

JAN ARILD DOLONEN OG ANDERS KLUGE. UNIVERSITETET I OSLO

Læremidler og arbeidsformer for algebra i ungdomsskolen

En casestudie i prosjektet ARK&APP, matematikk, 8. klasse

JAN ARILD DOLONEN OG ANDERS KLUGE, UNIVERSITETET I OSLO



UiO : Universitetet i Oslo

© JAN ARILD DOLONEN OG ANDERS KLUGE

2014

ISBN: 978-82-569-7006-3 (trykt)

ISBN: 978-82-569-7007-0 (elektronisk)

Trykk: Reprosentralen, UiO

Web-versjon tilgjengelig på www.udir.no

FORORD

Utdanningsdirektoratet har lyst ut oppdraget med forskning på læremidler på oppdrag fra Kunnskapsdepartementet. En av utfordringene er å få kunnskap om hvordan læremidler bidrar til ulike former for læringsprosesser for å nå kompetansemålene i læreplanen for fagene i skolen.

Institutt for pedagogikk (IPED) ved Det utdanningsvitenskapelige fakultet (Universitetet i Oslo, UiO) er ansvarlig for denne forskningen i et treårig prosjekt på oppdrag fra Utdanningsdirektoratet.

Formålet med forskningsprosjektet er å få økt kunnskap om hvilken betydning læremidlene har for undervisning og læring etter kompetansemålene i gjeldene læreplaner. Prosjektet undersøker ulike praksiser i klasserommet i fire fag; matematikk, naturfag, engelsk og samfunnsfag. I alt gjennomføres det 12 casestudier på tre ulike nivåer i grunnutdanningen (mellomtrinnet, ungdomsskole og videregående skole).

Vi takker alle lærere, elever, samt skoleledere og skoleeiere som har deltatt i casen i denne rapporten. Gjennom deltakelsen har dere gitt oss mulighet for å få innsikt i hvilken rolle trykte og digitale læremidler spiller i planlegging, gjennomføring og evaluering av undervisning.

Vi takker også Utdanningsdirektoratet for konstruktiv oppfølging og deres eksternt oppnevnte forsker Tom Wikman ved Åbo Akademi for nyttige kommentarer til arbeidet.

Vi håper at disse delrapportene kan være av interesse for både forskere, lærere, skoleledere, beslutningstakere og andre som jobber med problemstillinger knyttet til hvordan lærere og elever arbeider med læremidler.

Prosjektet har en egen styringsgruppe som er ledet av professor Sten Ludvigsen ved Universitetet i Oslo. Prosjektet *ARK&APP* ledes av forsker Øystein Gilje ved UiO.



Prosjektleder
Øystein Gilje



Leder av styringsgruppa
Sten Ludvigsen

Oslo, februar, 2014.



Innholdsfortegnelse

Sammendrag.....	6
1 Innledning.....	11
1.1 Beskrivelse av casen	12
1.2 Kompetansemål og undervisningsforløp	13
2 Læremidler og arbeidsformer i matematikk.....	14
2.1 Bruk av læremidler i matematikkundervisningen.....	14
2.2 Elevenes matematiske ferdigheter knyttet til bruk av læremidler	16
3 Feltarbeid, data og analysestrategier	20
3.1 Beskrivelse av feltarbeidet.....	20
3.2 Beskrivelse av Kikora og DragonBox.....	21
3.2.1 Kikora.....	21
3.2.2 DragonBox.....	22
3.3 Data	24
3.4 Analysestrategi.....	26
4 Resultater.....	28
4.1 Arbeidsformer og læremidler	28
4.2 Engasjement og læring.....	31
4.3 Læremidlers og arbeidsformers funksjon i sosial interaksjon.....	34
5 Drøfting av funn.....	42
5.1 Konklusjon.....	46
Referanser	47
Vedlegg 1: Definisjon av læremidler, teori og forskningsdesign	50
Vedlegg 2: Case-spesifikke oppgaver, læremidler og dokumentasjon	59

Sammendrag

I forskningsprosjektet *ARK&APP* (2013–2015) blir det gjennomført to kvantitative spørreundersøkelser og 12 kvalitative casestudier. Lærerens valg og bruk av læremidler og læringsressurser, samt elevenes valg av læringsressurser er sentralt i prosjektet *ARK&APP*. Caserapportene studerer spesielt hvordan læremidler og læringsressurser benyttes i avgrensede undervisningsforløp, ved å legge vekt på den funksjonen de har i interaksjonen mellom lærer og elev, og hvordan de skaper engasjement og læring hos elevene.

Rapporten som her foreligger, beskriver den første av tre kvalitative caser i matematikk, med utgangspunkt i kompetansemålene i algebra. Casen er gjennomført høsten 2013 på 8. trinn i en ungdomsskole på Østlandet. Tre hovedspørsmål er grunnleggende for analysen i rapporten:

- Hvordan benyttes læremidlene i undervisningsopplegget?
- Hvordan bidrar bruk av læremidlene til engasjement og læring hos elever?
- Hvilken funksjon har bruken av læremidler i interaksjonen mellom lærer og elever?

I denne casen følger vi en lærer og en gruppe på 75 elever på 8. trinn (13-åringer) som jobber med ulike læremidler i algebra. Elevene ble delt i to klasser der de hadde identisk plenumsundervisning, før 37 elever arbeidet videre med *Kikora* på datamaskiner, mens 38 elever arbeidet med *DragonBox* på iPad. *Kikora* er et digitalt læremiddel i matematikk. Det er tilgjengelig via skolens digitale læringsplattform, og algebra presenteres på samme måte som i lærebøker. *DragonBox* er en prisbelønnet app for iPad, der elevene spiller med designede symboler og mekanismer som skal representere regneoperasjoner i algebra. Alle elevene fikk samme undervisning av samme lærer, så forskjellen i arbeidet med algebra lå i bruken av *Kikora* og *DragonBox*.

