjertet.

Aktivitet 2: Eleven fortalte at de fikk en tegning av hjertet. I den forbindelse lærte hun hvor blodet på hjertet gikk inn og ut.

Aktivitet 3: Eleven sa hun så en film om den magiske kroppen. I filmen snakket de om kongen.

5.3.2. Læringsaktiviteter før AR fra et lærerintervju

Underviser sa at elevene fikk en gradvis opplæring om organet hjertet og hjertets deler, før de begynte å arbeide med AR-modellen av hjertet. Dette fordi hjertet er komplisert. Tabell 4 viser alle aktivitetene læreren snakket om. Aktivitetene er i større grad tilknyttet hjertet som organ og kan henge sammen med sirkulasjonssystemet. Disse aktivitetene utspilte seg før datainnsamlingen og jeg deltok ikke på disse aktivitetene.

Tabell 4. Alle aktivitetene læreren sa elevene hadde vært igjennom før de startet å arbeide med en AR-modell av hjertet.

Aktivitet 1	Aktivitet 2	Aktivitet 3	Aktivitet 4
Lærer tegnet hjertet del for del på tavlen	Elever navnsatte deler av hjertet på et ark	Elever leste en tekst om hjertet	Elever så på en film om kongen som skulle operere en hjerteklaff

Rødt: Hjertet

Aktivitet 1: Først tegnet læreren en modell av hjertet på tavlen. Hun sa til elevene sine at de skulle tegne en skikkelig stygg modell av hjertet. Den ville ikke ligne på hjertet. Deretter tegnet hun to forkammer, hjertekammer og så videre. Hun bygget opp modellen, del for del, sammen med elevene.

Aktivitet 2: Elevene fikk utdelt en modell av hjertet som var tegnet på et ark. Denne modellen navnsatte de sammen i undervisningen.

Aktivitet 3: Elevene leste en tekst om hjertet.

Aktivitet 4: Elevene så en film om kongen som skulle operere hjerteklaffen.

Læreren snakket om at elevene hadde lært om hva en lunge og en arterie var, men hun hadde ikke eksplisitt brukt begrepet lungearterie i undervisningen. Lungearterien er en blodåre på hjertet som ligner på en T. Blodåren går fra hjertet til lungene.

5.3.3. Læringsaktiviteter før AR fra en observasjon

Tabell 5 viser læringsaktivitetene fra en undervisningstime som jeg observerte før elevene skulle arbeide med en AR-modell av hjertet. Temaet for timen var hjertet, blod og luftveiene. Planen for timen var repetisjon av hva de tidligere hadde lært om, vise frem egenproduserte tegneserier, beskrive kroppens lille og store kretsløp og jobbe med en AR-modell av hjertet.

Temaene var i større grad knyttet til sirkulasjonssystemet og kan henge sammen med organet hjertet og luftveissystemet. Aktivitetene er en analyse av mine feltnotater og kan av den grunn ikke tolkes som underviserens læringsopplegg i løpet av timen.

Tabell 5. Alle aktivitetene elevene var igjennom i løpet av en undervisningstime. Aktivitetene er en analyse av mine feltnotater fra observasjonen og kan ikke tolkes som underviserens læringsopplegg. Jeg deltok på alle aktivitetene. Videoopptak er hoveddataen i denne studien

<p>Aktivitet 1</p> <p><i>En og en</i></p> <p>Stillelesing</p>	<p>Aktivitet 2</p> <p><i>Full klasse</i></p> <p>Lærer fortalte om planen for timen og læringsmål</p>	<p>Aktivitet 3</p> <p><i>Diskusjon i grupper</i></p> <p>Elevene diskuterte et bilde av blod</p>	<p>Aktivitet 4</p> <p><i>Full klasse</i></p> <p>Lærer underviste om blodet</p>
<p>Aktivitet 5</p> <p><i>Full klasse</i></p> <p>Elevene viste frem sine tegneserier om blødninger</p>	<p>Aktivitet 6</p> <p><i>Full klasse</i></p> <p>Læreren underviste om sirkulasjonssystemet</p>	<p>Aktivitet 7</p> <p><i>Diskusjon i grupper</i></p> <p>Elevene hvisket til hverandre hva kroppen må bli kvitt</p>	<p>Aktivitet 8</p> <p><i>Full klasse</i></p> <p>Lærer og elevene ble enige om hva kroppen må bli kvitt</p>
<p>Aktivitet 9</p> <p><i>Full klasse</i></p> <p>Læreren tegnet det lille kretsløpet på tavlen</p>	<p>Aktivitet 10</p> <p><i>Diskusjon i grupper</i></p> <p>Elevene diskuterte det lille kretsløpet</p>	<p>Aktivitet 11</p> <p><i>Full klasse</i></p> <p>Lærer underviste om blod fra hjertet, oksygen og lungene</p>	<p>Aktivitet 12</p> <p><i>Full klasse</i></p> <p>Læreren tegnet det store kretsløpet</p>
<p>Aktivitet 13</p> <p><i>En og en</i></p> <p>Elevene leste om kretsløpene</p>	<p>Aktivitet 14</p> <p><i>Full klasse</i></p> <p>Lærer underviste om kretsløpene</p>	<p>Aktivitet 15</p> <p><i>Full klasse</i></p> <p>Lærer underviste om kapillærer, celler, lunger, oksygen, karbondioksid, næringsstoffer og avfallsstoffer</p>	<p>Aktivitet 16</p> <p>Gruppearbeid</p> <p>Elevene arbeidet med en AR-modell av hjertet</p>

Rød: Hjertet

Blå: Sirkulasjonssystemet

Grønn: Luftveisystemet

Aktivitet 1: Undervisningen startet med stillelesning. En og en elev hentet hver sin bok som de startet å lese i.

Aktivitet 2: Læreren gjennomgikk planen for timen og læringsmål. Temaet for timen var hjertet, blod og luftveiene. Lærerens mål var å beskrive kroppens lille og store kretsløp. Planen for timen var repetisjon av hva de tidligere hadde lært om, vise frem egenproduserte tegneserier og jobbe med en AR-modell av hjertet.

Aktivitet 3: Først skulle elevene lære om blod, blødninger og hva blodet inneholdt. Læreren viste frem et bilde av blod på et lysbilde. Elevene skulle diskutere hva de så på bildet i grupper. Elevene snakket for eksempel om blødninger, blodplater, skorper og om røde blodceller.

Aktivitet 4: Læreren underviste om blodet. Lærer og elever snakket om et bilde av blod, om de lilla greiene som dekket hullet og at blodplatene dekker det lilla.

Aktivitet 5: Elevenes egenproduserte tegneserier ble vist på tavlen. Lærer eller elev forklarte hva som skjedde i tegneseriene.

Aktivitet 6: I neste tema underviste lærer om sirkulasjonssystemet. Hun snakket om at kroppen trenger oksygen og næringsstoffer.

Aktivitet 7: Elevene skulle hviske til sidepersonen hva kroppen måtte bli kvitt.

Aktivitet 8: I full klasse ble de enige om at det var karbondioksid og avfallsstoffer kroppen må bli kvitt.

Aktivitet 9: Lærer sa i full klasse at de skulle lære om ordet kretsløp. Læreren tegnet det lille kretsløpet på en menneskeskikkelse på et nettbrett. Elevene kunne se denne tegningen på tavlen. Hun tegnet to lunger, hjertet, og hvilken vei blodet gikk gjennom disse organene.

Aktivitet 10: Elevene diskuterte det lille kretsløpet med sidepersonen.

Aktivitet 11: Læreren og elevene snakket i full klasse om blod fra hjertet, oksygen og lungene.

Aktivitet 12: Underviser tegnet det store kretsløpet på en menneskeskikkelse og elevene kunne se denne tegningen på tavlen. Hun tegnet hjertet, blodets vei gjennom hjertet og ut til hele kroppen. Blodet gikk opp til hodet og ned til bena på menneskeskikkelsen. Videre diskuterte lærer og elevene tegningen.

Aktivitet 13: Elevene leste en og en. Elevene skulle lese en side i Solaris boken og svare på følgende oppgave: Hva heter dette kretsløpet? Oppgaven sto på tavlen. Under oppgaven kunne elevene se et bilde av det store- og det lille kretsløpet, hjertet, lungene og piler som viste hvilken vei blodet gikk gjennom hjertet og lungene.

Aktivitet 14: Lærer og elever diskuterte oppgaven i full klasse.

Aktivitet 15: Læreren viste frem en figur på tavlen. Figuren viste hvordan oksygen, karbondioksid, næringsstoffer og avfallsstoffer fraktes i kapillærer, celler og lunger. På figuren kunne elevene blant annet se celler, kapillærer, blod, lunger og lungeblærer. Læreren spurte elevene om de husket denne figuren og hva kapillærer var. Videre diskuterte de figuren i full klasse.

Aktivitet 16: Elevene skulle jobbe to og to med en AR-modell av hjertet.

5.4. Arbeid med en AR-modell av hjertet

Læreren sa i full klasse at elevene skulle jobbe med en AR-modell. Hun sa at elevene kunne holde nettbrettet over skoleboken, og vri på boken for å se AR-modellen fra forskjellige vinkler. Utover det forklarte ikke lærer hvordan elevene skulle bruke teknologien. Elevene hadde brukt teknologien flere ganger før. Videre hentet elevene hvert sitt oppgaveark. Gruppe 1 og gruppe 2 ble sendt til hvert sitt grupperom for å løse oppgavene der. Oppgavearket finnes i Figur 1 og viser en skjematisk oversikt over oppgavene elevene skulle igjennom. I oppgave 1, 2, 3 og 6 ble elevene bedt om å bruke AR-modellen for å løse oppgavene. I de andre oppgavene ble ikke elevene eksplisitt bedt om å anvende teknologien. I min oppgave vil jeg vektlegge oppgave 3 som er et lukket spørsmål og oppgave 7 som er et åpent spørsmål. Oppgave 7 kaller jeg for kirurgoppgaven og består av flere delspørsmål.

ELEV

1. Utforsk modellen på s. 59.
 - Forstørr og forminsk
 - Se på modellen fra alle kanter
2. Bruk fagbegrep og finn disse på modellen:
AORTA **HJERTEKLAFFER**
TO FORKAMMERE **TO HJERTEKAMMERE**
3. Bli enige om hvilken vei blodet beveger seg gjennom hjertet.
4. Bli enige om hvilken lyd hjertet lager, og når. Lag lyden sammen med hjertet når det beveger seg.
5. Hvor er lungearterien?

EKSPERT

6. Hjerteklaffene på modellen er forskjellige ut. Noen ligner på nebb og noen ligner på tråder. Hvorfor er det sånn, tror dere?

PROFESSOR

7. Kongen har operert inn en ny hjerteklaff. Hvordan gjøres en sånn operasjon? Tenk gjennom:
 - a) Hva kan gå galt?
 - b) Hvor bør legene åpne hjertet?
 - c) Hva må legene passe på mens de opererer?

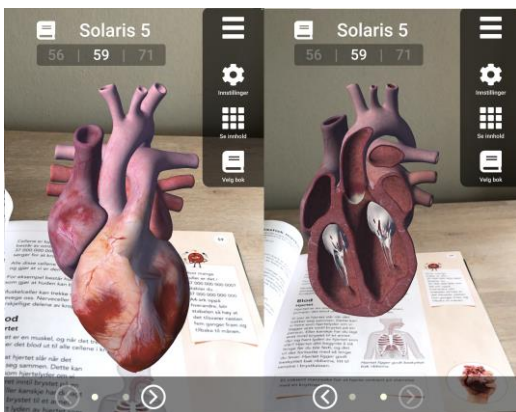
Figur 1. Oppgavearket elevene fikk tildelt tilknyttet en AR-modell av hjertet. De første oppgavene handlet om å utforske modellen. Oppgave 2, 3 og 5 var lukkede spørsmål som hadde et fasitsvar. Oppgave 6 og 7 var åpne spørsmål som kunne ha flere svar. Her måtte elevene tenke på hvordan de ville gjort det.

5.5. Beskrivelse av AR-teknologien

For å bruke AR-teknologien måtte elevene trykke på appen *AR Aschehoug* på sitt nettbrett. Appen var i forkant installert på deres nettbrett. Deretter fikk elevene opp en side hvor det sto at *AR Aschehoug* bruker utvidet virkelighet (AR). Videre sto det at brukerne må være oppmerksomme på sine omgivelser når de bruker appen og at barn og unge bør bruke appen med voksne til stede. Deretter måtte elevene trykke på knappen *FORTSETT*. Idet de trykket på denne knappen åpnet kameraet seg. Øverst på siden sto det *Solaris 5* som var pensumboken elevene skulle bruke i skolelæringen. Elevene kunne også åpne andre bøker i appen og bøker som sto på både på bokmål og nynorsk. Videre kunne elevene skanne riktig bokside i *Solaris 5* boken med kameraet sitt og få opp AR-modellen av hjertet på skjermen sin.


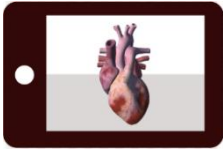




Deretter kunne elevene utforske AR-modellen. For eksempel kunne de se på en AR-modell av hjertets utside og en modell av hjertets innside (Figur 2). Etter elevene hadde skannet boksidene dukket det først opp en AR-modell av hjertets utside. For å se på innsiden av hjertet kunne elevene trykke på en pil i grensesnittet. Begge modellene hadde bevegelser i seg. Modellene av hjertets utside og innside banket. På innsiden av hjertet flagret trådhjerteklaffene og nebbhjerteklaffen åpnet og lukket seg.

Figur 2. Elevene kunne se en AR-modell av hjertets utside og en modell av hjertets innside.









Elevene kunne utforske AR-modellenes ulike sider. For eksempel kunne de bevege seg rundt boksidene for å se modellene fra forskjellige vinkler (Tabell 1).

Tabell 6. Elevene kunne utforske modellen fra forskjellige vinkler ved å bevege seg rundt boksidene. Eleven i tabellen er en tenkt elev. Idet eleven beveger seg rundt boksidene rotertes AR-modellen og hun kan se modellen fra flere sider.

Hjertets høyre side	Hjertets forside	Hjertets venstre side
		
		

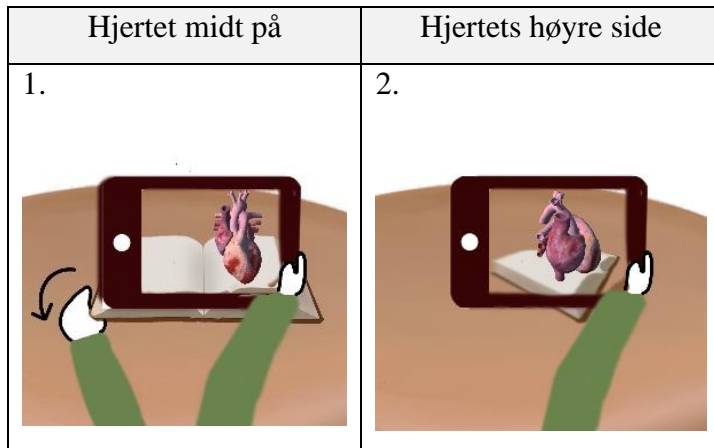
Elevene kunne se modellens midtre del, øvre del og nedre del ved å bevege nettbrettet opp og ned (Tabell 7).

Tabell 7. Elevene kunne se modellens midtre del, øvre del og nedre del ved å bevege nettbrettet opp og ned. Tabellen viser en tenkt elev som utforsker disse ulike sidene av hjertet.

Hjertet noe nedenfra	Hjertet midt på	Hjertet ovenfra
		
		








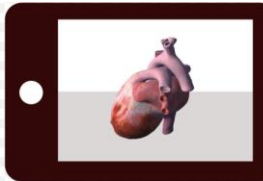
En annen måte elevene kunne utforske AR-modellen på var å flytte på boken (Tabell 8).

Tabell 8. Tabellen viser en tenkt elev som holder nettbrettet sitt mot boksiden samtidig som eleven vrir på boken. Modellen roteres, og eleven kan se hjertet fra flere sider.