Elevene ble fulgt gjennom hele undervisningsforløpet, som var på 9 skoletimer (480 minutter totalt) over to uker. Data i denne casen består av pre- og posttest for å observere variasjoner i elevenes læringsutbytte, videoopptak av ulike former for klasseromsinteraksjon og engasjement, samt intervjuer med utvalgte elever og med læreren. Med et slikt oppsett kunne vi skille de digitale læremidlene med hensyn til hvilken effekt de hadde på engasjement og læringsutbytte. Vi kunne også undersøke om det var noen varierende former for interaksjon mellom elever og mellom lærer og elever ved bruk av de to ulike digitale læremidlene.

Resultatene fra casen viser en variert bruk av læremidler, læringsressurser og arbeidsformer. Læreboka er strukturerende for undervisningen, men læreren benytter seg av ulike digitale læremidler og ressurser tilrettelagt av lærerteamet. De to dominerende arbeidsformene i casen er plenumsundervisning og gruppearbeid. Over halvparten av undervisningsforløpet gikk med til gruppearbeid med Kikora og DragonBox, og vi observerte at lærer og elever opplevde DragonBox som langt mer engasjerende enn Kikora. Det er sjelden å oppleve at alle elever er fokusert gjennom hele timen slik de var når de brukte DragonBox.

Analysene av pre- og posttester indikerer at elever som brukte Kikora, hadde langt bedre læringsutbytte enn de som brukte DragonBox. Kvalitative analyser gjort i denne casen indikerer at grunnen til at elever som brukte Kikora presterte bedre enn de som brukte DragonBox, er at sistnevnte fratar elever og lærere et standardspråk for problemløsning i matematikk. I situasjoner ved bruk av DragonBox der elevene trenger hjelp, er det vanskelig for elever og lærere å benytte seg av etablerte praksiser i matematikk. Årsaken er at DragonBox' symboler og mekanismer ikke lett lar seg overføre til for eksempel kladdebok eller tavle. I Kikora derimot brukes et standardisert matematisk språk og formelle metoder som gir læreren et større repertoar når han hjelper elever som står fast i oppgaveløsningen.

Denne casen tyder på at det er krevende å introdusere språk og operasjoner som klart bryter med den etablerte praksis som elevene møter i lærebok og tester. På tross av at avvekslingen kan virke engasjerende, kan det gå på bekostning av elevenes muligheter til å praktisere et formelt matematisk språk, og også på bekostning av deres forståelse for faglige begreper og metodebruk.

Summary

Two quantitative surveys and 12 qualitative case studies will be conducted in the research project *ARK&APP* (2013–2015). The present study is the first of three case studies in mathematics. Three research questions guide this case study:

- How are educational resources used in teaching practices
- How do educational resources foster engagement and learning among students?
- How do various educational resources function in interactions between students and teachers?

In this case study, we follow a teacher and a group of 75 students in lower secondary school (13 year olds) who work with various educational resources in algebra. Students were divided into two classes where they had identical instruction by their teacher before 37 students worked with *Kikora* on computers, while 38 students worked with *DragonBox* on iPads. *Kikora* is a digital learning resource in mathematics available through the school's digital learning platform. It presents algebra in a similar way to mathematical textbooks. *DragonBox* is an award-winning app for iPad that enables students to play with designed symbols and mechanisms that represent arithmetic operations in algebra. All students received the same instruction by the same teacher, thus the difference in working with algebra was in the use of *Kikora* and *DragonBox*.

The students were observed for a total of 9 school periods (480 minutes in total) over two weeks. The data in this case study consisted of pre-and post-tests for identifying variations in students' learning outcomes, videotapes of various forms of classroom interaction and engagement, and interviews with selected students and their teacher. With this setup, we were able to distinguish the impacts of the two different digital learning resources on engagement and learning outcomes, as well as explore the variations in interaction between students, and between the teacher and the students.

The results of the case study show varied use of educational resources and teaching methods. The textbook is the main structuring resource when teaching, but the teacher also makes use of various digital learning resources organized by his teacher team. The two dominant forms of work in the case study were whole-class interaction and group work. More than half of the time was used for group work with *Kikora* and *DragonBox*. On the one hand, we observed

that teachers and students experienced DragonBox as being far more engaging than Kikora. It is rare to find that all students remained focused throughout a school period, as they were when they used DragonBox. On the other hand, in terms of learning outcomes, the analysis of pre-and post-tests shows that the students who used Kikora performed much better than those using DragonBox. The qualitative analysis in this case study indicates that the reason that students who used Kikora performed better than those using DragonBox is that the latter deprives students and teachers of a standard language for problem solving in mathematics. In situations using DragonBox where students need help, it is difficult for students and teachers to make use of established practices in mathematics, because DragonBox's symbols and mechanisms do not transfer easily to notebooks or whiteboards. In contrast, Kikora uses a standardized mathematical language and formal methods that give the teacher a larger repertoire when he helps students who are stuck when solving algebra problems.

The implication of this case study is that it is demanding to introduce new symbolic representations and operations that break with the established practices that the students encounter in textbooks and tests. Although the change to new symbolic representations and operations may be engaging, it may be at the expense of students' opportunities to practice a formal mathematical language and their understanding of mathematical concepts and methods.

1 Innledning

I forskningsprosjektet *ARK&APP* (2013–2015) blir det gjennomført to kvantitative spørreundersøkelser og 12 kvalitative casestudier. Lærerens valg og bruk av læremidler og læringsressurser samt elevenes valg av læringsressurser er sentralt i prosjektet. Caserapportene studerer spesielt hvordan læremidler og læringsressurser benyttes i avgrensede undervisningsforløp, ved å legge vekt på den funksjonen de har i interaksjonen mellom lærer og elev, og hvordan de skaper engasjement og læring hos elevene.

Rapporten som her foreligger, beskriver det første av tre caser i matematikk. Casen er gjennomført høsten 2013 på 8. trinn i en ungdomsskole på Østlandet. Resultatene i denne rapporten er knyttet til kompetansemålene i algebra i læreplanen for matematikk fellesfag. Tre hovedspørsmål er grunnleggende for analysen:

- Hvordan benyttes læremidlene i undervisningsopplegget?
- Hvilken funksjon har bruken av læremidlene i interaksjonen mellom lærer og elever?
- Hvordan bidrar bruk av læremidlene til engasjement og læring hos elever?

Denne rapporten gir først en kort beskrivelse av casen som er gjennomført og de spesifikke kompetansemålene som er knyttet til den. I andre kapittel gis det en kunnskapsstatus for den forskningen som belyser den spesifikke bruken av læremidler og arbeidsmåter i matematikk, og som er relevant for denne casestudien. Tredje del redegjør for forskningsdesign, datainnsamling og metoder i denne casen. Fjerde del av rapporten er hoveddelen og presenterer funnene. Her ser vi på hvordan ulike typer læremidler blir brukt i undervisningen, hvilket læringsutbytte elevene hadde, og hvilken funksjon læremidlene hadde i interaksjonen mellom læreren og elevene og mellom elevene. Den siste delen drøfter hvordan læremidlene bidrar til deltagelse, engasjement og læring hos elevene.

1.1 Beskrivelse av casen

I denne rapporten følger vi én lærer og en gruppe på 75 elever (2 sammenslåtte klasser) på 8. trinn (13-åringer) som jobber med ulike læremidler i algebra ved en ungdomsskole vest for Oslo. Læreren står for undervisningsopplegget, med innspill fra de to forskerne bak denne rapporten med hensyn til tema og mulighet for å sammenlikne ulike læremidler. Forskerne hadde senere tilbaketrukne roller som observatører. Casen gikk over 4 uker etter høstferien 2013, noe som passet godt inn i skolens planer. Vi innhentet samtykkeerklæringer for samtlige deltakere i prosjektet. Elevene skulle starte med en pre-test, etterfulgt av til sammen åtte klokketimer der elevene ble undervist av lærer og gjorde regneoperasjoner. Til slutt var det post-test for alle elever, etterfulgt av intervjuer av utvalgte elever og læreren.

Tidlig i planlegginga av casen ble det bestemt at elevene skulle jobbe med algebra og ta i bruk to forskjellige digitale læremidler for matematikk: Kikora og DragonBox. Læreren hadde planlagt å bruke digitale læremidler, og sammen med læreren kom vi fram til et design som ga oss muligheten til å sammenlikne bruken av disse to læremidlene. Kikora er et digitalt læremiddel i matematikk, som følger tett på skolens tradisjonelle praksis for oppgaveløsning. Det er tilgjengelig via web i It's Learning (skolens digitale læringsplattform). DragonBox er en nyutviklet applikasjon for iPad (trenger ikke internett-tilgang) der elevene skal lære algebra ved å spille et spill. Sistnevnte har vunnet flere læringsspill-priser og fått mye nasjonal og internasjonal oppmerksomhet¹ (Sætre, 2013).

Læreren mente at både Kikora og DragonBox kunne gi interessant variasjon i undervisningen, og at de begge dekte kompetansemålene i algebra for 8. trinn. Det ble i samråd med læreren bestemt at den ene klassen på 37 elever skulle bruke Kikora og den andre klassen (38 elever) DragonBox. Utenom bruken av de digitale læringsressursene skulle undervisningen være lik for de to klassene. Fordelinga var pragmatisk ut fra hvor mange bærbar datamaskiner og iPad'er som var tilgjengelig for klassene.

Klassene på 8. trinn var på denne skolen fordelt i basisgrupper på fire. Hver basisgruppe ble deretter tilfeldig delt i to slik at elevene dannet et par, og paret jobbet sammen på ett av de to læremidlene. Forskerne fulgte elevene og læreren i alle aktivitetene i casen. Det ble samlet inn ulike typer data: pre- og posttest for å se variasjoner i elevenes læringsutbytte,

¹ <http://www.reuters.com/article/2014/01/15/us-norway-us-algebra-idUSBREA0E10320140115>

videoopptak av ulike former for klasseromsinteraksjon, og intervjuer med utvalgte elever og læreren. Med et slikt oppsett kunne vi skille de digitale læremidlene med hensyn til hvilken effekt de hadde på læringsutbytte. Vi kunne også undersøke om det var noen varierende former for interaksjon mellom elevene, og mellom lærer og elev, med de to ulike læremidlene.