En siste måte elevene kunne utforske AR-modellen på var å berøre skjermen med fingrene. (Tabell 9). Elevene kunne zoomer inn og ut av AR-modellen og roterer på modellen.

Tabell 9. Tabellen viser en tenkt elev som zoomer inn og ut av AR-modellen ved å berøre skjermen med fingrene. Videre roterer eleven på modellen.

	Interaksjon 1 Berøre skjerm	Interaksjon 2 Berøre skjerm	Interaksjon 1 AR-modell	Interaksjon 2 AR-modell
Zoomer inn og ut av modellen	1. 	2. 	1. 	2. 
Vri på modellen	1. 	2. 	1. 	2. 

6. Fremleggelse av funn

6.1. Læringsforløp

Videoutsnittene nedenfor av elevens arbeid med AR blir presentert som sekvenser over tid. Dette for at leseren skal å få en forståelse av når ting skjer i løpet av læringsaktiviteten.

6.2. Kriterium 1 – Oppstart med teknologien

I dette avsnittet vil jeg fokusere på hvordan elevene startet med oppgavene og teknologien. Oppgave 1 ber elevene om å utforske modellen fra flere vinkler, og forstørre og forminske den (Figur 1). I utsnittet under er gruppe 1 til stede. Elevene har nettopp lest oppgaven, funnet appen på nettbrettet, skannet riktig bokside og fått opp en AR-modell av hjertet på skjermen sin. De fikk opp AR-modellen raskt uten noen problemer og ser på modellen av hjertets utside (Figur 2). Lena holder nettbrettet stødig og Celeste ser på skjermen hennes:

Utsnitt 1: Opptak fra gruppe 1

Hvem/tale	Aktivitet
1. Lena: Der jobber hjertet.	
2. Celeste: Der er aorta.	<i>Lena beveger seg rundt boksiden og ser på modellen fra flere kanter.</i>
3. Lena: Mm. Det er de tre. ((blodårene))	

Lena sier at hjertet jobber (1). Celeste sier at hun ser aorta. Lena beveger seg rundt boksiden og ser på modellen fra flere kanter (2). Lena beskriver blodårene (3).

Lena oppdager på AR-modellen at hjertet jobber og beveger på seg. Hun deler hennes oppdagelse med Celeste, mens Celeste oppdager noe annet på modellen. Hun kobler noe på modellen til læringsopplegget og ser aorta. Hun deler denne oppdagelsen med Lena. Samtidig beveger Lena nettbrettet rundt boksiden for å utforske modellen fra en annen vinkel. Som respons til Celeste sin oppdagelse av aorta henter Lena kunnskap om aorta fra det tidligere læringsopplegget og retter hun sin oppmerksomhet mot det som ligner på aorta på AR-modellen. Deretter uttrykker hun enighet med Celeste og beskriver aorta sitt utseende. På AR-modellen har aorta tre blodårer som stikker ut (Figur 2).

Dette kan gi en indikasjon på at elevene er tilstrekkelig interessert til å fortelle sidepersonen hva de oppdager på modellen. De samarbeider, er aktive og selvstyrte. Det kan virke som elevene engasjerer seg for deres interaksjoner med det estetiske utseende, og at designet legger til rette for ytterligere utforskning av modellen.

Fra før av har elevene lært om aorta i Aktivitet 1 (Tabell 3). Eleven i intervjuet sa at de hadde tegnet et system av blodårer på en menneskekropp. I den forbindelse lærte hun om blodåren aorta og hvordan den så ut. Dette gir en indikasjon på at elevene bruker AR-modellen til å aktivere læringsopplegget. Det skjer en kunnskapsintegrasjon. Modellen fungerer for å integrere kunnskapen de allerede har. Elevene har lært om aorta teoretisk først og her kan de se det operativt.

I utsnittet under er gruppe 2 til stede. Elevene har nettopp lest oppgaven, funnet appen på nettbrettet, skannet riktig boksiden og fått opp AR-modellen av hjertet på skjermen sin. De ser modellen av hjertets utside (Figur 2). Begge holder hver sitt nettbrett stødig og ser på hjertet:

Utsnitt 2: Opptak fra gruppe 2

Hvem/tale	Aktivitet
4. Tom: Oi.	<i>Tom zoomer inn i hjertet mot blodårene på AR-modellen.</i>
5. Elise: Det var litt ekkelt, nesten.	<i>Elise beveger nettbrettet rundt boksiden. Hun ser på modellen fra en annen vinkel.</i>
6. Tom: Er det noe inni de hullene?	<i>Tom lener seg mot skjermen og prøver å se inn i hullene på blodårene.</i>
7. Elise: Kan man se inn liksom?	<i>Elise beveger nettbrettet rundt boksiden og ser modellen fra en annen vinkel. Hun prøver å se inn i hullene på blodårene.</i>

Tom sier oi (4). Han zoomer inn mot blodårene på AR-modellen. Elise sier det var litt ekkelt. Hun beveger nettbrettet rundt boksiden for å se modellen fra en annen vinkel (5). Tom spør Elise om det er mulig å se inn i hullene på blodårene. Han lener seg mot skjermen og prøver å se inn i hullene blodårene. Elise beveger nettbrettet rundt boksiden og ser modellen fra en

annen vinkel. Hun prøver å se inn i hullene på blodårene (6). Videre spør Elise Tom om det er mulig å se inni blodårene (7).

Tom blir overrasket da han oppdager modellen for første gang på skjermen. Han zoomer inn mot blodårene for å studere dem nærmere. Elise syns hjertet ser litt ekkelt ut og deler det med Tom. Hun fortsetter likevel å utforske modellen og beveger nettbrettet rundt boksiden for å se på modellen fra en annen vinkel. Tom lurer på om det er noe inni hullene på blodårene og spør Elise om hun tror det er mulig å titte inni hullene. Han lener seg mot skjermen for å se nærmere på blodårene. Elise responderer på det Tom spør om. Hun beveger nettbrettet rundt boksiden og ser på modellen fra en annen vinkel. Hun prøver deretter å se inn i hullene på blodårene. Hun spør Tom om det er mulig å se inni hullene.

Dette kan gi en indikasjon på at elevene er tilstrekkelig interesserte til å fortelle sidepersonen hva de ser og hva syns om modellen. Elevene stiller spørsmål og uttrykker nysgjerrighet. De samarbeider, er aktive og selvstyrte. Den ene eleven responderer på den andre eleven sitt spørsmål og sammen starter de å utforske modellen. Videre kan virke som elevene engasjerer seg for deres interaksjoner med det estetiske utseende, og at designet legger til rette for ytterligere utforskning av modellen.

I intervjuet sa underviser at hennes rolle på starten var å sørge for at alle elevene fikk opp AR-modellen på skjermen sin. Hun sa det var en del rusk på starten som hun brukte tid på først før alle elevene kom i gang med oppgavene. For eksempel hjalp hun elevene med å oppdatere appen og finne hvilken bokside de skulle skanne. Noen av elevene hadde glemte å laste inn boken og noen hadde lastet inn nynorskbooken. Lærer sa følgende;

Lærer Så min rolle når de sitter og holder på med modellen, det er jo i starten å få alle til å få det til, som å oppdatere appen, finne ut hvilken side, noen har jo glemt å laste inn boken, og har lastet inn nynorskbooken, asså, det er mye sånn rusk, som man bruker tid på først.

I utsnitt 1 og 2 leser gruppe 1 og gruppe 2 oppgaven, finner riktig bokside, skanner siden og får opp AR-modellen på skjermen. Det virker som de ikke har noen utfordringer med teknologien i oppstarten.

Videre sa lærer at hun gikk bort til elevene som trengte hjelp til å sette i gang med oppgavene. Hun prøvde å få dem på sporet. Deretter gikk hun bort til elevene som strevde med faget og ikke hadde begrepene. Hun kunne prøve å få dem på spore ved å lytte etter hva de sa. For

eksempel hvis elever sa at de så en ledning så kunne lærer spørre dem om hva de kalte disse ledningene for igjen fra et tidligere læringsopplegg. Da kunne elevene svare «*det var blodåre*». På den måten får underviser elevene på spore. Hun sa det slik;

Lærer Så går jeg jo kanskje bort til de som ikke nødvendigvis er svake i faget, men som har konsentrasjonsvansker, og trenger hjelp til å sette i gang, få de på sporet, og så kan jeg gå bort til de som strever med faget, og som ikke har begrepene, ehm lytte, hvis jeg hører noen sier 'Å, der er den store ledningen, da kan jeg si: 'Ja, hva kalte vi disse ledningene? Jo, det var blodåre. Fint! Da tar vi det en gang til. Så der er den store blodåren. Bra, nå snakker du fag!'

For eksempel i utsnitt 2 spør Tom «*Er det noe inni de hullene?*» Elise spør «*Kan man se inn liksom?*» Det kan tyde på at elevene ikke brukte det naturfaglige begrepet blodåre i deres samtale. Da kan læreren si «*Ja, hva kalte vi disse?*» og elevene kan svare «*Jo, det var blodåre*». På den måten får læreren dem til å bruke et vitenskapelig språk.

Videre sa Tom i et gruppeintervju at det var spennende å se hvordan det fungerte inni ting. Han sa følgende; «*Jeg synes det er veldig spennende å se hvordan ting fungerer inni ting. At man ikke bare ser forsiden.*» For eksempel i videoutsnitt 1 får elevene opp AR-modellen av hjertet for første gang. Noe av det første Tom sier er «*Er det noe inni de hullene?*» Deretter lener han seg mot skjermen og prøver å se inni blodårenes hull. Det tar ikke lang tid før Elise også utforsker hullene i blodårene sammen med Tom. Dette kan gi en indikasjon på at elevene er interessert i å undersøke hvordan det fungerer inni ting på modellen.

Underviser sa at elevene likte naturfagsboken som har AR knyttet til seg bedre enn norskboken som ikke har det. Hun sa at det var mer som skjedde i naturfagsboken og i den forbindelse var det en populær bok. Hun sa det slik; «*Og de liker denne boken, bedre enn norskboken, for eksempel. Her er det mer, her skjer det noe, så den er en populær bok.*» Videre sa underviser at hun likte at AR-modellen, samt ulike deler inni hjertet, hadde sine særegne bevegelser og at modellene fremstilte noe håndfast. For eksempel at hjertet slo, at klaffene flagret og at hjertet så håndfast ut. Ifølge læreren var det disse egenskapene ved AR-modellene elevene bemerket først. Underviser sa det slik;

Lærer Det jeg liker godt med den, er at det er bevegelse i modellen, at hjertet slår, og så liker jeg godt at klaffene flagrer, det er så håndfast, og det er det elevene legger merke til først.

For eksempel i utsnitt 1 får elevene opp AR-modellen av hjertet for første gang. Lena sier «*Der jobber hjertet*». Det kan virke som eleven først legger merke til hjertets bevegelser. Tom sa i gruppeintervjuet at var det litt morsomt å se hvordan hjertet beveget på seg. Han fortalte; «*Også var det litt morsomt når man fikk sett hvordan, liksom, hjertet beveget på seg, på en måte*».

Videre sa lærer at jo større elevene kan få modellen, den minste detalj, jo bedre. Hun sa det slik; «*Og gjerne sånn, jo større du kan få den, den minste detalj, jo bedre er det*.» For eksempel utforsker Tom og Elise i utsnitt 1 detaljer ved blodårene. Tom zoomet inn i blodårenes hull og lener seg mot skjermen for å se inn i hullene.

Lærer sa i intervjuet at AR ikke trenger å være en tegnefilm og at hun likte å vise elevene slik det var. Videre påpekte hun at noen elever syntes modellene var ekle og de vegret seg for å delta. Likevel var de med og etter hvert var ikke modellene så ekle lenger. Hun sa det slik;

Lærer Fordi det trenger jo ikke å være sånn tegnefilm. Liksom barn, vis dem sånn det egentlig er. Og så er det noen som syns det er ekkelt, og som vegrer seg veldig til å delta, men de er jo med, etter hvert, de går kanskje ikke så nærme iPaden først, så kommer de jo nærme etterpå, så er det ikke så ekkelt likevel, når de har fått sett litt på det.

For eksempel i utsnitt 2 sa Lena «*Det var litt ekkelt, nesten*». Videre beveger hun nettbrettet rundt boksiden og ser på modellen fra en annen vinkel. Det kan virke som eleven fortsatte å engasjere seg for utforskningen av modellen, selv om hun syntes den var litt ekkel.

Noe annet som gikk igjen i flere av gruppeintervjuene var at elevene likte at modellene så realistiske ut. Da jeg spurte om hvordan AR Aschehoug var å bruke i forhold til andre læringsmetoder i klasserommet, sa Celeste følgende;

Celeste Det er jo bra app, fordi du kan se på ting mye nærmere, og se på ting. Hvis vi skulle ha jobbet med hjertet, kunne vi ikke gått inn og bare ha, vi har ikke kommet så langt at vi må låne grisehjerte.

Det virker som Celeste opplevde AR Aschehoug som en bra app, fordi hun kunne se nærmere på noe som hun ellers ikke har tilgang til, slik som et grisehjerte. Dette kan gi en indikasjon på at hun liker å se på realistiske modeller i AR foran seg.

6.3. Kriterium 2 - Uttrykk for engasjement

I utsnittet nedenfor er gruppe 1 fremdeles på oppgave 1. De ser på modellen av hjertets utside (Figur 2). Lena holder nettbrettet stødig og Celeste ser på skjermen hennes:

Utsnitt 3: (Opptak av gruppe 1)

Hvem/tale	Aktivitet
8. Celeste: Og så gå til den andre.	<i>Celeste trykker på en knapp på Lenas skjerm. AR-modellen av hjertets innside blir synlig foran elevenes øyne.</i>
9. Lena: Ja, ↑ ¹ og her er halve hjerte jo. ↑↑ ²	<i>Lena beveger nettbrettet rundt boksiden, litt vekk fra Celeste. Samtidig roteres hjertemodellen, og hun kan se inni hjertet fra en annen vinkel.</i>
10. Celeste: Ho ↑ (.)	<i>Celeste lener seg mer mot skjermen.</i>
11. Celeste: Hoho. ↑↑ Halvt hjerte.	
12. Lena: Og der er det hjertekammere.	
13. Celeste: Det ser sånn, Dementors i Harry Potter, eller noe.	
14. Lena: Ja. ↑	

Celeste sier at de skal se på noe annet. Hun trykker på en knapp på Lenas skjerm. AR-modellen av hjertets innside blir synlig foran elevenes øyne (8). Lena sier entusiastisk at hun

¹ Entusiastisk heving i stemme.

² Veldig entusiastisk heving i stemme.

har oppdaget det halve hjertet. Lena beveger nettbrettet rundt boksiden, litt vekk fra Celeste. Samtidig roteres hjertemodellen og hun kan se inni hjertet fra en annen vinkel (9). Celeste lener seg mot skjermen (10). Celeste blir også entusiastisk over det halve hjertet (11). Lena sier at hun ser hjertekammere (12). Celeste sier at hun ser Dementors i Harry Potter (13). Lena sier entusiastisk ja (14).

Celeste trykker på en knapp i grensesnittet for å se en annen AR-modell av hjertet. AR-modellen av hjertets innside blir synlig på skjermen. Lena blir entusiastisk av den nye modellen. Lena beveger nettbrettet rundt boksiden for å utforske modellen fra en annen vinkel. Celeste blir entusiastisk av Lenas reaksjon og lener seg mer mot skjermen for å se nærmere på modellen. Lena kobler noe på modellen med hjertekammere fra det tidligere læringsopplegget. Hun deler oppdagelsen med Celeste, mens Celeste oppdager noe annet på modellen. Celeste oppdager noe inni modellen som ligner på Dementors i Harry Potter og deler det med Lena. Som respons til Celeste sin ytring, retter Lena sin oppmerksomhet mot det som ligner på Dementors i Harry Potter på AR-modellen og uttrykker enighet. Lena blir entusiastisk av oppdagelsen.