1.2 Kompetansemål og undervisningsforløp

Utgangspunktet for undervisningen i denne casen er læreplanens kompetansemål knyttet til tall og algebra for trinn 8–10 i matematikk². Disse kompetansemålene er:

- samanlikne og rekne om heile tal, desimaltal, brøkar, prosent, promille og tal på standardform, og uttrykkje slike tal på varierte måtar
- rekne med brøk, utføre divisjon av brøkar og forenkle brøkuttrykk
- bruke faktorar, potensar, kvadratrøter og primtal i berekningar
- utvikle, bruke og gjere greie for metodar i hovudrekning, overslagsrekning og skriftleg rekning med dei fire rekneartane
- behandle og faktorisere enkle algebrauttrykk, og rekne med formlar, parentesar og brøkuttrykk med eitt ledd i nemnaren
- løyse likningar og ulikskapar av første grad og enkle likningssystem med to ukjende
- setje opp enkle budsjett og gjere berekningar omkring privatøkonomi
- bruke, med og utan digitale hjelpemiddel, tal og variablar i utforsking, eksperimentering, praktisk og teoretisk problemløysing og i prosjekt med teknologi og design

Skolen i denne casen bruker læreboka *Tetra 8* fra Fagbokforlaget³ i undervisningen i matematikk for 8. trinn. I *Tetra 8* er kompetansemålene i matematikk operasjonalisert (for alle disipliner i matte) i et grunnkurs (for alle elever), blått kurs (repetisjon av grunnkurs og oppgaver) og rødt kurs (videreføring av grunnkurs i form av mer avanserte oppgaver). I grunnkurset er følgende kompetansemål satt opp for algebra i *Tetra 8*:

Regne ut verdien av et uttrykk ved hjelp av flere ulike regneoperasjoner; tolke uttrykk med variabler; skrive uttrykk med variabler; regne ut verdien av et uttrykk med variabler; multiplisere variabler; finne mønsteret i tallfølger og lage en formel som direkte gir et ledd i tallfølgen.

I undervisningsforløpet hadde den ene klassen matematikk mens den andre hadde et annet fag. Når den ene klassen var ferdig med sin matematikktime, begynte den andre klassen med sin matematikktime med samme lærer. Det varierte hvilken klasse som fikk undervisning

² <http://www.udir.no/kl06/MAT1-03/Kompetansemaal/?arst=98844765&kmsn=334280449>

³ <http://tetra.fagbokforlaget.no>

først. Undervisningsforløpet var identisk, med unntak av læremidlene i gruppearbeidet med henholdsvis Kikora og DragonBox. Det ble ikke gitt spesifikk undervisning rettet mot de to læremidlene. Ved bruk av de to læremidlene skulle læreren gi veiledning til de gruppene som trengte det. Lengden på skoletimene for hver klasse varierte mellom 40 og 60 minutter, der omkring halve tiden ble brukt til plenumsundervisning og andre halvdel til gruppearbeid med Kikora eller DragonBox.

2 Læremidler og arbeidsformer i matematikk

I denne rapporten har vi tre forskningsspørsmål som hjelper oss til å begrense vårt utvalg av relevant litteratur for å analysere bruk av læremidler i matematikkundervisningen. Utvalget av litteratur i denne rapporten er knyttet til følgende:

- Forskning på bruk av læremidler (både digitalt, papir og andre former) og arbeidsformer i matematikkundervisningen.
- Forskning på hvordan utvikling av elevenes matematiske ferdigheter er knyttet til bruk av læremidler.

2.1 Bruk av læremidler i matematikkundervisningen

Tidligere forskning på klasseromspraksis i matematikk viser at læreboka er det viktigste læremiddelet i skolen både i Norge og internasjonalt (f.eks. Juuhl, Hontvedt & Skjelbred, 2010; Knudsen et al. 2011; Pepin, Gueudet & Trouche, 2013; Skjelbred, Solstad & Aamotsbakken, 2005). For eksempel gjorde Juuhl, Hontvedt og Skjelbred (2010) på oppdrag fra Utdanningsdirektoratet en oppsummering av forskning på hvordan ulike typer læremidler blir brukt i norsk utdanning (herunder også matematikk) fram til Kunnskapsløftet i 2006. Resultatene viser at læreboka fram til LK 06 var det viktigste læremiddelet. I forbindelse med TIMSS 2007 (Bergem & Grønmo, 2009) ble både elever og lærere spurt en rekke spørsmål om undervisning i matematikk. TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) er en internasjonal komparativ studie i matematikk og naturfag på 8. trinn og 4. trinn i grunnskolen. Resultatene viser at sammenliknet med andre land er norske arbeidsformer i matematikk mer preget av at læreren står ved kateteret og går gjennom temaer fra læreboka, og at elevene deretter jobber mye på egen hånd med oppgaver.

Norge ligger også under det internasjonale gjennomsnittet når det gjelder antallet matematikktimer per år på 4. og 8. trinn. Videre er det i Norge, sammenliknet med andre land, svært utbredt blant elevene å benytte seg av kalkulator i matematikktimene (Bergem & Grønmo, 2009). TIMSS 2011 viser at norske elever presterer markant lavere enn elever i andre land i temaet algebra (Grønmo et al., 2012).

Hovedfunnene fra TIMSS er også støttet i norsk forskning tilknyttet PISA (Olsen, 2013) og PISA+ (Klette, 2013). PISA (Programme for International Student Assessment) er en undersøkelse av 15-åringer i OECD-land innen tre fagområder: lesing, matematikk og naturfag. I PISA gjennomfører elevene prøver (papirbaserte og digitale), og i tillegg blir de blant annet spurt om holdninger og motivasjon og deres opplevelse av undervisningen. Resultatene viser at undervisningen i matematikk i Norge legger stor vekt på helklasseaktivitet der læreren har sin plass foran i klasserommet og styrer samtalen med klassen. De viser også at timene, sammenliknet med andre land, legger noe mer vekt på individuelt arbeid med oppgaveløsning og lite bruk av gruppearbeid (Olsen, 2013).