Dette kan gi en indikasjon på at den ene eleven hjelper den andre eleven med å oppdage en ny modell. Elevene engasjerer seg for oppdagelsen av hjertets innside og er tilstrekkelig interesserte til å fortelle sidepersonen hva de har oppdaget. De beskriver hva de ser, samarbeider og er aktive og selvstyrte. En elev kobler modellen til det tidligere læringsopplegget og forteller om det. Videre kan virke som elevene engasjerer seg for deres interaksjoner med det estetiske utseende, og at designet legger til rette for ytterligere utforskning av modellen.

Fra før av har elevene lært om hjertekammer i Aktivitet 1 (Tabell 4). I aktiviteten tegnet læreren hjertet del for del på tavlen. En av delene hun tegnet var hjertekammer. Dette gir en indikasjon på at eleven bruker AR-modellen til å aktivere læringsopplegget. Det skjer en kunnskapsintegrasjon. Modellen fungerer for å integrere kunnskapen hun allerede har. Eleven har lært om hjertekammer teoretisk først og her kan hun se det operativt.

Et av temaene som gikk igjen i gruppeintervjuene var at elevene opplevde arbeidet med AR som engasjerende. Tom sa det slik; «*At vi har det gøyere mens vi jobber.*» Ved spørsmål om hvordan AR Aschehoug appen er å bruke i forhold til andre digitale verktøy i skolen, svarte Bettina følgende:

Bettina Jeg synes det er litt gøyere da, fordi da kan man se på modellene, og se på det man ikke får sett på et ark, for eksempel. Og se i 3D, og sånn. Da får man lyst til å lære mer.

Her fortalte Bettina at hun syntes det var litt gøyere å se på AR-modellene i skolelæringen. Hun fikk se bilder som vanligvis er flate på ark eller i en bok i 3D foran seg. Dette engasjerte henne, og hun fikk lyst til å lære mer. Underviser fortalte at elevene likte AR-teknologien kjempegodt, og at de likte å bruke nettbrettet. Ifølge læreren ble det mye motivasjon med en gang elevene ble informert om at de skulle bruke AR-appen i skolelæringen. Hun sa det slik;

Lærer Umiddelbart tenker jeg at elevene liker det kjempegodt. Det blir en sånn. Ja, det er gøy å lese tekstene, det er gøy å se på bildene, og det er kjempegøy om de kan bruke iPaden også. Det blir mye motivasjon i det man sier at 'Da er det AR-app'.

Videre sa underviser at AR-modellene kunne hjelpe elevene til å holde ut i kjedelige temaer på skolen. Hun fortalte at det ikke er alle som skal bli doktorer, forskere, biologer eller fysiskere, og at AR kunne i hvert fall treffe noen elever i hvert tema så det er verdt å holde ut i faget. En tydelig læringsstruktur, som inkluderte AR, kunne hjelpe elever med å lære begreper som er viktig for resten av naturfaget.

Lærer Så er det noen temaer som rett og slett ikke er like spennende, sånn som plantelære, er det første kapitlet i boken. Det er kjedelig, for de fleste, men man lærer begreper og det er tydelig struktur, du lærer ting som er viktig for resten av naturfaget. Men hvis man skal holde på interessen. Det er jo ikke alle som skal bli doktorer eller forskere, biolog, eller fysiker. Men det at man treffer hvert fall noen i hvert tema, at det er verdt å stå litt i dem. Og da kommer, disse modellene kan være det lille ekstra.

Videre sa lærer at dybdelæring styres litt av om det fenger. Hun sa det slik; «[...] og så at det lar det styres litt av dybdelæring om det fenger».

For eksempel i utsnitt 3 oppdager elevene hjertets innside for første gang. Lena sier at «Her er halvt hjerte jo» entusiastisk. Celeste sier «Ho» entusiastisk og «Ho ho. Halvt hjerte». Hun lener seg mot skjermen. Dette kan gi en indikasjon på at begge elevene engasjerer seg for å

oppdage hjertets innside. Videre sier Lena «*Og der er det hjertekammere*». Her kan det virke som eleven er tilstrekkelig interessert til å koble modellen til det tidligere læringsopplegget, selv om oppgaven ikke ber om det.

I gruppeintervjuene virker det som noen elever likte å gjøre noe annet enn å se i en bok. En elev sa det slik;

Elise Ehm, jeg syns jo det er morsommere når vi liksom, kan på en måte, hvis man ikke skal danse eller noe sånt, så kan man gjøre noe annet enn bare å se i bok, eller man ser jo fortsatt i en bok, men man ser på iPaden da.

Elise fortalte at det var morsommere å gjøre noe annet, for eksempel å danse eller se på en iPad, istedenfor å se i en bok. Tom sa noe lignende. Han sa at han likte å se hvordan ting så ut istedenfor å bare lese om det. Han sa det slik; «*At da får vi sett mer på hvordan ting ser ut, liksom. Istedenfor å bare lese om det.*» Det kan virke som eleven likte at han kunne se hvordan ting egentlig så ut i AR, enn å kun lese om det i en bok. Videre sa underviser at det var viktig å bruke mye forskjellig ting, spesielt i naturfag. Lærer sa følgende; «*Jeg tror det er viktig å bruke mye forskjellig, spesielt i naturfag. Så da tenker jeg at en god time, eller et godt tema, alltid inneholder forskjellige ting.*»

Da underviser i intervjuet fikk spørsmål om det var noe ved AR-modellen som passet innenfor fagfornyelsen, og hva hun tenkte om det, svarte hun at elevene for eksempel utforsket og var aktive da de anvendte AR i læringen. Hun sa det slik; «*Ja, utforske, være aktive*». Et tema som gikk igjen i gruppeintervjuene var at elevene likte å utforske realistiske AR- modeller. Elevene sa det slik;

Intervjuer Hvorfor tror dere at deres skole har valgt denne appen i naturfag?

Elise Altså, det vet ikke jeg helt. Men, den er jo liksom bra, og så får vi på en måte, når vi bruker AR, kan vi se ting opp av boka. Førrige gang lærte vi om hjerte, og sånt. Og da kunne vi liksom, studert litt på hjertet. Og da blir det også enklere å lære, når man liksom, på en måte har det foran seg.

Elise fortalte at hun syntes det var bra å bruke AR i skolelæringen. I hennes arbeid med AR-modellen av hjertet kunne hun utforske modellen i 3D foran seg, og da ble det enklere å lære. Litt lenger ut i intervjuet sa Tom at han likte å hvordan ting så ut og i forskjellige vinkler. Han

sa det slik; «*At da får vi sett mer på hvordan ting ser ut, liksom.*» Jeg spurte ham om han likte det for å få det bekreftet og da svarte han; «*I forskjellige vinkler.*»

For eksempel i videoutsnitt 3 sier Lena «*Og her er halve hjerte jo*» entusiastisk. Hun beveger nettbrettet rundt boksiden, litt vekk fra Celeste og ser på hjertet fra en annen vinkel. Dette kan gi en indikasjon på at eleven engasjerer seg i den videre utforskningen av hjertets innside. Dette ved å utforske modellen fra ulike vinkler.

Lærer sa at de elevene som ikke var så gode i tekst, hadde ofte visuelle strategier og kunne hjelpe andre elever med teknologien. Dette kan gi dem økt selvtillit. For eksempel at de får lov til å være den personen som oppdager at hjertet kan åpnes. Underviser sa det slik;

Lærer Mange av de som kanskje ikke er så gode i tekst, har ofte gode visuelle strategier, og kan hjelpe de andre, og føle seg flinke da. Så det er veldig stor verdi for de som trenger den lille boosten av selvtillit, og få lov til å være den som kan oppdager at man kan åpne hjertet.

For eksempel i utsnitt 3 sier Celeste «*Og så gå til den andre.*» Hun trykker på en knapp på skjermen og en ny AR-modell blir synlig. Lena sier entusiastisk «*Ja, og her er halve hjerte jo.*» Celeste sier entusiastisk «*Ho.*» og «*Ho, ho. Halvt hjerte.*». Dette kan gi en indikasjon på at Celeste hjalp Lena med på å oppdage hjertets innside. Det kan virke som Lena ble entusiastisk av Celeste sin oppdagelse. Celeste blir også entusiastisk. Ifølge læreren kan eleven som oppdaget den nye modellen få økt selvtillit. Dette gjelder spesielt for elever som bruker mer visuelle strategier i skolelæringen.

6.4. Kriterium 3 - Uttrykk for oppdagelse av sammenhenger i et lukket spørsmål

Utsnittet nedenfor viser gruppe 1 som skal løse oppgave 4 (Figur 1). De skal bli enige om hvilken vei blodet går igjennom hjertet. Spørsmålet er lukket og har et fasitsvar. De leser oppgaven høyt. Lena holder nettbrettet stødig og Celeste ser på Lenas skjerm. Elevene ser på AR-modellen av hjertets innside (Figur 2). I den forbindelse kan elevene se alle begrepene inni hjertet på AR-modellen foran dem:

Utsnitt 4: (Opptak av gruppe 1)

Tale/Hvem	Aktivitet
15. Lena: Så går det.	
16. Celeste: Ut. Nei, det går ikke ut, jeg tror.	
17. Lena: Ok.	
18. Celeste: Jeg tror den går videre. Nei, den kan ikke gå videre.	
19. Lena: Den går, ja, den går inn.	<i>Lena peker på skjermen. (Skjermen er ikke synlig)</i>
20. Celeste: Mm.	
21. Lena: Så stopper det der.	<i>(Skjermen er ikke synlig.)</i>
22. Celeste: Ja.	
23. Lena: Og så går det inn gjennom de hjerteklaffene.	
24. Celeste: Ja.	
25. Lena: Og så går det [ut].	
26. Celeste: [ut].	<i>Lena flytter på boken og modellen vris på.</i>
27. Lena: Den går inn.	<i>Lena peker på høyre hjertekammer på AR-modellen.</i>
28. Celeste: Men det er ingen hull i modellen av noen slag. Så hvordan kommer blodet ut der?	<i>Celeste peker på veggen mellom høyre hjertekammer og aorta på AR-modellen.</i>
29. Lena: Der går den inn, og så pumpes det ut.	<i>Lena peker på høyre forkammer og deretter på høyre hjertekammer på AR-modellen. Videre peker hun på aorta på modellen.</i>
30. Celeste: Åja.	

Lena sier at blodet går (15). Celeste sier at blodet går ut. Deretter sier hun at blodet ikke går ut. (16). Lena sier ok (17). Celeste sier at blodet går videre. Deretter sier hun at blodet ikke går videre (18). Lena sier at blodet går inn og peker på skjermen (19). Celeste sier mm (20). Lena sier at blodet stopper et sted (21). Celeste sier ja (22). Lena sier at blodet går inn gjennom hjerteklaffene (23). Celeste sier ja (24). Lena sier at blodet går ut (25). Celeste sier ut samtidig som Lena. Lena flytter på modellen og den vrir på. Hun ser på modellen fra en annen vinkel (26). Lena sier at blodet går inn og peker på høyre hjertekammer på AR-modellen (27). Celeste sier at det er ingen hull i modellen av noen slag. Hun spør om hvordan blodet kan gå ut der? Hun peker på veggen mellom høyre hjertekammer og aorta på AR-modellen (28). Lena sier at blodet går den inn og at det pumpes ut. Hun peker på høyre forkammer og deretter på høyre hjertekammer på AR-modellen. Videre peker hun på aorta på modellen. (29). Celeste sier åja (30).

Lena tenker høyt hvor blodet kan gå gjennom hjertet. Celeste tenker høyt og blir klar over begrensinger i hennes egen tenkning. Det virker som elevene kobler modellen til det tidligere læringsopplegget og igjenhenter kunnskaper om blodets vei gjennom hjertet. Lena tar styringen, foreslår at blodet går fra et sted og peker på modellen. Celeste retter sin oppmerksomhet mot stedet Lena peker mot og uttrykker enighet. Videre foreslår Lena at blodet stopper et sted på modellen og peker på dette stedet. Celeste følger med på Lena sine ytringer og handlinger, og uttrykker enighet. Lena ser noe på modellen, kobler det til hjerteklaffer fra det tidligere læringsopplegget og foreslår at blodet går gjennom hjerteklaffene på modellen. Celeste kobler hjerteklaffer til det tidligere læringsopplegget, knytter hjerteklaffene til modellen, finner hjerteklaffene og uttrykker enighet. Lena foreslår videre at blodet går ut. Celeste repeterer ordet ut, for å engasjere seg i samarbeidet. Lena flytter på boken, vrir på den og utforsker modellen nærmere. Hun foreslår at blodet går inn et sted og peker på dette stedet. Celeste kobler modellen til blodets vei gjennom hjertet fra det tidligere læringsopplegget og sier at et ikke er noen hull på modellen. Hun peker på dette stedet på modellen. Lena responderer på Celeste sitt utsagn, tar styringen og hjelper henne. Hun peker fra sted til sted på modellen for å vise Celeste hvor hun tror blodet går videre. Celeste følger med og uttrykker deretter forståelse.

Dette kan gi en indikasjon på at elevene samarbeider, er aktive og selvstyrte. De kommer med forslag, engasjerer seg i samarbeidet, peker, leter, er kritiske, stiller spørsmål, hjelper hverandre og forhandler. Dette for å skape en felles forståelse. Videre kan det virke som

elevene engasjerer seg for deres interaksjoner med det estetiske utseende, og at designet legger til rette for ytterligere utforskning av modellen.

Fra før av har elevene lært om blodets vei gjennom hjertet i Aktivitet 2 (Tabell 3). Elevene fikk en tegning av hjertet og i den forbindelse lærte de om hvor på hjertet blodet gikk inn og ut. Videre lærte de om hjerteklaffer i Aktivitet 4 (Tabell 4). Elevene så en film om kongen som skulle operere hjerteklaffen.

Til sammen gir dette en indikasjon på at elevene bruker AR-modellen til å aktivere læringsopplegget. Det skjer en kunnskapsintegrasjon. Modellen integrerer kunnskapen de allerede har. Elevene har først gjennomgått blodets vei gjennom hjertet og hjerteklaffene teoretisk. De kan nå ved bruk av AR se det som ligner på et realistisk hjerte og hjerteklaffer operativt. Videre kan de enklere se for seg blodets vei gjennom hjertet og hjerteklaffene.

Elevene er fortsatt på oppgave 3:

Utsnitt 5: (Opptak av gruppe 1)

Hvem/Tale	Aktivitet
31. Lena: Og så pumpes det inn med oksygen.	
32. Celeste: Inn der?	<i>Celeste peker på skjermen (Skjermen ikke synlig)</i>
33. Lena: Og så ut der.	<i>Lena peker på aorta på AR-modellen.</i>
34. Celeste: Til de tre blodårene. ((blodårene))	

Lena sier at det pumpes inn med oksygen (31). Celeste spør om det pumpes inn oksygen et sted og peker på skjermen (32). Lena sier at oksygen pumpes ut oksygen et sted og peker på aorta på AR-modellen (33). Celeste sier at oksygen pumpes ut til de tre blodårene (34).

Lena kobler modellen til det tidligere læringsopplegget. Hun henter kunnskap om oksygen, og foreslår at det pumpes inn oksygen på modellen. Celeste spiller videre på Lenas forslag. Hun spør om det pumpes inn oksygen et sted på modellen og peker på dette stedet. Videre foreslår

Lena at oksygenet pumpes ut et sted og peker på dette stedet på modellen. Celeste beskriver stedet Lena peker på for å engasjere seg i samarbeidet.

Dette kan gi en indikasjon på at elevene samarbeider, er aktive og selvstyrte. De kommer med forslag, engasjerer seg i samarbeidet, peker og stiller spørsmål. Dette for å skape en felles forståelse. Videre kan det virke som elevene engasjerer seg for deres interaksjoner med det estetiske utseende, og at designet legger til rette for ytterligere utforskning av modellen.