Knudsen et al. (2011) gjør en oversiktsstudie av internasjonal forskning på generelle læremidler fra fire nordiske og fem europeiske land. Resultatene deres viser at den største delen av forskningslitteraturen er konsentrert om læreboka. De argumenterer at forskning på bruk av læremidler i liten grad er knyttet til observasjoner i klasserommet eller intervjuer av brukerne av læremidlene. Det gjør at det er vanskelig å konkludere hvordan læremidler brukes. Imidlertid viser Pepin, Gueudet og Trouche (2013) i en internasjonal oversiktsstudie knyttet til læreres bruk av læremidler i matematikk, at bruken av lærebøker er i tråd med læreplaner i matematikk. Dette oppleves som viktig for lærerne fordi det gir deres undervisning legitimitet i forhold til institusjonelle krav. Det skaper dessuten en rød tråd i måten undervisningen legges opp på. Funnene til Pepin, Gueudet og Trouche (2013) viser stort sett det samme som i Norge (for eksempel Juuhl, Hontvedt & Skjelbred, 2010), men Pepin, Gueudet og Trouche (2013) nyanserer dette synet videre. De påpeker at hvis lærerne får nye lærebøker – gjerne i forbindelse med en reform, og der bøkene i høy grad bryter med etablert praksis – kan det føre til at lærerne velger andre løsninger, som for eksempel å skape egne læremidler lokalt.

Knudsen et al. (2011) viser også at forskning på digitale læremidler er i framgang internasjonalt. Stadig mer forskning er rettet mot læreres bruk av elektroniske tavler eller elevers bruk av datamaskiner i klasserommet. Videre synes det å være en tendens i flere land at bruk av digitale læremidler i klasserommet er økende og til en viss grad overtar for lærebøkene (Knudsen et al., 2011). Dette er på linje med det vi observerer i Norge. For eksempel viser ITU Monitor 2011 (Egeberg et al., 2012) at bruken av IKT i norske skoler er økende, men samtidig at bruken av IKT i matematikk øker mindre enn i de andre fagene.

2.2 Elevenes matematiske ferdigheter knyttet til bruk av læremidler

Oversiktsstudier som ser på effekter ved bruk av læremidler, viser at elevene jevnt over får et positivt læringsutbytte ved bruk av digitale læremidler, sammenliknet med tradisjonell plenumsundervisning der læreren står ved kateteret og underviser basert på lærebok (Li & Ma, 2010; Lou, Abrami & d'Apollonia, 2001). Imidlertid er det ikke slik at man bare kan ta i bruk digitale læremidler i klasserommet og forvente forbedringer. Oversiktsstudiene viser at variasjoner i type sosial organisering, læremidler og arbeidsformer gir ulik tilgang til produktiv samhandling og potensial for læring.

Når det gjelder den sosiale organiseringen av undervisningen, fanger flere studier opp at det å samarbeide i små grupper (3–4 elever) generelt har positiv effekt på elevers læring. Imidlertid er denne effekten blant annet avhengig av type læremiddel elevene bruker, og hvordan elevene går fram for å skape forståelse (Lou et al., 2001). For eksempel viser studier i bruk av digitale læremidler i matematikk at drillprogrammer (eng: *drill and practice*) tilsynelatende har best effekt, og da spesielt på de yngre elevene. Med drillprogrammer mener vi de programmene som fokuserer på gjentatt bruk av kunnskap som er tilegnet via undervisning og veiledning.

Etter hvert som studentene blir eldre (videregående/ høyskole), virker det imidlertid som at mer generelle teknologirike omgivelser der elevene må undersøke på egen hånd, har samme eller bedre effekt enn drillprogrammer (Lou et al., 2001). Her vil også de symbolske representasjonene – det læremiddelet visualiserer – ha betydning. Studier viser at for eksempel simuleringer kan hjelpe de litt eldre elevene i å utforske og til å forstå komplekse fenomener (Linn & Eylon, 2011; White & Pea, 2011; Kluge & Bakken, 2010). Oppgavene elevene skal gjøre, er også av betydning. Hvis oppgaven i høy grad følger prosedyrer, som for

eksempel ved algoritmisk oppgaveløsning i matematikk, så kan læringseffekten være liten eller til og med negativ selv om elevene jobber i grupper (Diziol, Rummel, Spada & McLaren, 2007). Hvis de derimot får mulighet til å forklare hva de tenker, og oppgaven er av mer konseptuell art, så ser man større potensial for læring (Cobb, Stephan, McClain & Gravemeijer, 2001).

De overnevnte studiene som tar for seg effekter av digitale læremidler og arbeidsformer på elevenes matematiske ferdigheter, gir en god oversikt over hva som kan fungere godt. Samtidig har deler av denne forskningen som oversiktsstudiene refererer til, en slagside: Når man studerer effekten av å endre en variabel (for eksempel ved å endre ordlyden i en oppgave) i en kontrollert studie, er det en oppkonstruert undervisningssituasjon man studerer, og den har begrenset gyldighet. Også når man lar studentene gjøre resonneringsoppgaver i en intervjusituasjon, tar man elevene ut av deres naturlige praksis, som er klasserommet. Dette kan gi oss god innsikt i elevenes individuelle resonneringsevne, men betyr også at den økologiske validiteten (at forskeren observerer elever og lærere i naturlige omgivelser) synker sammenliknet med klasseromspraksis (Cole, 1996). Derfor har det de siste 10–15 årene vært et økende fokus på å studere elevene i klasseromssituasjoner. Der fokuserer man på hvordan elevene benytter seg av og skaper mening i den sosiale sammenhengen de opptrer i, og med de læremidlene som benyttes.

For eksempel fokuserer McClain (2002) på kommunikasjonen mellom lærer og elever i et klasserom, og på hvilken rolle ulike verktøy spiller i å støtte denne kommunikasjonen. I studien brukes to digitale læremidler, der det første skulle brukes av elevene til å undersøke datasett knyttet til to batterimerker. Disse datasettene var representert som grafer som ga elevene visse muligheter for å manipulere, sortere og gruppere dataene. Det andre digitale læremiddelet brukte de samme datasettene, men denne gangen representert som punkter på en akse. Meningen med disse digitale læremidlene var at de skulle støtte elevene i å reflektere og uttrykke seg matematisk om ulike aspekter ved datasettene.

Ved å analysere feltnotater og videoopptak av en ungdomsskoleklasse i matematikk viser McClain (2002) hvordan læreren til å begynne med har vanskeligheter med å støtte elevenes resonnering fordi hun tillegger elevene en mer avansert forståelse av symboler og læremidler enn det elevene faktisk har. Dermed får læreren problemer med å kunne sette seg i elevenes posisjon og forstå hvordan de resonnerer. Det gir et forståelses-gap som skaper uproduktive

interaksjoner. Utover i undervisningsforløpet blir læreren imidlertid oppmerksom på ulike elevers forskjellige former for resonnering med læremidlene, og ved å ta utgangspunkt i det klarer læreren å skape fruktbare diskusjoner omkring matematikk.

Dolonen og Ludvigsen (2012) har sett nærmere på hvordan læreren i ulike situasjoner må forholde seg til elevenes resonnering knyttet til hva det digitale læremiddelet tilbyr. De har observert hvordan elever i videregående skole, i interaksjon med læreren og en digital læringsomgivelse for geometri, får tilgang til ulike læringsforløp som igjen gir tilgang til ulik forståelse av geometriske begreper. Læremiddelet som brukes, gir elevene mulighet til å manipulere 2- og 3-dimensjonale figurer samt å regne ut variabler for å finne overflate/volum-ratio. Det gjør at elevene kan veksle mellom konkret og abstrakt kunnskap. Ved å analysere pre- og posttester samt videoopptak viser studien hvordan elevenes forskjellige kapasitet i matematisk problemløsning skaper ulike betingelser for interaksjon med læremiddelet og med læreren. Læreren må i møte med elevene vurdere deres kapasitet i relasjon til det læremiddelet tilbyr, og ut fra det velge den læringsstrategien som han tror fungerer. Studien viser hvordan en gruppe elever som har basisferdigheter for visse matematiske prosedyrer, plukker opp designelementer i læremiddelet og dermed har grunnlag for å inngå i en konseptuell diskusjon med læreren. Det står i kontrast til erfaringer med en annen gruppe elever som ikke har samme basisferdigheter, og som sliter med problemløsning. Det gjør at deres interaksjon med læreren og læremiddelet er preget av prøving og feiling.

White og Pea (2011) er en tredje studie som viser hvordan elever forbedrer sine matematiske ferdigheter i interaksjon med læremidler. De fokuserer på ungdomsskoleelevers engasjement knyttet til en matematisk læringsomgivelse om kryptografi fylt med ulike komponenter og representasjoner som tall, bokstaver, likninger, grafer, tabeller etc. Ved å analysere videoopptak, feltnotater og intervjuer av grupper av samarbeidende elever viser forfatterne hvordan interaksjonen elevene imellom endres over tid. De påviser også endring i elevenes bruk av slike representasjoner.

Analysene viser at elevene tolker oppgavene de får, og sammenlikner dem med de representasjonene som er tilgjengelig i læremiddelet. Det viser at elevene ikke nødvendigvis bruker læringsomgivelsen som forutsatt av designerne, men at de over tid evner å gå ut over de ressursene forskerne gir dem (for eksempel ved å hente informasjon andre steder) og velge

ut visse type ressurser (for eksempel et sett med tabeller) som de mener er vitale for å løse oppgavene de blir presentert for. Over tid endres måten elevene plukker ut relevant informasjon på, og de kommuniserer med stadig økende matematisk presisjon, som gjør at de løser stadig mer komplekse oppgaver.

Oppsummert fra studiene som er referert ovenfor, kan det se ut til at læreboka fortsatt er det mest brukte læremiddelet for matematikk i norske klasserom. Imidlertid er det klart at bruk av digitale læremidler er økende, men at vi fortsatt vet lite om hvordan de brukes. Forskning viser at digitale læremidler generelt har en positiv effekt på elevenes matematiske ferdigheter sammenliknet med tradisjonell kateterundervisning. Samtidig er denne læringseffekten sterkt knyttet til typen sosial organisering (f.eks. små grupper), læremidler (f.eks. simuleringer) og læringsformer (f.eks. undersøkelsesbasert). Ikke minst er den knyttet til hvordan interaksjonen mellom elever, lærer og læremiddel foregår under veiledning. Videre viser kvalitative klasseromsstudier at elevenes og læreres bruk av læremidler er betinget av at de klarer å forstå det komplekse samspillet mellom det symbolske meningspotensialet innbakt i læremiddelet og i oppgaven som de har for hånden, og hvordan de andre aktørene i interaksjonen fortolker disse aspektene. Dette krever matematisk forståelse, men også evne til å tolke og gjøre relevant ressurser som er tilgjengelige i situasjonen.

3 Feltarbeid, data og analysestrategier

I dette kapitlet beskriver vi hvordan feltarbeidet (datainnsamlinga) ble gjort, hvilke data vi satt igjen med da feltarbeidet var over, og hvilke strategier vi benyttet for å analysere de dataene vi hadde samlet inn.

3.1 Beskrivelse av feltarbeidet

Feltarbeidet ble gjennomført høsten 2013 (17.10–4.11). Før det hadde to forskere fra prosjektet hatt tre planleggingsmøter med læreren som var matematikkansvarlig for de 75 elevene på 8. trinn ved skolen der casen ble gjennomført. Første dag startet med pre-test, der hver elev skulle svare på åtte oppgaver i algebra (se vedlegg 2a). Alle elevene var ferdig i løpet av en halvtime, og det ga læreren mulighet til å undervise i den siste halvtimen. Hele dette forløpet ble videofilmet sammen med resten av undervisningen.