Fra før av har elevene lært om oksygen i Aktivitet 6, 11 og 15 (Tabell 5). I aktivitet 6 underviste lærer om sirkulasjonssystemet. Hun snakket om at kroppen trenger oksygen og næringsstoffer. I aktivitet 11 snakket læreren og elevene i undervisningen om blod fra hjertet, oksygen og lungene. I aktivitet 15 viste læreren en figur på tavlen og diskuterte den i timen. Figuren illustrerte hvordan oksygen, karbondioksid, næringsstoffer og avfallsstoffer fraktes i kapillærer, celler og lunger. Dette tyder på at elevene bruker AR-modellen til å aktivere læringsopplegget. Det skjer en kunnskapsintegrasjon. Modellen fungerer for å integrere kunnskapen de allerede har. Elevene har lært om oksygen teoretisk først. De kan se det som ligner på et realistisk hjerte operativt og forestille seg oksygenets vei gjennom dette hjertet.

I utsnitt 6 skal elevene svare på oppgave 3 (Figur 1). Elevene ser på hjertets utside. De kan se begrepene på hjertets utside men ikke begrepene på hjertets innside. Begge elevene holder hvert sitt nettbrett stødig:

Utsnitt 6: (Videopptak av Gruppe 2)

Hvem/tale	Aktivitet
35. Elise: Så jeg tror at, de går inn der.	<i>Tom ser på skjermen til Elise.</i> <i>.</i> <i>Elise peker på lungearterien på AR-modellen.</i>
36. Tom: Mm.	<i>Tom ser på skjermen sin.</i>
37. Elise: Og så går det liksom gjennom hjertet og sånt.	<i>Elise peker rundt omkring, midt på hjertet på AR-modellen.</i>
38. Tom: Mm.	

Elise sier at blodet går inn et sted. Tom ser på skjermen til Elise. Elise peker på lungearterie på AR-modellen (35). Tom sier mm og ser på skjermen sin. Han kan se baksiden av hjertet på AR-modellen (36). Elise sier at blodet går igjennom hjertet. Hun peker rundt omkring, midt på hjertet på AR-modellen (37). Tom sier mm (38).

Elise tenker høyt. Det virker som hun kobler modellen til det tidligere læringsopplegget og igjenhenter kunnskaper om blodets vei gjennom hjertet. Tom ser på Elises skjerm for å sjekke ut hva hun snakker om. Hun peker på lungearterien på modellen for å vise Tom hvor hun mener blodet går. Tom uttrykker enighet og ser deretter tilbake på skjermen sin. Videre forslår Elise at blodet går igjennom hjertet på AR-modellen. Hun peker midt på hjertet på modellen. Tom uttrykker enighet uten å se på skjermen hennes. Det er vanskelig å si om han følger med på hva hun sier eller om han er opptatt med egne individuelle aktiviteter på skjermen.

Dette kan gi en indikasjon på at elevene samarbeider, er aktive og selvstyrte. En elev kommer med forslag og peker. Dette for å skape en felles forståelse. Det virker som den andre eleven uttrykker enighet underveis i dialogen, og ser på skjermen til Elise for å følge med. Til tider ser han på sin egen skjerm samtidig som Elise kommer med forslag. Det er vanskelig å si om han følger med. Videre kan det virke som elevene engasjerer seg for deres interaksjoner med det estetiske utseende, og at designet legger til rette for ytterligere utforskning av modellen.

Fra før av har elevene lært om blodets vei gjennom hjertet i Aktivitet 2 (Tabell 3). Elevene fikk en tegning av hjertet, og i den forbindelse lærte de om hvor på hjertet blodet gikk inn og ut.

Dette gir en indikasjon på at elevene bruker AR-modellen til å aktivere læringsopplegget. Det skjer en kunnskapsintegrasjon. Modellen fungerer for å integrere kunnskapen de allerede har. Elevene har lært om blodets vei gjennom hjertet teoretisk først. De kan se det som ligner på et realistisk hjerte operativt og forestille seg blodets vei gjennom dette hjertet.

I utsnitt 7 svarer elevene i gruppe 2 fremdeles på oppgave 3. Elevene holder hvert sitt nettbrett stødig:

Utsnitt 7: (Videopptak av Gruppe 2)

Hvem/tale	Aktivitet
39. Tom: Jeg tror kanskje blodet blir lagret, i den svære. (.) Litt hvite.	<i>Tom vrir litt på modellen, peker på venstre forkammer, og peker i en sirkel omkring dette området.</i>
40. Elise: Ja, og så går det opp.	<i>Tom vrir på modellen og kan se hjertets bakside. Han zoomer inn og ut.</i>
41. Elise: Så de som går, liksom. Ta den ned.	<i>Elise ser på Tom.</i> <i>Elise tar på Toms skulder.</i> <i>Tom ser på skjermen til Elise.</i>
42. Elise: De som ser ut som en slags T, jeg tror de går til lungene.	<i>Elise ser på skjermen sin. Hun peker på lungearterien på AR-modellen.</i>
43. Tom: Mm.	<i>Tom ser tilbake på skjermen sin.</i>
44. Elise: Og de tre andre går til kroppen. De som er på toppen der.	<i>Elise peker på aorta på AR-modellen.</i> <i>Tom zoomer inn og ut av AR-modellen.</i>
45. Tom: Mm.	

Tom sier at han tror blodet blir lagret et sted og beskriver dette stedet. Han vrir litt på modellen, peker på venstre forkammer og peker i en sirkel omkring dette området (39). Elise sier ja. Deretter sier hun at blodet går opp. Tom vrir på modellen og kan se hjertets bakside. Han zoomer inn og ut. Elise ser på Tom (40). Elise sier at blodet går. Deretter ber hun Tom om å ta ned nettbrettet. Elise tar på Toms skulder. Tom ser på skjermen til Elise (41). Elise ser på skjermen sin. Hun beskriver noe inni hjertet og sier at hun tror blodet går derfra og ut til lungene. Hun peker på lungearterien på AR-modellen. Tom ser tilbake på skjermen sin (42). Han sier mm og zoomer inn og ut av AR-modellen (43). Elise beskriver noe hun ser på AR-modellen og sier at blodet går derfra og ut til kroppen. Hun beskriver det igjen og peker på aorta på AR-modellen (44). Tom sier mm (45).

Tom foreslår at blodet blir lagret et sted på modellen. Han undersøker ytterligere og vrir på modellen. Deretter peker han på dette stedet. Det virker som han kobler modellen til det tidligere læringsopplegget og igjen henter kunnskaper om blodets vei gjennom hjertet. Elise uttrykker enighet uten å spille videre på hans utsagn. Hun tenker videre høyt om blodets vei igjennom hjertet. Tom utforsker sin egen modell uten å se på Elise eller hennes skjerm. Elise ser på Tom og legger merke til at han ikke følger med. Hun fortsetter å tenke høyt uten at Tom gir henne oppmerksomhet. Deretter ber Elise Tom om å ta ned skjermen. Hun tar på Tom sin skulder for å få hans oppmerksomhet. Tom ser på Elise sin skjerm og følger med. Elise ser tilbake på skjermen sin. Videre beskriver Elise et sted på modellen og foreslår at blodet går derfra og ut til lungene. Det kan virke som hun kobler modellen med det tidligere læringsopplegget. Hun peker på dette stedet på AR-modellen for å vise Tom hvor hun tror blodet går videre fra hjertet og ut til lungene. Deretter ser Tom på sin egen skjerm. Han uttrykker enighet med Elise og starter å utforske sin egen AR-modell. Elise foreslår videre hvor hjertet går uten at Tom ser på henne eller hennes skjerm. Tom fortsetter å utforske sin egen AR-modell. Det er vanskelig å si om han følger med på hva Elise sier samtidig som han utforsker. Elise beskriver et sted på modellen og foreslår at blodet går derfra og ut til kroppen. Det kan virke som hun kobler modellen med det tidligere læringsopplegget. Videre beskriver hun stedet på modellen og peker på det, for å vise Tom hvor hun mener blodet går videre. Tom uttrykker enighet, samtidig som han utforsker modellen på sin egen skjerm. Det er vanskelig å vite om han følger med eller om han er opptatt med sine egne parallelle aktiviteter.

Dette kan gi en indikasjon på at elevene samarbeider, er aktive og selvstyrte. En elev kommer med flere forslag og peker. Den andre eleven kommer også med et forslag og peker. Det virker som den andre eleven uttrykker enighet underveis i dialogen, og ser på skjermen til den andre eleven for å følge med. Til tider ser Tom på sin egen skjerm samtidig som Elise kommer med forslag. Det er vanskelig å si om han følger med. Videre kan det virke som elevene engasjerer seg for deres interaksjoner med det estetiske utseende, og at designet legger til rette for ytterligere utforskning av modellen.

Fra før av har elevene lært om det lille- og det store kretsløpet i Aktivitet 9 og Aktivitet 12 (Tabell 5). I aktivitet 9 tegnet lærer det lille kretsløpet på en menneskeskikkelse på sitt nettbrett. Elevene kunne se tegningen på tavlen. Lærer tegnet to lunger, hjertet og hvilken vei blodet gikk gjennom disse organene. I aktivitet 12 tegnet lærer det store kretsløpet. Hun tegnet hjertet, blodets vei gjennom hjertet og ut til hele kroppen. Blodet gikk opp til hodet og

ned til bena på menneskeskikkelsen hun tegnet på. Videre diskuterte lærer og elevene tegningen.

Dette gir en indikasjon på at elevene bruker AR-modellen til å aktivere læringsopplegget. Det skjer en kunnskapsintegrasjon. Modellen fungerer for å integrere kunnskapen de allerede har. Elevene har lært om det lille- og det store kretsløpet teoretisk først. På modellen kan de se hjertet operativt og knytte det til andre naturfaglige konsepter.

I intervjuet snakket underviser om at hun likte å ha oppgavene ved siden av teknologien på et oppgaveark hun hadde laget selv. Dette fordi hun vet hva elevene har lært fra før. Hun sa det slik; *«Nå er det jo jeg som lager oppgavene, etter hva jeg vet hva disse elevene har lært.»* Og; *«Jeg liker egentlig best å ha oppgavene ved siden av.»* For eksempel i utsnitt 4 og 7 virker det som elevene gjenkaller informasjon fra læringsopplegget. Dette gir en indikasjon på at det kan være nyttig for lærere å ha spørsmålsark basert på hva elevene tidligere har lært om.

Lærer fortalte at hun ville ha litt utfordring i oppgavene, at elevene skulle gruble litt og lete. Hun sa det slik; *«Jeg ønsket at de skulle gruble, at de måtte lete da.»* Videre sa lærer at læringen skjer i det elevene ikke får det til. Hun sa det slik; *«Og her tenker jeg også at læringen skjer i det de ikke får det til.»*

For eksempel i utsnitt 4 spør Celeste *«Men det er ingen hull i modellen av noen slag. Så hvordan kommer blodet ut der?»* Celeste peker på veggen mellom høyre hjertekammer og aorta på AR-modellen. Det tyder på at Celeste er usikker på hvor blodet går videre. Lena sier *«Der går det inn, og så pumpes det ut»*. Hun peker på høyre forkammer, så på høyre hjertekammer og så på aorta på AR-modellen. Det virker som Lena viser Celeste hennes ide, ved å peke fra sted til sted på AR-modellen. Deretter sier Celeste *«Åja»*, og det virker som hun forstår det. I den forbindelse må elevene lete litt på modellen og gruble for å finne det riktige svaret.

Et annet eksempel er i utsnitt 4. Lena sier *«Og så går det ut»*. Hun flytter på boken og modellen vris på. Deretter sier hun *«Den går inn»* og peker på høyre hjertekammer på AR-modellen. Dette kan gi en indikasjon på at Lena leter etter noe. Hun vrir på modellen for å se modellen fra en annen vinkel. Deretter finner hun det hun leter etter og peker på det. I den forbindelse måtte hun lete litt på AR-modellen for å finne svaret. Samtidig virker det som hun peker på det hun finner på AR-modellen for å vise Celeste sin ide om hvor blodet går videre.

I intervjuet snakket læreren om at elevene anvendte sine tidligere kunnskaper i deres arbeid med AR. Elevene hadde masse ord og forståelse som de hadde tilegnet seg i løpet av læringsopplegget. Ved hjelp av AR kunne de endelig få brukt deres kunnskaper. Lærer beskrev det som en slags muntlig eksamen. Hun sa det slik;

Lærer Og kunne anvende det. Og da tenker jeg sånn, ikke som en eksamen, fordi det er ingen prøve, men at hvis de, jeg ser liksom for meg at det er en åpen muntlig eksamen da, hvor de har masse ord, masse forståelse, og så kan de endelig få brukt det.

For eksempel i videoutsnitt 4 og 7 kan det virke som elevene anvender et begrep og naturfaglig konsepter fra tidligere læringsforløp. I den forbindelse har de ord og forståelse som de kan få brukt ved hjelp av AR.

Videre sa lærer at elevene var aktive i en slik type økt. Det er ikke lærer som holder showet. Elevene jobber, og hun går rundt der elevene har behov for henne. Hun sa det slik;

Lærer Og så er jo elevene veldig aktive, i en sånn type økt. Det gjør jo at det er ikke meg som står og holder et show, de jobber. Jeg kan gå rundt og være der jeg trenger å være.

For eksempel i videoutsnitt 4 kan det tyde på at elevene er aktive og selvstyrte. Det virker som Lena foreslår hvor blodet går videre, Celeste henger seg på og stiller spørsmål. Videre svarer Lena på Celeste sine spørsmål ved å henvende seg til modellen. På den måten hjelper hun henne å forstå.

6.5. Kriterium 4 - Uttrykk for oppdagelse av sammenhenger i åpne spørsmål

I videoutsnittet nedenfor skal gruppe 1 starte på oppgave 7: Kongen har operert inn en ny hjerteklaff. Hvordan gjøres en sånn operasjon? Tenk igjennom. a) Hva kan gå galt? En elev leser oppgaven høy og elevene starter å løse oppgaven. Begge ser på AR-modellen uten at oppgaven krever det og ser på modellen av hjertets innside. Begge holder nettbrettene stødig:

Utsnitt 8: (Opptak av gruppe 2)

Hvem/Tale	Aktivitet
46. Elise: Det som kan gå galt, er at man kan selvfølgelig, noe kan gå galt, så.	<i>Tom ser på hjertets innside på AR-modellen. Han zoomer ut og inn.</i> <i>Elise flytter på boken og modellen vris på. Elise ser på hjertets innside.</i>
47. Tom: Noe kan gå galt, med at man kanskje klipper feil tråd.	<i>Tom zoomer ut og vrir på modellen. Han ser på hjertets bakside. Videre zoomer han inn og ut.</i>
48. Elise: Ja. Eller, liksom, gjør noe med hjertet, fordi hjertet er jo, så å si, det viktigste organet vi har.	<i>Tom vrir på modellen og ser på hjertets forside. Han vrir på modellen igjen og ser på hjertets høyre side. Videre zoomer han inn.</i>
49. Tom: Mm.	
50. Elise: Det er liksom det som holder oss i livet. Så det er liksom, litt sånn skummelt å operere inn og sånt.	

Elise sier at noe kan gå galt. Tom ser på hjertets innside på AR-modellen. Han zoomer ut og inn. Elise flytter på boken og modellen vris på. Elise ser på hjertets innside (46). Tom sier at det som kan gå galt er at kirurgene kanskje kan klippe feil tråd. Tom zoomer ut og vrir på modellen. Han ser på hjertets bakside. Videre zoomer han inn og ut (47). Elise sier ja. Deretter sier hun at kirurgene kan gjøre noe med hjertet, fordi det er det viktigste organet vi har. Tom vrir på modellen og ser på hjertets forside. Han vrir på modellen igjen og ser på hjertets høyre side. Videre zoomer han inn i AR-modellen (48). Tom sier mm (49). Elise sier at hjertet er det som holder oss i livet og at det derfor er skummelt å operere i det (50).