De neste åtte dagene forløp undervisningen med at læreren innledet i plenum. Deretter gikk elevene sammen i par og jobbet enten med Kikora eller med DragonBox (se Figur 4 for prosentvis fordeling over tidsbruk på de forskjellige aktivitetene).

To par (fokusgrupper) fra hver klasse ble sendt inn på et grupperom (med dør og vinduer inn mot hovedrommet) der vi kunne ta opp lyd og bilde av deres interaksjon med hverandre, læremidler og lærer. Samtidig som vi filmet gjorde vi notater i observasjonsskjemaet vårt og tok bilder av læremidler som ikke ble fanget på videokamera. Når dagen var over, skrev vi hver dag et feltnotat som utfylte det som sto i observasjonsskjemaet.

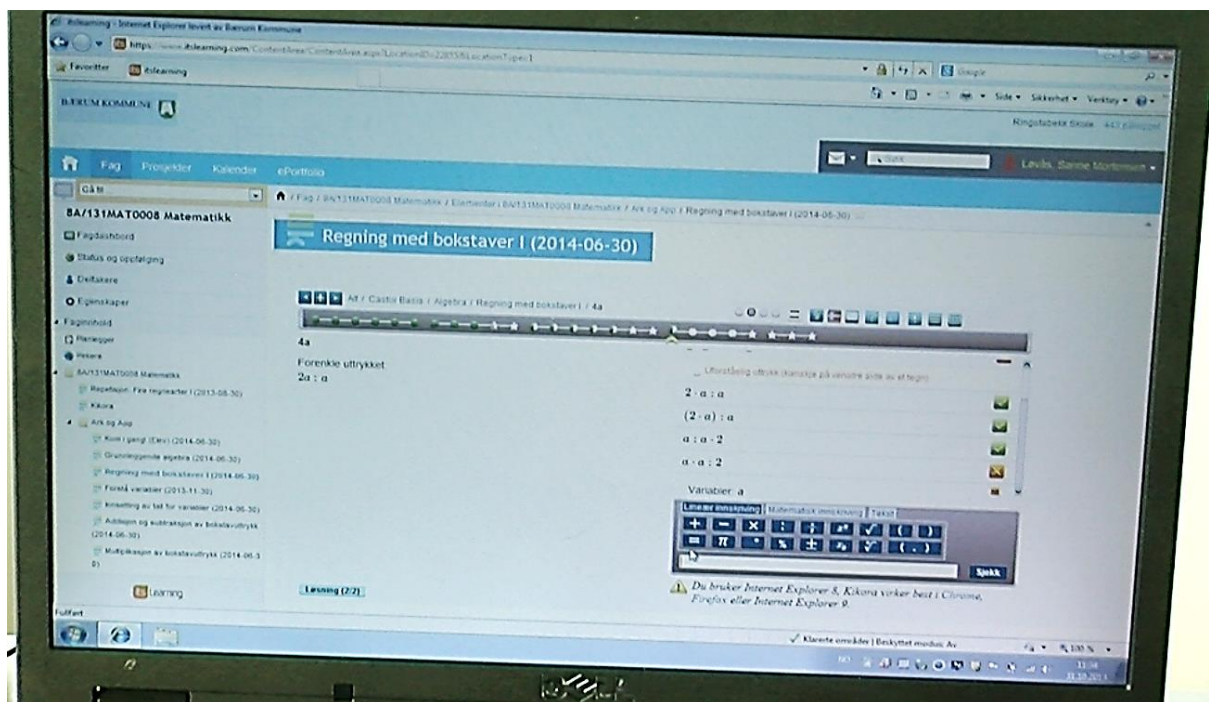
Dag 10 gjennomførte vi posttest, og resultatene fra pre- til posttest ble regnet ut før vi hadde det avsluttende intervjuet med lærer og de elevene som var i fokusgruppene. Grunnen til at vi regnet ut resultatene fra pre- til posttest før de avsluttende intervjuene, var at vi ville identifisere temaer elevene hadde problemer med, slik at vi under intervjuet kunne diskutere hvordan de resonnerte omkring disse temaene. Elevene i fokusgruppene ble intervjuet i én gruppe for hver klasse. Etter feltforsøket ga vi læreren pre- og posttestene slik at også han kunne regne ut testresultatene, uavhengig av oss, men med en måleskala vi hadde utviklet sammen med ham. Ved å vurdere testresultatene uavhengig av hverandre fikk vi en sjekk på samsvaret i tolkninga av testresultatene.

3.2 Beskrivelse av Kikora og DragonBox

Nedenfor følger en kort gjennomgang av de to digitale læremidlene som ble brukt av elevene i denne studien.

3.2.1 Kikora

Kikora følger for en stor del standard matematikk, med presentasjon av oppgaver og en struktur for løsningen av dem. Elevene får fram én oppgave om gangen. For å besvare oppgavene får de tilgjengelig et spesialisert kontrollpanel på skjermen, som kan likne på knappene på en kalkulator; med kvadratroter, eksponent, parenteser, de fire regneartene med mer (Figur 1).



Figur 1. Skjerm bilde av Kikora slik det ble brukt i dette undervisningsforløpet. Temaer står listet til venstre, mens man ser oppgaven midt i bildet. Over oppgaven ser man hvor langt man har kommet i temaet. Over kalkulatoren til høyre ser man trinnene i utregningen.

Ved å legge inn forslag får elevene umiddelbar tilbakemelding. Det gjelder også mellomregningen, slik at elevene får en evaluering av trinnene i utregningen etter hvert som de legger inn svarene. De får kreditert riktig svar selv om de hopper rett til det ved for eksempel å gjette uten å gå veien om mellomtrinnene i utregningen. Riktige svar gir en grønn hake, galt gir et rødt kryss, og ved avslutningen av et delkapittel gis det en gratulasjon.