Elise tenker høyt. Elise og Tom utforsker modellen på hver sin skjerm. Tom tar utgangspunkt i modellens estetiske design og foreslår at legene kan klippe feil tråd. Elise ser på sin egen skjerm samtidig som Tom prater. Videre utforsker Tom sin egen modell. Elise uttrykker enighet. Det er vanskelig å vite om hun fikk med seg Tom sitt forslag. Dette fordi hun ser på sin egen skjerm og spiller ikke videre på hans ideer. Videre foreslår Elise at kirurgene kan

gjøre noe med hjertet og at hjertet er det viktigste organet. Det virke som hun igjenhenter kunnskap fra et tidligere læringsforløp. Tom utforsker sin egen modell samtidig som Elise kommer med forslag, og uttrykker enighet. Elise forteller at hjertet holder oss i livet og at det er derfor skummelt å operere i det.

Dette kan gi en indikasjon på at elevene samarbeider, er aktive og selvstyrte. De kommer med forslag, beskriver det de ser, er undersøkende, tar utgangspunkt i det estetiske designet i deres besvarelser, forestiller seg *hva hvis* situasjoner, leter og uttrykker enighet. Dette for å skape en felles forståelse. Det kan virke som de baserer seg mer på sine egne teorier uten å spille videre på hverandre forslag. Elevene ser også på sin egen skjerm uten å se på hverandres skjermer i deres læringsdialoger. Det er vanskelig å vite om de følger med på hverandre forslag. På en annen side uttrykker de enighet underveis. Videre kan det virke som elevene engasjerer seg for deres interaksjoner med det estetiske utseende, og at designet legger til rette for ytterligere utforskning av modellen.

Fra før av har elevene lært om hjertet i alle aktivitetene i Tabell 3 og Tabell 4. For eksempel i aktivitet 3 i tabell 4 leste elevene en tekst om hjertet og i aktivitet 4 så de en film om kongen som skulle operere en hjerteklaff.

Dette gir en indikasjon på at elevene bruker AR-modellen til å aktivere læringsopplegget. Det skjer en kunnskapsintegrasjon. Modellen fungerer for å integrere kunnskapen de allerede har. Elevene har lært om hjertet som organ teoretisk først og de kan se det som ligner på et realistisk hjerte operativt.

I utsnittet nedenfor er gruppe 2 fortsatt på oppgave 7. Hver elev ser på hver sitt nettbrett og holder det stødig:

Utsnitt 9: (Opptak av gruppe 2)

Hvem/Tale	Aktivitet
51. Elise: Men, oppgave b. Hvor bør legene åpne hjertet? Vi vet ikke helt hvilken hjerteklaff han skulle operere, da.	<i>Tom reiser seg og løfter nettbrett rett over boksiden. Han se på hjertet ovenfra, og får en god oversikt over blodårene øverst på modellen.</i>
52. Tom: Tror kanskje han burde, men ikke den store i hvert fall, fordi der fraktes mesteparten av blodet rundt.	<i>Elise ser på skjermen sin.</i>
53. Elise: Ja, de burde kanskje.	

54. Tom: Oi, nå kan man se igjennom.

Tom beveger seg rundt boksiden. Han utforsker hjertets øvre del og blodårene fra en annen vinkel.

Elise leser oppgave b og spør om hvor legene bør åpne hjertet. Deretter sier hun at de ikke vet hvilken hjerteklaff kongen skal operere. Elise ser på skjermen sin. Tom beveger seg rundt boksiden. Han utforsker hjertets øvre del og blodårene fra en annen vinkel. Elise ser på skjermen sin (51). Tom sier at legene i hvert fall ikke burde åpne i den store, fordi der fraktes mesteparten av blodet rundt. Tom beveger seg rundt boksiden. Han utforsker hjertets øvre del og blodårene fra en annen vinkel (52). Elise sier at legene burde (53). Tom sier oi. Deretter sier han at man kan se igjennom noe på AR-modellen (54).

Elise leser spørsmålet på oppgavearket. Hun sier at de ikke vet hvilken hjerteklaff kongen skal operere på hjertemodellen. Videre sitter de på hver sin skjerm og utforsker modellene sine nærmere. Det kan virke som Tom kobler modellen til det tidligere læringsopplegget. Han foreslår at kirurgene ikke bør kutte i den store, fordi der fraktes mesteparten av blodet rundt. Elise uttrykker enighet uten å se på Tom eller skjermen hans. Det er vanskelig å vite om hun fikk med seg det han sa. Det kan være at hun forsto det basert på hans beskrivelser av modellens estetiske utseende. Videre tenker Elise høyt. Tom oppdager noe annet på modellen og bytter tema.

Dette kan gi en indikasjon på at elevene samarbeider, er aktive og selvstyrte. De kommer med forslag, beskriver det de ser, er undersøkende, tar utgangspunkt i det estetiske designet i deres besvarelser, kobler det estetiske designet til læringsopplegget, forestiller seg *hva hvis* situasjoner, forklarer, leter og uttrykker enighet. Dette for å skape en felles forståelse. Elevene ser også på sin egen skjerm uten å se på hverandres skjermer i deres læringsdialoger. Det er vanskelig å vite om de følger med på hverandre forslag. På en annen side uttrykker de enighet underveis. Det kan være at Elise forstår det Tom snakker om basert på hans beskrivelser av hva han ser på modellen. Videre kan det virke som elevene engasjerer seg for deres interaksjoner med det estetiske utseende, og at designet legger til rette for ytterligere utforskning av modellen.

Fra før av har elevene lært om det lille- og det store kretsløpet i Aktivitet 9 og Aktivitet 12 (Tabell 5). I aktivitet 9 tegnet lærer det lille kretsløpet på en menneskeskikkelse på sitt nettbrett. Elevene kunne se tegningen på tavlen. Lærer tegnet to lunger, hjertet og hvilken vei blodet gikk gjennom disse organene. I aktivitet 12 tegnet lærer det store kretsløpet. Hun

tegnet hjertet, blodets vei gjennom hjertet og ut til hele kroppen. Blodet gikk opp til hodet og ned til bena på menneskeskikkelsen hun tegnet på. Videre diskuterte lærer og elevene tegningen. Videre har elevene fra før av lært om blodets vei gjennom hjertet i Aktivitet 2 (Tabell 3). Elevene fikk en tegning av hjertet og i den forbindelse lærte de om hvor på hjertet blodet gikk inn og ut. Dette gir en indikasjon på at elevene bruker AR-modellen til å aktivere læringsopplegget.

Dette gir en indikasjon på at elevene bruker AR-modellen til å aktivere læringsopplegget. Det skjer en kunnskapsintegrasjon. Modellen fungerer for å integrere kunnskapen de allerede har. Elevene har lært om blodets vei gjennom hjertet, det lille- og det store kretsløpet teoretisk først. Her lærte de om at det fraktes mye blod gjennom hjertet og til andre steder i kroppen. På modellen kan de se hjertet operativt og elevene kan knytte modellen til andre naturfaglige konsepter.

I utsnittet nedenfor er gruppe 2 fortsatt på oppgave 7. Hver elev ser på hver sitt nettbrett og holder det stødig:

Utsnitt 10: (Opptak av gruppe 2)

Hvem/Tale	Aktivitet
<p>55. Elise: De burde kanskje gå inn i et av de rørene da.</p> <p>56. Tom: Kanskje inn i den T-en.</p> <p>57. Elise: Ja, men det er jo der luft går ut til lungene.</p> <p>58. Tom: Å ↑, hvis de skal operere hjerteklaff.</p> <p>59. Tom: Da bør de.</p> <p>60. Elise: Da bør de kanskje gå i et av de rørene som møter på hjerteklaffen, da.</p> <p>61. Tom: Gå inn den der.</p>	<p><i>Han zoomer inn i hjertets innside.</i></p> <p><i>Tom peker på aorta på AR-modellen.</i></p>

<p>62: Elise: Det tror jeg sikkert. Og så oppgave C, da.</p>	<p><i>Elise lener seg mot Tom, ser på skjermen hans, setter seg tilbake og ser på skjermen sin.</i></p> <p><i>Elise ser på oppgavearket og lener seg mot det.</i></p>
---------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Elise sier de burde kanskje gå inn i et av de rørene da (55). Tom sier kanskje inn i den T-en (56). Elise sier ja. Deretter sier hun at det er der luften går ut til lungene (57). Tom sier engasjert at hvis legene skal operere en hjerteklaff. Han zoomer inn i hjertets innside (58). Tom sier da bør de (59). Elise sier da bør de kanskje gå i et av de rørene som møter på hjerteklaffen (60). Tom sier gå inn der og peker på aorta på AR-modellen (61). Elise lener seg mot Tom, ser på skjermen hans, setter seg tilbake og ser på skjermen sin. Hun sier at hun sikkert tror det. Deretter sier hun oppgave c. Elise ser på oppgavearket og lener seg mot det (62).

Elise foreslår at kirurgene kan gå inn i et av rørene på modellen. Hun beskriver hva hun ser på modellen og Tom får det med seg, selv om elevene sitter på hver sin skjerm. Tom spiller videre på Elise sitt utsagn og foreslår at kirurgene kan gå inn i den som ligner på en stor T på modellen. Elise uttrykker enighet. Videre virker det som hun kobler modellen til det tidligere læringsforløpet. Hun uttrykker en bekymring om at kirurgene kan gå inn på det stedet de foreslo, fordi der går det luft ut til lungene. I den forbindelse er hun kritisk til deres forslag. Tom tenker høyt. Han engasjerer seg for å forestille seg *hva hvis* situasjoner. Videre studerer han hjertet nærmere. Elise kommer med et nytt forslag om at de kanskje bør gå inn i et av de rørene som møter på hjerteklaffen. Tom spiller videre på Elise sitt forslag, og foreslår hvilket rør de burde gå inn i. Han peker på aorta. For å få med seg Tom sitt forslag sjekker Elise ut hans skjerm. Deretter ser hun på sin egen skjerm. Hun uttrykker enighet og leser neste spørsmål på oppgavearket.

Dette kan gi en indikasjon på at elevene samarbeider, er aktive og selvstyrte. De kommer med forslag, beskriver det de ser på modellen, engasjerer seg i samarbeidet, er undersøkende, tar utgangspunkt i det estetiske designet i deres besvarelser, kobler det estetiske designet til læringsopplegget, forestiller seg *hva hvis* situasjoner, engasjerer seg i å forestille seg *hva hvis* situasjoner, forklarer, forhandler, hjelper hverandre, spiller videre på hverandres utsagn, er kritiske, peker, leter, sjekker ut hverandres skjerm en gang og uttrykker enighet. Dette for å skape en felles forståelse. Det virker som de samarbeider effektivt i deres læringsdialoger selv

om de sitter på hver sin skjerm. Videre kan det virke som elevene engasjerer seg for deres interaksjoner med det estetiske utseende, og at designet legger til rette for ytterligere utforskning av modellen.

Fra før av har elevene lært om det lille kretsløpet i Aktivitet 9 (Tabell 5). I aktivitet 9 tegnet lærer det lille kretsløpet på en menneskeskikkelse på sitt nettbrett. Elevene kunne se tegningen på tavlen. Lærer tegnet to lunger, hjertet og hvilken vei blodet gikk gjennom disse organene. Videre har de lært om oksygen i Aktivitet 6, 11 og 15 (Tabell 5). I aktivitet 6 underviste lærer om sirkulasjonssystemet. Hun snakket om at kroppen trenger oksygen og næringsstoffer. I aktivitet 11 snakket læreren og elevene i undervisningen om blod fra hjertet, oksygen og lungene. I aktivitet 15 viste læreren en figur på tavlen og diskuterte den i timen. Figuren viste hvordan oksygen, karbondioksid, næringsstoffer og avfallsstoffer fraktes i kapillærer, celler og lunger. De har også lært om hjerteklaffer i Aktivitet 4 (Tabell 4). Elevene så en film om kongen som skulle operere hjerteklaffen.

Dette gir en indikasjon på at elevene bruker AR-modellen til å aktivere læringsopplegget. Det skjer en kunnskapsintegrasjon. Modellen fungerer for å integrere kunnskapen de allerede har. Elevene har lært om hjerteklaffer, oksygen og det lille kretsløpet teoretisk først. På modellen kan de se hjertet operativt og elevene kan knytte modellens estetiske design til andre naturfaglige begreper og konsepter.

I videoutsnittet nedenfor skal gruppe 1 starte på oppgave 7: Kongen har operert inn en ny hjerteklaff. Hvordan gjøres en sånn operasjon? Tenk igjennom. c) Hva må legene passe på mens de opererer? En elev leser oppgaven høyt. Elevene starter å diskutere. Celeste tar fram nettbrettet, åpner appen, skanner boksiden og får opp AR-modellen på skjermen uten at oppgaven krever det. Celeste holder nettbrettet stødig, Lena ser på skjermen hennes og litt ut i samtalen sier elevene følgende:

Utsnitt 11: (Opptak av gruppe 1)

Hvem/Tale	Aktivitet
63. Celeste: La oss si at den hjerteklaffen ikke funker, ikke sant.	<i>Celeste peker på venstre tråd hjerteklaff på AR-modellen.</i>
64. Lena: Mm.	
65. Celeste: At det var den kongen måtte operere. (.) Da (.). Fordi hvis den ikke	

<p>funker. Da tror jeg han er så godt som død. Muligens.</p>	
<p>66. Celeste: Men hvis en ikke funker, da har han mange pusteproblemer, ikke sant.</p>	<p><i>Celeste peker på nebbherteklaffen på AR-modellen.</i></p>
<p>67. Lena: Mm.</p>	

Celeste sier at de skal forestille seg at en hjerteklaff ikke funker. Deretter sier hun ikke sant og peker på venstre trådherteklaff på AR-modellen (63). Lena sier mm (64). Celeste sier at hvis det er den hjerteklaffen kongen må operere. Deretter sier hun hvis den ikke funker, da er kongen så godt som død, muligens (65). Celeste sier hvis en annen hjerteklaff ikke fungerer, da har kongen mange pusteproblemer. Deretter sier hun ikke sant og peker på nebbherteklaffen på AR-modellen (66). Lena sier mm (67).

Celeste foreslår at de skal forestille seg at en hjerteklaff ikke fungerer og peker på trådherteklaffen på modellen for å vise Lena hvilken hjerteklaff hun snakker om. Hun søker bekræftelse hos Lena og Lena uttrykker enighet. Samtidig ser Lena på skjermen og det kan virke som hun følger med på Celeste sine forslag. Det kan virke som Celeste igjen henter kunnskap fra det tidligere læringsopplegget om oksygen i kroppen. Celeste foreslår videre at hvis ikke trådherteklaffen hun pekte på ikke fungerer, da vil kongen muligens dø. Videre foreslår Celeste at hvis en annen ikke fungerer vil kongen ha mange pusteproblemer, og peker på nebbherteklaffen på modellen for å vise Lena hvilken klaff hun snakker om. Hun søker bekræftelse hos Lena og Lena uttrykker enighet. Lena ser samtidig på skjermen og det kan virke som hun følger med på Celeste sine forslag.

Dette kan gi en indikasjon på at elevene samarbeider, er aktive og selvstyrte. En elev kommer med forslag, forestiller seg *hva hvis* situasjoner, peker, er undersøkende, kobler det estetiske designet til læringsopplegget, søker bekræftelse hos den andre eleven og forklarer. Dette for å skape en felles forståelse. Den andre eleven uttrykker enighet underveis selv om hun ikke sier så mye. Hun ser på den samme skjermen samtidig som den andre eleven prater, og det kan virke som hun følger med. Videre kan det virke som elevene engasjerer seg for deres interaksjoner med det estetiske utseende, og at designet legger til rette for ytterligere utforskning av modellen.

Fra før av har elevene lært om oksygen i Aktivitet 6, 11 og 15 (Tabell 5). I aktivitet 6 underviste lærer om sirkulasjonssystemet. Hun snakket om at kroppen trenger oksygen og næringsstoffer. I aktivitet 11 snakket læreren og elevene i undervisningen om blod fra hjertet, oksygen og lungene. I aktivitet 15 viste læreren en figur på tavlen og diskuterte den i timen. Figuren viste hvordan oksygen, karbondioksid, næringsstoffer og avfallsstoffer fraktes i kapillærer, celler og lunger.

Dette tyder på at elevene bruker AR-modellen til å aktivere læringsopplegget. Det skjer en kunnskapsintegrasjon. Modellen fungerer for å integrere kunnskapen de allerede har. Elevene har lært om oksygen teoretisk først. De kan se det som ligner på et realistisk hjerte operativt. Videre kan de forestille seg hva som kan skje med oksygenet i kroppen hvis hjerteklaffer ikke fungerer.

I videoutsnittet nedenfor er gruppe 1 på oppgave 7 b) Hvor bør legene åpne? (Figur 1). En elev leser oppgaven høyt. Celeste holder nettbrettet stødig, Lena ser på skjermen hennes og elevene starter å svare på oppgaven:

Utsnitt 12: (Opptak av gruppe 1)

Hvem/Tale	Aktivitet
68. Lena: Hvis han skal operere på den.	<i>Lena peker på nebbhjerteklaffen på AR-modellen.</i>
69. Lena: Så burde han operere på den siden.	<i>Lena peker rundt området på hjertet høyre side, ved høyre forkammer og høyre hjertekammer på AR-modellen.</i>
70. Celeste: Ja, man burde. Her, så er det ikke så mye greier.	<i>Celeste peker nederst på hjertets venstre hjertekammer på AR-modellen.</i>
71. Celeste: Men det er viktig at det går opp ditt.	<i>Celeste peker fra nederste del på høyre hjertekammer, opp til venstre trådhjerteklaff på AR-modellen.</i>
72. Lena: Et hull, kanskje et lite hull (.) Sånn en liten runding på stedet.	<i>Lena peker i en sirkel på område ved venstre trådhjerteklaff.</i>

Lena sier hvis han skal operere på den. Hun peker på nebbhjerteklaffen på AR-modellen (68). Lena sier så burde han operere på den siden. Hun peker rundt området på hjertet høyre side,

ved høyre forkammer og høyre hjertekammer på AR-modellen (69). Celeste sier ja. Deretter sier hun at legene bør åpne et sted på AR-modellen, fordi der er det ikke så mye greier. Hun peker nederst på hjertets venstre hjertekammer på AR-modellen (70). Celeste sier at det er viktig at det går opp et sted på AR-modellen. Hun peker fra nederste del på høyre hjertekammer og opp til venstre trådhjerteklaff på AR-modellen (71). Lena sier legene kan lage et lite hull eller en liten runding på stedet. Hun peker i en sirkel på område ved venstre trådhjerteklaff (72).

Lena forestiller seg at kirurgene skal operere et sted på peker på nebbhjerteklaffen på modellen for å vise Celeste hvilken klaff hun snakker om. Videre foreslår hun at da burde legene operere på en bestemt side på hjertet og peker på hjertets høyre side på modellen. Celeste uttrykker enighet. Videre foreslår hun at de burde åpne der det ikke er så mye greier på modellen og peker på et sted på modellen for å vise Lena hvor. Deretter uttrykker Celeste bekymring, fordi legene må opp et sted på modellen og peker på venstre trådhjerteklaffen på modellen for å vise Lena hvilken klaff hun snakker om. Dermed Celeste kritisk til sitt forrige forslag. Lena responderer på Celeste sin bekymring og foreslår at legene kan åpne på stedet der klaffen er og peker på venstre trådhjerteklaff på modellen.

Dette kan gi en indikasjon på at elevene samarbeider, er aktive og selvstyrte. De kommer med forslag, beskriver det de ser på modellen, engasjerer seg i samarbeidet, er undersøkende, tar utgangspunkt i det estetiske designet i deres besvarelser, forestiller seg *hva hvis* situasjoner, engasjerer seg i å forestille seg *hva hvis* situasjoner, forklarer, forhandler, hjelper hverandre, spiller videre på hverandre utsagn, er kritiske, peker, bruker modellen aktivt og uttrykker enighet. Dette for å skape en felles forståelse. Det virker som de samarbeider effektivt i deres læringsdialoger. Videre kan det virke som elevene engasjerer seg for deres interaksjoner med det estetiske designet, og at designet legger til rette for ytterligere utforskning av modellen.

I videoutsnittet nedenfor er gruppe 1 fortsatt på oppgave 7. Celeste holder nettbrettet stødig. Lena ser på skjermen hennes og elevene starter å svare på oppgaven:

Utsnitt 13: (Opptak av gruppe 1)

Hvem/Tale	Aktivitet
73. Celeste: At de ikke (.) ødelegger en annen hjerteklaff, eller noe, eller noe annet.	

<p>74. Lena: Eller kutter over de lungearteriene.</p>	
<p>75. Celeste: Ja, de må ikke kutte noen av disse, tenker jeg.</p>	<p><i>Celeste peker på alle blodårene på AR-modellen.</i></p>
<p>76. Celeste: I hvert fall ikke aorta.</p>	<p><i>Celeste peker på aorta på AR-modellen.</i></p>
<p>77. Lena: Mm.</p>	

Celeste sier at legene ikke bør ødelegge en annen hjerteklaff eller noe annet (73). Lena sier eller kutter over lungearteriene (74). Celeste sier ja. Deretter sier hun at de ikke må de må kutte noen av disse og peker på alle blodårene på AR-modellen (75). Celeste sier i hvert fall ikke aorta og peker på aorta på AR-modellen (76). Lena sier mm (77).

Celeste foreslår at kirurgene ikke bør ødelegge en annen hjerteklaff eller noe annet. Det kan virke som Lena ser noe på modellen, kobler det til det tidligere læringsopplegget og deler begrepet lungearterie med Celeste. Lena spiller videre på Celeste sitt utsagn og foreslår at de ikke bør kutte over lungearteriene på modellen. Celeste uttrykker enighet og spiller videre på Lena sitt forlag. Hun foreslår at de ikke bør kutte på andre steder og peker på alle blodårene på modellen for å vise Lena hvor på modellen kirurgene ikke bør kutte. Det virker som Celeste ser noe på modellen, kobler det til det tidligere læringsopplegget og deler begrepet aorta med Lena. Celeste foreslår at kirurgene ikke bør kutte på aorta og peker på aorta på modellen for å vise Lena hvor legene ikke bør kutte. Lena uttrykker enighet.

Dette kan gi en indikasjon på at elevene samarbeider, er aktive og selvstyrte. De kommer med forslag, engasjerer seg i samarbeidet, er undersøkende, bruker modellen aktivt, bruker begreper aktivt i deres arbeid, forestiller seg *hva hvis* situasjoner, spiller videre på hverandres utsagn, peker og uttrykker enighet. Dette for å skape en felles forståelse. Det virker som de samarbeider effektivt i deres læringsdialoger. Videre kan det virke som elevene engasjerer seg for deres interaksjoner med det estetiske designet, og at designet legger til rette for ytterligere utforskning av modellen.

Fra før av har elevene lært om aorta i Aktivitet 1 (Tabell 3). Eleven i intervjuet sa at de hadde tegnet et system av blodårer på en menneskekropp. I den forbindelse lærte hun om blodåren aorta og hvordan den så ut. De lærte også om lungearterien i kapittel 5.3.2. Læreren sa at de

hadde lært om hva en lunge og en arterie var, men hun hadde ikke brukt eksplisitt begrepet lungearterie i undervisningen. Lungearterien kan også knyttes til oppgavearket i deres arbeid med AR (Figur 1). Tidligere i læringsforløpet har elevene blitt bedt om å finne lungearterien. Dette gir en indikasjon på at elevene bruker AR-modellen til å aktivere læringsopplegget. Det skjer en kunnskapsintegrasjon. Modellen fungerer for å integrere kunnskapen de allerede har. Elevene har lært om aorta, lunge og arterie teoretisk først. Her kan de se det operativt, koble modellen til det tidligere læringsopplegget, tenke seg *hva hvis* scenarioer og bruker begrepene aktivt i deres læringssamtaler.

Lærer sa i intervjuet at elevene i den siste oppgaven ville tenkt seg at de var hjertekirurger, fordi de hadde sett en film om kongen som fikk operert hjerteklaffen. I oppgaven skulle elevene tenke over hvor kirurgen bør skjære, eller hva kirurgen bør tenke på. Videre sa lærer at de mindre sterkfaglige elevene ville løst oppgaven ved å si at de må skjære der hjerteklaffen er. De sterkfaglige elevene ville sagt at de ikke kan skjære på bestemte steder inni hjertet, fordi da vil blodet renne ut, og derfor må de sette på en sperre. I den forbindelse anvender elevene kunnskapen sin, reflekterer og diskuterer, ifølge lærer. Hun sa det slik;

Lærer Den siste oppgaven de fikk om akkurat det med hjertet, så ville de jo tenke at de var hjertekirurger, fordi vi hadde sett en film, om kongen, sant, som opererer klaffen. Og da blir de bedt om å, mm, hvor bør kirurgen skjære, eller hva må kirurgen tenke på. Og dette er jo en oppgave de svake elevene løser ved 'De må skjære der hvor klaffen er, bytte klaffen, og så er det greit.' Mens de sterke kan jo si 'Vi kan jo ikke skjære her, fordi da renner jo hele blodet ut. Vi må kanskje sette på en sperre her.' Ja, og da anvender de jo kunnskapen sin, og reflekterer og diskuterer.

For eksempel i videoutsnitt 12 sier Lena «Hvis han skal operere på den» og peker på nebbherteklaffen på AR-modellen. Det kan virke som elevene forestiller seg *hva hvis* situasjoner. Ifølge læreren kan elevene forestille seg at de er kirurger.

Et annet eksempel er i utsnitt 9. Tom sier «*Tror kanskje han burde, men ikke den store i hvert fall, fordi der fraktes mesteparten av blodet rundt.*» Det kan virke som eleven må tenke på hva han ville ha gjort. Ifølge læreren kan elevene si at legene ikke bør skjære et sted, fordi da vil blodet renne ut.

Underviser sa at elevene kunne informere andre elever i gruppen om at de måtte sjekke ut noe de hadde oppdaget på AR-modellen. I den anledning kunne andre elever bli nysgjerrige og gå over for å finne ut av hva som foregikk. Læreren syntes dette var helt innenfor. Hun sa det slik;

Lærer Også syns jeg også det er viktig når vi jobber sånn, med sånne, oppgaver, selv om vi jobber to og to, så er det helt innenfor å gå over og vise, en annen gruppe, eller hvis man hører noen si ‘Oi, sjekk’, at man da strømmer til, og sier ‘Hva så du?’, ‘Hvorfor måtte du si det?’. ‘Fint.’.

Lærer sa at det skaper et godt fagmiljø. Hun sa det slik; «*Et sånt godt fagmiljø.*» For eksempel i utsnitt 10 sier Tom «*Gå inn den der*» og peker på aorta på AR-modellen. Elise lener seg mot Tom, ser på skjermen hans, setter seg tilbake og ser på skjermen sin. Elise sier «*Det tror jeg sikkert. Og så oppgave C, da.*» Det virker som Elise ser over på Tom sin skjerm, for å finne ut hva han mener idet han sier «*Gå inn den der*». Tom peker på aorta på AR-modellen, Elise ser dette og uttrykker deretter enighet. Det kan tyde på at Elise forsto hva han snakket om ved å se på skjermen hans. Ifølge lærer kan elever gå over og se på andre elevers skjermer for å sjekke hva de så eller sa om en AR-modell.

6.6. Kriterium 5 – Avrunding

I utdraget nedenfor løser gruppe 1 på den siste oppgaven på oppgavearket. De er på slutten av oppgaveøkten og det tar ikke lang tid før de blir sendt tilbake til klasserommet av lærer.

Celeste holder nettbrettet stødig og Lena ser på skjermen hennes:

Utsnitt 14: (Videopptak av Gruppe 1)

Hvem/Tale	Aktivitet
78. Celeste: Nja. Men det er fordi grisenes anatomi er veldig lik som menneskenes. (.) Det er fordi folk bruker.	<i>Celeste ser på Lena.</i>
79. Lena: Skal vi si at vi er ferdig?	<i>Lena ser på Celeste og tilbake på nettbrettet.</i>
80. Celeste: Nja.	<i>Celeste legger nettbrettet på bordet og ser på oppgavearket.</i>

Celeste sier at grisenens anatomi er veldig lik som menneskenes. Celeste ser på Lena (78). Lena spør om de er ferdige. Lena ser på Celeste og tilbake på nettbrettet (79). Celeste sier nja. Deretter legger hun nettbrettet på bordet og ser på oppgavearket (80).

Celeste tenker høyt. Lena spør Celeste om de er ferdige med alle oppgavene. Som respons til Lenas spørsmål, svarer Celeste nølende. Det kan virke som Lena syns de er ferdige med oppgavene, mens Celeste er i tvil.

6.7. Oppsummering av læringsforløp

Dette materiale viser at AR-modellen skaper interesse. Spesielt når elevene oppdager nye modeller i tidlig fase. Det skaper nok interesse til at de blir engasjerte, beskriver hva de ser og stiller spørsmål (ytring 6, 9, 13). Elevene sier at de engasjerer seg for å se realistiske modeller foran seg og noen sier det blir enklere å lære. Dette understøttes av læreren, som sier at det blir mye motivasjon når elevene får vite at de skal arbeide med AR. Lærer sier at modellene blir det lille ekstra som gjør at elevene holder ut i kjedelige temaer. Materialet viser også at elevene blir fagorienterte. Elever bruker læringsopplegget som et utgangspunkt for å bruke AR. De bruker aorta, hjerteklaffer, lungearterien og hjertekammer i deres samtaler som ikke er hverdagsbegreper (ytring 24, 52, 74, 76). Lærer forteller at hun kan gå rundt og spørre elevene hva de kalte de forskjellige delene de finner på AR-modellen. Elevene kan si begrepet og lærer kan si bra nå snakker vi fag. Materialet gir en videre indikasjon på at elevene blir aktive. Elevene peker på modellen for å vise hverandre hva de snakker om (ytring 46 til 50). De utforsker modellen ved å bevege seg rundt boksiden, flytte på boken for å se modellen fra en annen vinkel og ved å zoome inn og ut av modellen. De sjekker også ut hverandres skjermer. Dette blir understøttet av lærer, som sier at elevene er aktive og utforsker i en sånn type økt. Hun går rundt og er der hvor det er behov for henne. Materialet viser også at elevene samarbeider, kommer med forslag, forhandler, er kritiske, stiller spørsmål og hjelper hverandre (ytring 59 til 62). Samarbeid mellom elevene blir understøttet av lærer som sier at AR kan skape et godt fagmiljø, og at elever kan gå rundt og sjekke ut hverandres skjermer. Materialet viser også at elevene kan holde på med sine parallelle aktiviteter samtidig som de uttrykker enighet (ytring 51 til 54). I kirurgoppgaven blir elevene mer undersøkende (ytring 55 til 57). Det blir et skift i elevenes språk. Før måtte du finne et fasitsvar da de skulle finne blodets vei gjennom hjertet, nå må de tenke på hva de ville ha gjort. Elevene bruker naturfaglige konsepter i deres samtaler (ytring 52, 57, 66). Dette blir understøttet av lærer som sier at elevene i den siste oppgaven vil tenke at de er kirurger. De anvender kunnskapen sin,

reflekterer og diskuterer. Videre viser videomaterialet at elevene er mer aktive og samarbeidende i deres læringsdialoger i åpne spørsmål, sammenlignet med deres adferd i lukkede spørsmål.

7. Drøfting

7.1. Skaper interesse

I min studie virker det som lesing av oppgavearket vekker handlingsmønstre mot det elevene skal lære om. Den realistiske AR-modellen inviterte til videre utforskning, skapte interesse og elevene ble nysgjerrige. En elev sa det ble gøyere å jobbe. Flere elever i min studie sa de likte å se realistiske 3D-modeller foran seg og studere dem nærmere. I videomaterialet var elevene utforskende og brukte AR-modellen aktivt.

I Kamarainen et al. (2013) sin studie sa elevene at de likte 3D-anden. Lærer sa at 3D-anden skapte nysgjerrighet, spesielt stivelsesmolekylet inni andens mage. Dette molekylet kunne knyttes til vannkvaliteten. Det kan virke som elevene i både Kamarainen et al. (2013) og min studie engasjerte seg for AR-modeller i løpet av deres læringsprosesser.

I motsetning til Kamarainen et al. (2013) sin studie var elevene i min studie i større grad disponert for 3D-modeller og utforskning av 3D. I Kamarainen et al. (2013) sin studie kunne elevene se et stivelsesmolekyl inni anden. I min studie kunne elevene se flere prosesser inni hjertet og utforske dem nærmere. For eksempel undersøke klaffenes ulike bevegelser. Lærer sa at hun likte bevegelser og at det er det elevene legger merke til først. En elev sa at han likte at hjertet beveget på seg og at han kunne se hvordan det fungerte inni ting. Videomateriale viser også dette. For eksempel sa en elev at hjertet jobber første gang hun så hjertemodellen. Ergo kan 3D-modeller og bevegelser i modellen skape interesse.

I Wang et al. (2014) sin studie kunne studentene i tillegg, i motsetning til min og Kamarainen et al. (2013) sin studie, utforske parametere knyttet til 3D-kuber. Studentene fikk åpne spørsmål som vekket deres handlingsmønstre mot det de skulle lære om. De utforsket 3D-kubene i deres samarbeid. For eksempel kunne de undersøke ulike prosesser, noe elevene også kunne i min studie.

Studentene kunne videre i Wang et al. (2014) sin studie manipulere disse prosessene, noe elevene i min studie ikke kunne. De fant at studentene engasjerte seg i tolkningen av kubene og var undersøkende. Verktøyet ble en integrert del av studentenes læring. Det kunne vært interessant å undersøke om 5. klassinger engasjerer seg for tolkningsadferd i en AR-simulering. Holder de seg til tema eller blir de avledet? Samarbeider de? Her trengs det mer forskning.

I motsetning til Wang et al. (2014) og Kamarainen et al. (2013) sine studier, kunne elevene i min studie se 3D-modeller foran seg på nettbrettet. I Wang et al. (2014) og Kamarainen et al. (2013) fikk deltakerne se 3D-modellene på mobilen, mens i min studie brukte elevene nettbrettet og en større skjerm. I den forbindelse ble elevene mer disponert for 3D. Dette kan ha bidratt til mer interesse. På en annen side trengs det mer forskning for å undersøke om dette er tilfelle.

I Anders og Bakken (2010) sin studie fikk elever spørsmål og rettet seg mot det de skulle lære. Hvis interaktivitet ble for hyppig kunne elevene bli avledet fra tema. I min studie kunne elevene utforske 3D-modellen fra en annen vinkel ved å bevege nettbrettet rundt boksiden. I den forbindelse ble ikke interaktiviteten for hyppig. Det var ikke mulig for elevene å bare klikke seg videre. Samtidig gir mine funn gode indikasjoner på at elevene var aktive og holdt seg til tema, i motsetning til funn i Anders og Bakken (2010) sin studie.

I Kamarainen et al. (2013) fikk elevene triggere basert på deres aktiviteter i området og det kan virke som interaktiviteten i den forbindelse ikke ble for hyppig. Lærere i Kamarainen et al. (2013) sin studie sa at elevene var aktive i deres kommunikasjon og samhandling. Ergo kan det tyde på at teknologien ikke avledet elevene fra tema. Dette stemmer overens med mine funn.

7.2. Blir fagorientert

I min studie så vi at elevene ble fagorienterte. Spørsmålene rettet elevenes handlingsmønstre mot det de skulle lære. Underviser sa at elevene anvender sine kunnskaper. To elever sa det ble enklere å lære. Materialet viser også at elevene engasjerer seg i deres kommunikasjon og samhandling med andre og at AR blir en sosial aktivitet. De bruker modellen aktivt for å løse oppgaver.

Funn tilsier at elevene tar utgangspunkt i det tidligere læringsopplegget i deres bruk av AR. Lærer sa hun hadde utviklet et læringsopplegg i forkant. I arbeidet med AR sa lærer at elevene hadde masse ord og forståelse som de endelig kan få brukt. I Kamarainen et al. (2013) og Chiang et al. (2014b) sine studier så vi også at det var satt opp et tidligere stillas for elevene. I Wang et al. (2014) sin studie hadde studentene vært på fysikk kurs før de startet å anvende teknologien. De hadde ikke spesifikt lært om elastisk støt, noe de skulle lære om i AR-simuleringen. Materialet i min studie viser at elevene kobler AR-modellen til naturfaglige begreper og konsepter. Dette kan gi gode indikasjoner på at elevene anvender kunnskaper fra

det tidligere læringsforløp i deres arbeid med AR. Ergo har det tidligere læringsopplegget en sentral rolle i deres bruk av teknologien. Videre har Chiang et al. (2014b), Wang et al. (2014) og Kamarainen et al. (2013) sine studier ikke direkte koblet elevenes bruk av begreper i deres arbeid med AR til tidligere læringsforløp. Dette var noe jeg undersøkte i min studie.

Lærer i min studie sa hun hadde utviklet oppgaver basert på hva elevene tidligere hadde lært om. I den forbindelse kan elevene bruke deres kunnskaper fra det tidligere stillaset og jobbe innenfor deres proksimale utviklingszone. En mer kompetent elev kan hjelpe en mindre kompetent elev. Mitt materiale viser at elevene hjelper hverandre, forhandler, er kritiske og spiller videre på hverandres ideer. De engasjerer seg for problemløsning. For eksempel spurte Celeste om blodets vei videre og Lena viste henne veien.

Videre virker det om elevene får påminnelser om det tidligere stillaset i teknologien. Funn tyder på at elevene kobler AR-modellen til det tidligere læringsopplegget. I den forbindelse kan AR-modellen blir brukt som et hjelpemiddel i deres dialoger, og minne dem på det tidligere stillaset. Lærer sa også at hun prøvde å minne elevene på begreper. På den måten kan deres samtaler vitenskapliggjøres.

I Kamarainen et al. (2013) sa lærer sa at AR skaper samhandling. I den forbindelse kan elevene lære av hverandre i en sosial aktivitet, slik de også kunne i min studie. Elevene kan minne hverandre på det tidligere stillaset og jobbe innenfor deres proksimale utviklingszone. En mer kompetent elev kan hjelpe en annen mindre kompetent elev. Videre fikk elevene i Kamarainen et al. (2013) sin studie spørsmål, tilbakemeldinger og tilleggsinformasjon i teknologien. Slik informasjon fikk ikke elevene i min studie. Lærere i Kamarainen et al. (2013) sin studie sa at triggerne hjalp elevene med å forstå faginnholdet. I den forbindelse kunne triggerne minne elevene på det tidligere læringsopplegget. Elevene kunne bruke triggerne som et hjelpemiddel i deres dialoger og korrigere deres adferd.

Utforskning av dammiljøet i Kamarainen et al. (2013) og Chiang et al. (2014b) sine studier kan minne elevene på det tidligere læringsopplegget. I min studie kunne ikke elevenes omgivelser bli brukt på tilsvarende måte. Elevene i min studie satt i et grupperom og hadde ikke tilgang på virkelige omgivelser tilknyttet faginnholdet. På en annen side viser mine funn at det er mulig å anvende AR i elevers læringsprosesser inne på skolen. Funn tilsier at elevene bruker et vitenskapelig språk, samarbeider og engasjerer seg for problemløsning (58). Dette kan bety at det er mulig å bruke AR innendørs i elevers læringsarbeid.

I min studie ble elevenes interaksjoner med hverandre og teknologien registrert. Deres samtaler og handlinger ble analysert. Funn tilsier at elevene anvender naturfaglige konsepter og begreper i deres dialoger som kan kobles til tidligere læringsforløp. Elevene bruker et vitenskapelig språk fremfor et hverdagslig. For eksempel anvendte Celeste aorta i hennes samtale med Lena. På en annen side har jeg ikke undersøkt om AR faktisk bidrar til økt læringsforståelse av det faglige innholdet.

I Kamarainen et al. (2013) og Chiang et al. (2014b) sine studier ble ikke elevenes samtaler og interaksjoner registret. For å måle elevenes læringsprestasjoner ble det utført en pre- og posttest før og etter bruk av AR. Kamarainen et al. (2013) fant at elevene fikk en økt forståelse av naturfaglige begreper og konsepter, og Chiang et al. (2014b) fant at AR forbedret elevenes læringsprestasjoner.

I min studie registrerte jeg elevenes ytringer og handlinger ved hjelp av video- og lydopptak, mens i Chiang et al. (2014a) sin studie ble elevenes logger i teknologien analysert. I den forbindelse kunne forfatterne analysere elevenes samtaler i verktøyet. Det tyder på at teknologien i Chiang et al. (2014a) sin studie igangsatte elevers handlingsmønstre mot det de skulle lære om. Elevene engasjerte seg for å diskutere det faglige innholdet med jevnaldrende. Dette gir mine funn også gode indikasjoner på. På en annen side kunne elevene i Chiang et al. (2014a) sin studie bli minnet på det tidligere læringsopplegget fra hele klassen. For eksempel kunne elevene dele observasjoner, skrive innlegg, stille spørsmål og danne chatrom i teknologien. I min og Kamarainen et al. (2013) sin studie jobbet elever i mindre grupper. Elevene kunne ikke få tilbakemeldinger fra andre elever i teknologien, slik de kunne i Chiang et al. (2014a) sin studie. Funn viser også at elevene i Chiang et al. (2014a) sin studie fikk flere perspektiver på et tema.

Chiang et al. (2014a) fant at elevene deltok i diskusjoner og samarbeidet. Elevene stilte hverandre spørsmål, var kritiske til hverandre innlegg og dannet chatrom for å diskutere det faglige innholdet. I den anledning kan elevene ha jobbet innenfor deres proksimale utviklingszone og minnet hverandre på det tidligere læringsopplegget. Elevene avklarte også begreper og konsepter i teknologien. I den forbindelse brukte elevene et vitenskapelig språk, fremfor et hverdagslig. Dette er også noe mine funn gir gode indikasjoner på. I min studie prøvde elevene å avklare naturfaglig konsepter i deres samtaler. For eksempel blodets vei gjennom hjertet. Mine funn tyder også på at elevene var kritiske, stilte hverandre spørsmål, diskuterte og anvendte begreper i deres samtaler. For eksempel var Celeste usikker på blodets vei videre gjennom hjertet. Lena forklarte henne dette ved å peke fra sted til sted på AR-

modellen. I den forbindelse ble teknologien i både min og Chiang et al. (2014a) sin studie brukt som et hjelpemiddel i elevenes bruk og samarbeid, på linje med språket, for å forstå det faglige innholdet.

I Kamarainen et al. (2013) ble ikke samtaler eller handlinger registrert. I Chiang et al. (2014a) sin studie ble elevenes samtaler registrert i logger, men ikke deres handlinger. I min studie ble både elevenes samtaler og handlinger registrert og analysert. For eksempel fant jeg at elevene brukte peking som en kommunikasjonsform i deres samarbeid. Slike interaksjoner ble ikke undersøkt i Chiang et al. (2014a) og Kamarainen et al. (2013) sine studier. På en annen side undersøkte Chiang et al. (2014a) andre type handlinger, slik som å åpne et chatrom og starte faglige diskusjoner med andre elever. En annen forskjell fra min studie var at elevene i Chiang et al. (2014a) sin studie ble oppmuntret til å sammenligne hverandres innlegg av en instruktør. Dette ble ikke elevene i min studie oppmuntret til.

Videre må eleven tolke meningsholdet og koblingene riktig for å lære av det (Ainsworth, 2006; Rau, 2017). Dette kommer nødvendigvis ikke av seg selv. Videomaterialet i min studie viser at en elev var i tvil om de hadde løst alle oppgavene på slutten av oppgaveøkten (ytring 78 til 80). Denne eleven kan ha behov for videre veiledning fra en mer kunnskapsrik annen, for eksempel en lærer eller andre elever. Her trengs det mer forskning på området om hvordan disse elevene kan bli støttet underveis i læringsprosessen. Materialet mitt gir gode indikasjoner på at elevene bruker vitenskapelige begreper i deres samtaler. På en annen side har jeg ikke noe videomateriale som viser hvordan veiledning fra lærer foregår i praksis, og hvordan lærer gir veiledning når elever er i tvil. Her trengs det mer forskning. For eksempel argumenterer Ibáñez og Delgado-Kloos (2018) for å finne effektive stillasmekanismer for elever som har læringsproblemer knyttet til den autonome og selvstendige utforskningen av faginnholdet.

7.3. Aktivitet

I min, Chiang et al. (2014a) og Wang et al. (2014) sine studier så vi at deltakerne engasjerer seg for problemløsning. Oppgavene retter elevene mot det de skal lære om. Elevene løser oppgavene i kommunikasjon og samhandling med hverandre og teknologien. Designet inviterer elevene til videre utforskning. I Chiang et al. (2014a) og Wang et al. (2014) sine studier undersøkte forfatterne læringsdialoger mellom deltakerne, og kategoriserte dem inn i ulike variabler. For eksempel var tolkning en variabel Wang et al. (2014) anvendte. De undersøkte deretter variablenes sekvensielle rekkefølge. I min studie registrerte jeg elevenes

læringsamtaler og handlinger, men jeg kategoriserte ikke elevenes samtaler inn i ulike variabler.

I Chiang et al. (2014a), Wang et al. (2014) og min studie ble det undersøkt hvordan samarbeidet og språket endret seg underveis. For eksempel undersøkte jeg hvordan elevenes språk og samarbeid endret seg basert på oppgavene de fikk over tid. Chiang et al. (2014a) og Wang et al. (2014) undersøkte hvordan elevenes samarbeid endret seg basert på deres variabler. For eksempel fant Wang et al. (2014) at studentene brukte variabelen tolkning hyppigere i deres læringsdialoger, etterfulgt av andre variabler i løpet av deres læringsarbeid.

Mine funn tyder på at elevene er aktive. Elevene interagerer med hverandre, nettbrettet, AR-modellen og spørsmålsarket i løpet av deres læringsarbeid. Elevene kunne flytte på nettbrettet for å utforske AR-modellen fra en annen vinkel, se på sidepersonen, komme med forslag, foreslå et tenkt scenario, peke på modellen, forhandle, stille spørsmål, være kritisk, hjelpe hverandre og sjekke ut hverandres skjermer. Slike handlinger ble ikke påvist i Chiang et al. (2014a) og Wang et al. (2014a) sine studier. I den forbindelse viser mine funn til andre type funn. På en annen side ble handlinger, slik som å åpne nye chatrom, påvist i Chiang et al. (2014a) sin studie.

En annen forskjell er at jeg i min studie undersøkte bruk av nettbrett, mens Chiang et al. (2014a) og Wang et al. (2014) undersøkte studentenes mobiltelefon. Mine funn viser at handlinger med nettbrett kan engasjere elevene. Designet inviterer til videre utforskning. De blir aktive og utforskende. Chiang et al. (2014a) og Wang et al. (2014) viser også tilsvarende i studenters bruk av mobiltelefoner.

Deltakerne i Chiang et al. (2014a) og Wang et al. (2014) sine studier kunne få innspill fra andre i teknologien, som påvirket innholdet i teknologien. For eksempel kunne en student manipulere en variabel på en kube. Den andre studentene kunne se hvordan denne handlingen hadde innvirkninger på den samme kuben. I den forbindelse samarbeidet de om den samme AR-modellen og kunne få påminnelser fra hverandre om det tidligere læringsopplegget i teknologien. I min studie fikk ikke elevene innspill fra andre i teknologien.

Videre tyder mine funn på at elevene som hadde hvert sitt nettbrett ble mindre aktive i lukkede spørsmål. For eksempel tok Elise mer styringen, mens Tom kom med kun et forslag. De så ikke på samme AR-modell, slik studentene gjorde i Wang et al. (2014) sin studie. Tom zoomet mye inn og ut av sin egen modell, og vridde på modellen, uten å engasjere seg ytterligere i læringsdialogen. Noen ganger så han over på Elise sin skjerm. På en annen side

uttrykte han enighet i løpet av hele dialogen. Han benyttet også tilsvarende kunnskaper i en annen oppgave senere i læringsforløpet. Dette kan bety at han kan ha fått med seg det Elise snakket om samtidig som han utforsket på egenhånd.

Hos elevene som delte et nettbrett var det også en elev som tok mer styringen i den lukkede oppgaven. Den andre eleven stilte spørsmål, og eleven som tok styringen hjalp denne eleven. I åpne spørsmål ble alle elevene i gruppe 1 og 2 aktive i deres læringsdialoger og handlinger. Begge elevene i hver gruppe tok styringen, uavhengig av om elevene delte et nettbrett eller hadde hver sin.

Studien min viser også at elevene brukte teknologien selv om noen oppgaver ikke krevde det. Dette kan gi en indikasjon på at elevene brukte verktøyet som et hjelpemiddel i deres bruk og samarbeid for å løse oppgavene.

McElhaney et al., (2015) argumenterer for at tilrettelegging av autonom utforskning av modeller bidra til utforskende læring. Mitt videomateriale gir gode indikasjoner på at autonom utforskning av AR-modeller kan invitere til videre utforskning i elevers bruk og samarbeid. Elevene bruker teknologien aktivt i deres læringsdialoger og utforsker AR-modellene. For eksempel ved å bevege seg rundt boksiden for å se modellen fra en annen vinkel. Funn gir også gode indikasjoner på at elevene bruker et vitenskapelig språk i deres utforskning av AR-modellen. For eksempel kan en elev si at legene ikke bør kutte i aorta og peke på aorta på modellen. I den forbindelse støtter mine funn forskningen på dette området.

7.4. Blir undersøkende

I min studie viser funn at elevene var mindre aktive i lukkede spørsmål. I deres læringsdialoger var de opptatt av å finne det korrekte svaret. En elev tok typisk styringen. På en annen side samarbeidet begge gruppene. Eleven som tok styringen var i stor grad aktiv, elevene uttrykte enighet med hverandre og knyttet modellen til naturfaglige konsepter fra det tidligere læringsopplegget. I åpne spørsmål med realistiske utfordringer var elevene mer aktive og undersøkende. Elevene måtte tenke mer på hva de ville ha gjort. Det ble et skift i deres samtaler og samarbeidet økte i begge gruppene. Begge elevene tok initiativ. De reflekterte og diskuterte. Lærer sa at elever anvender sine kunnskaper, reflekterer og diskuterer. I Wang et al. (2014) sin studie fikk studentene også åpne spørsmål og studentene var aktive. Dette samsvarer med mine funn. Ergo kan det tyde på at åpne spørsmål kan fremme samarbeidsaktivitet i bruk av AR.

I Chiang et al. (2014a) sin studie engasjerte elevene seg for å forstå det faglige innholdet, fikk mange ulike perspektiver på det samme temaet, stilte tilleggsspørsmål, var kritiske, og avklarte begreper og konsepter. De undersøkte sine ytre omgivelser med teknologien. Elevene engasjerte seg for å undersøke andre planter etter at de hadde forstått et konsept, noe oppgaven ikke krevde. Ergo var de undersøkende. Deltakerne i min og Wang et al. (2014) sin studie var også undersøkende. I Wang et al. (2014) sin studie engasjerte studentene seg spesielt for å tolke AR-simuleringen.

Mitt materiale viser at elevene forstiller seg *hva hvis* situasjoner i oppgaver med åpne spørsmål og realistiske utfordringer. De tenkte mer på hva de ville ha gjort og var mer undersøkende i deres adferd. Lærer sa at elevene kan forestille seg at de er kirurger. For eksempel viser materialet at en elev kunne si at kirurgen kan kutte på et sted og peke på dette stedet på AR-modellen. Dette for å vise den andre eleven hvor kirurgen bør åpne hjertet. I den forbindelse bruker de designet aktivt i deres interaksjoner, på linje med språket. Verktøyet blir et hjelpemiddel i deres samtaler. Videre kunne en annen elev være kritisk, fordi der går det luft ut til lungene. Deretter kunne elevene samarbeide om andre steder kirurgene bør gripe inn. Ergo samarbeidet elevene. De reflekterte, var undersøkende og brukte det tidligere læringsopplegget som et utgangspunkt i deres bruk av AR.

Disse funnene kan gi en indikasjon på at realistiske oppgaver og AR-design kan engasjere elever i deres videre utforskning. Disse faktorene kan også bidra til økt samarbeid og mer undersøkende adferd. Mine funn tyder på at elevene setter begreper og konsepter i arbeid. For eksempel kan en elev si at kirurgene ikke bør kutte i lungearterien og en annen elev kan si at legene ikke bør kutte i den store, fordi der fraktes mesteparten av blodet.

I Kamarainen et al. (2013) sin studie sa en elev at han likte å ha utstyr og arbeide som en vitenskapsmann. Elevene fikk også større tro på deres evner om å utføre vitenskapelig arbeid. I Kamarainen et al. (2013) og Chiang et al. (2014a) sine studier kunne elevene i tillegg bruke sine realistiske omgivelser i kombinasjon med AR. I min studie brukte ikke elevene sine virkelige omgivelser knyttet til faginnholdet. På en annen side tyder mine funn tyder på at elevene kan anvende AR inne på skolen i løpet av deres læringsprosesser, noe de andre studiene ikke påviser.

Videre ser hjertemodellen i min studie ganske realistisk ut. Hjertet banker, hjerteklaffene flagrer og nebbhjerteklaffen åpner og lukker seg. I mitt materiale kunne elevene se AR-modellen rett foran øynene deres på en større skjerm. Dette kan ha bidratt til en mer realistisk

opplevelse av faginnholdet. I Kamarainen et al. (2013) og Chiang et al. (2014a) sine studier brukte elevene mobiltelefon og en mindre skjerm. Ergo kunne det vært interessant å forske videre på bruk av AR og nettbrett i elevers skolelæring, og om en større skjerm bidrar til mer læringsengasjement.

I Chiang et al. (2014a) sin studie kunne elevene i tillegg få mer refleksjon fra andre elever i klassen, noe elevene i min studie ikke kunne. I min studie samarbeidet bare to elever og de måtte arbeide med teknologien i et grupperom. Dette for få prosjektet godkjent av NSD. Vanligvis jobbet elevene med AR i klasserommet. Lærer sa at elevene kunne gå til andre elever for å sjekke ut deres skjermer og at AR bidro til et godt fagmiljø. Det kunne vært interessant å undersøke hvordan elevene samarbeider med andre i klasserommet i fremtidig forskning. I klasserommet kan elevene få mer refleksjon fra andre elever og flere påminnelser om hva de tidligere har lært om. Forskjellen mellom større og mindre grupper i samarbeidet kunne også være interessant å se nærmere på. I min studie undersøkte jeg bruk av AR i mindre grupper.

I Wang et al. (2014) sin studie var elevene engasjerte i AR-simuleringen. Funn viser at studentene brukte mye tid på å tolke AR-simuleringen. Min studie viser også at elevene brukte mye energi på å tolke AR-modellen, og koble modellen til naturfaglige konsepter og begreper. De engasjerte seg også for problemløsning. Materialet mitt viser at elevene forhandlet, var kritiske, tenkte høyt og løste problemer, i deres interaksjoner med hverandre og teknologien. Det kunne vært interessant å sammenligne bruk av AR-modeller og bruk av AR-simuleringer i fremtiden. Blir elevene distraherede eller holder de seg til tema? Blir de mer undersøkende i deres adferd? Blir opplevelsen mer realistisk?

Teknologi kan muliggjøre utforskning av problemer i den fysiske verdenen (de Jong, et al., 2018). McElhaney et al. (2015) argumenterer for at realistiske utfordringer kan bidra til utforskende læring. Mine funn tyder på at elever forestiller seg *hva hvis* scenarioer, reflekterer og er mer undersøkende i praktiske oppgaver. Elevene engasjerer seg i deres samarbeid og tenker på hva de ville ha gjort. Samtidig utforsker elevene teknologien aktivt i deres læringsprosesser. Begreper og naturfaglige konsepter blir satt i arbeid. Jeg mener mine funn støtter forskningen på dette området, om at realistiske utfordringer og AR-teknologi kan bidra til utforskende læring.

8. Konklusjon

I denne oppgaven har jeg stilt problemstillingen; Hvordan kan AR anvendes i læringsprosesser i skolen? I det første forskningsspørsmålet har jeg undersøkt hvordan læringsopplegg og bruk av AR samvirker. Ut fra diskusjonen tar elevene utgangspunkt i det tidligere læringsopplegget i deres bruk av AR. I deres læringssamtaler bruker elevene naturfaglige begreper og konsepter som kan knyttes til tidligere læringsforløp. Det tyder på at de klarer å bruke verktøyet som hjelp til å strukturere og utvide kunnskapen deres.

Det andre forskningsspørsmålet handler om på hvilken måte AR blir gjort relevant i bruk og samarbeid. Funnene viser at elevene bruker teknologien aktivt i løpet av deres læringsprosesser. Elevene engasjerer seg for sine interaksjoner med det estetiske designet. Teknologien legger til rette for at elevene blir utforskende, autonome og selvstyrte. I åpne spørsmål blir de fagorienterte og undersøkende i deres samarbeidsprosesser. Naturfaglige begreper og konsepter blir satt i arbeid. Når 5. klassinger ser disse sammenhengene så går det an å konkludere at dette er dybdelæring slik det kan forstås på et 5. klassenivå.

9. Referanser

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and instruction, 16*(3), ss. 183-198.
- Atkinson, J. M. (1984). *Transcript notation. I Atkinson, J., M. & Heritage, J. (Red.), Structures of Social Action: Studies in Conversation Analysis.*
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence-Teleoperators and Virtual Environments, 6*(4), ss. 355-385.
- Bryan, L. A. (2016). Integrated STEM Education. In C. C. Johnson, Peters-Burton, E. E., Moore, T. J. (Ed.), *STEM Road Map.* ss. 23-37.
- Bryman, A. (2016). *Social research methods.* Oxford university press.
- Braaten, E., Eikeseth, U., Lesund, B. D., & Voll, L. (2020). *SOLARIS: Naturfag 5 (1. utgave).* Aschehoug læring.
- Chiang, T. H., Yang, S. J., & Hwang, G. J. (2014a). Students' online interactive patterns in augmented reality-based inquiry activities. *Computers & Education, 78,* ss. 97-108.
- Chiang, T. H., Yang, S. J., & Hwang, G. J. (2014b). An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. *Journal of Educational Technology & Society, 17*(4), ss. 352-365.
- de Jong, T., Lazonder, A., Pedaste, M., & Zacharia. (2018). Simulations, games, and modeling tools for learning. *International handbook of the learning sciences.* ss. 256-266.
- Derry, S. J., Pea, R. D., Barron, B., Engle, R. A., Erickson, F., Goldman, R., . . . Sherin, B. (2010). Conducting video research in the learning sciences: Guidance on selection, analysis, technology, and ethics. *The journal of the learning sciences, 19*(1), ss. 3-53.
- Dillenbourg, P. (1999). Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning?. ss. 31-63.
- Flyvbjerg, B. (2006). Five misunderstandings about case-study research. *Qualitative inquiry, 12*(2), ss. 219-245.

- Gerlach, J. M. (1994). Is this collaboration? *New Directions for Teaching and Learning*, 59, ss. 5-14.
- Golub, J., Busching, B. A., de Dwyer, C. C., Hornburger, J. M., Lalley, J. C., & Phelan, P. (1988). *Focus on Colaborative Learning. Clasrom Practices in Teaching English*. Hentet fra <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED297338.pdf>
- Horn, M. S., Crouser, R. J., & Bers, M. U. (2012). Tangible interaction and learning: the case for a hybrid approach. *Personal and Ubiquitous Computing*, 16(4), ss. 379-389.
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, ss. 109-123.
- Jefferson, G. (1984). *Transcript notation*. I Atkinson, J. M. & Heritage, J. (Red.), *Structures of Social Action: Studies in Conversation Analysis* (s. 9–16). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Johannessen, A., Christoffersen, L., & Tufte, P. A. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (5. utg.). Oslo: Abstrakt.
- Kamarainen, A. M. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, ss. 545-556.
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). “Making it real”: exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual reality*, 10(3), ss. 163-174.
- Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental detectives: the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), ss. 203-228.
- Kluge, A. (2011). Interaction design and science discovery learning in the future classroom. *Nordic journal of digital literacy*, 6(3), ss. 157-173.
- Kluge, A., & Bakken, S. M. (2010). Simulation as science discovery: Ways of interactive meaning-making. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 5(3), ss. 245-273.
- Kvale, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (3. utg.). Gyldendal Norsk Forlag.

- Leinhardt, G. Z. (1990). Functions, graphs, and graphing: Tasks, learning, and teaching. *Review of educational research*, 60(1), ss. 1-64.
- Laal, M., & Laal, M. (2012). Collaborative learning: what is it? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31,. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, ss. 491-495.
- Marshall, P. (2007, Februar). Do tangible interfaces enhance learning? *In Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction*, ss. 163-170.
- McElhaney, K. W., Chang, H. Y., Chiu, J. L., & Linn, M. C. (2015). Evidence for effective uses of dynamic visualisations in science curriculum materials. *Studies in Science Education*, 51(1), ss. 49-85.
- Ozdemir, M., Sahin, C., Arcagok, S., & Demir, M. K. (2018). The effect of augmented reality applications in the learning process: A meta-analysis study. *Eurasian Journal of Educational Research*, 18(74), ss. 165-186.
- Rau, M. A. (2017). Conditions for the effectiveness of multiple visual representations in enhancing STEM learning. *Educational Psychology Review*, 29(4), ss. 717-761.
- Regeringen. (2020). *Meld. St. 6 (2019-2020)*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-6-20192020/id2677025/>
- Silverman, D. (2014). *Interpreting qualitative data* (5. utg.). Los Angeles: Sage.
- Stahl, G., Koschmann, T., & Suthers, D. (2014). *Computer-supported collaborative learning*. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (2. utg.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Säljö, R., & Moen, S. (2001). *Læring i praksis: et sosiokulturelt perspektiv*. Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Utdanningsdirektoratet. (2019). *Dybdelæring*. Hentet fra <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/dybdelaring/>
- Utdanningsdirektoratet. (2020a). *Skaperglede, engasjement og utforskertrang*. Hentet fra <https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/opplaringens-verdigrunnlag/1.4-skaperglede-engasjement-og-utforskertrang>
- Utdanningsdirektoratet. (2020b). *Naturfag (NAT01-04) Fagets relevans og sentrale verdier*. Hentet fra <https://www.udir.no/lk20/nat01-04/om-faget/fagets-relevans-og-verdier>

- Utdanningsdirektoratet. (2020c). *Naturfag (NAT01-04) Grunnleggende ferdigheter*. Hentet fra <https://www.udir.no/lk20/nat01-04/om-faget/grunnleggende-ferdigheter>
- Utdanningsdirektoratet. (2020d). *Læring og tilpasset opplæring*. Hentet fra <https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/3.-prinsipper-for-skolens-praksis/3.2-læring-og-tilpasset-opplaring/>
- Vygotsky, L. S., Cole, M., John-Steiner, V., Sribner, S., & Souberman, E. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological processes*.
- Wang, H. Y., Duh, H. B. L., Li, N., Lin, T. J. , & Tsai, C. C. (2014). An investigation of university students' collaborative inquiry learning behaviors in an augmented reality simulation and a traditional simulation. *Journal of Science Education and Technology*, 23(5), ss. 682-691.
- Wertsch, J. V. (1998). *Mind as action*. New York: Oxford University Press.
- Wertsch, J. V., & Semin, G. n. R. (1991). *Voices of the mind : a sociocultural approach to mediated action*. Cambridge: Harvard University Press.
- Zhang, J., Sung, Y. T., Hou, H. T., & Chang, K. E. (2014). The development and evaluation of an augmented reality-based armillary sphere for astronomical observation instruction. *Computers & education*, 73, ss. 178-188.