Elevene kan også spørre etter et forslag til neste trinn i utregningen, hvis de ønsker det, ved å trykke på en knapp. Det kan fungere som et hint om hvordan de skal fortsette fram mot et

eventuelt riktig resultat. Antall trinn er også indikert i knappen for hint, og de kan fortsette å trykke seg gjennom trinnene til de kommer til riktig svar, eller de kan ta et trinn om gangen og svare på det med et eget forslag til videre løsning. Det første «hintet» er en repetisjon av oppgaven, noe som kan være en kilde til noe forvirring hos elevene. I enkelte tilfeller gir også et galt svar et hint om veien videre. Det skjer på syntaktisk nivå, for eksempel: «Vis hva du regner ved å skrive enten $A=$ eller $X=$ foran utregningen.» Det gis også meldinger hvis det går for lenge uten aktivitet: («Du må skrive noe ...») Det finnes også flervalgsoppgaver i Kikora, der elevene svarer ved å velge et alternativ.

Kikora er et digitalt læremiddel som har lagt seg veldig tett opptil dagens praksis i skolen for oppgaveløsning i algebra. Presentasjonen av oppgavene likner den som elevene finner i læreboka og får fra læreren. De kan også finne trinn for løsning i læreboka tilsvarende det de finner i verktøyet, men med Kikora kan de gradvis få se ett og ett trinn framover og selv velge når de ønsker å presentere sin egen mellomregning, og når de vil se på hva verktøyet har å tilby. Trinnene i Kikora representerer gjerne den minst mulige endringen fram mot en løsning, noe som gir både en detaljering av løsningsforslag og en potensiell strukturering for elevene.

3.2.2 DragonBox

DragonBox er et spill om algebra.⁴ I spillet kan elevene manipulere elementer i en likning, etter bestemte regler. Disse reglene vil endre seg noe under spillets gang, ved at mulighetene for hva elevene kan gjøre, utvider seg etter hvert som likningene blir mer avanserte. Reglene introduseres som «nye evner» og animeres. Symbolene utvikler seg også fra figurative til mer matematiske, for eksempel: Det som i begynnelsen av kapittel 1 er to felt med figurer som ser ut som fisker, insekter eller terninger (Figur 2), er på slutten en likning av x , konstanter som bokstaver, tall og matematiske tegn.

Spillet består av to felt som tilsvarer de to sidene i en likning, og et «lager» plassert under de to feltene, som består av objekter som kan trekkes ut på de to feltene. Spillet er organisert i kapitler med stigende vanskelighetsgrad. Elevene må følge sekvensen i kapitler og brett, men kan spille om igjen eller gå tilbake til tidligere brett. Det gis en oversikt over hvor mange trekk brukeren har tatt på hvert brett, og hvor mange som er det riktige på dette brettet.

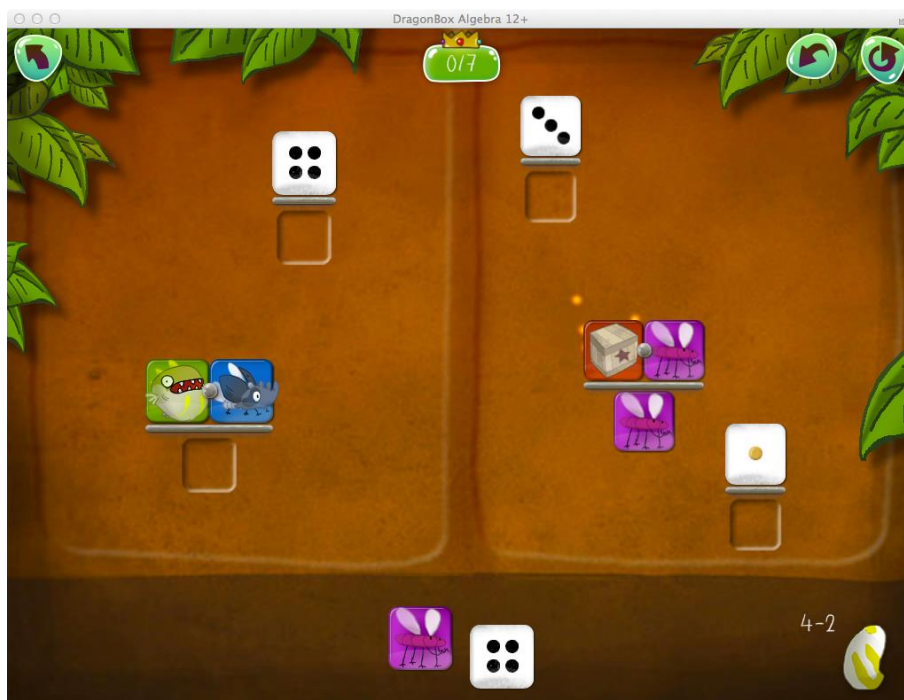
⁴ <http://wewanttoknow.com>

Innenfor hvert kapittel er det 20 brett. Spillet foregår på den måten at brukeren kan gjøre følgende operasjoner i de to feltene, i lageret og mellom lageret og et felt:

- eliminere tomme objekter i hvert felt: representert som «virvler» tidlig i spillet og som 0 senere
- slå sammen objekter som er inverse av hverandre: representert som figurer / sider på en terning, tall eller bokstaver (med inverterte farger i forhold til hverandre tidlig i spillet, og med motsatt fortegn senere)
- forkorte like objekter på en brøkstrek slik at resultatet blir 1
- dra inn 1-tall som en faktor i et objekt, det vil si eliminere 1-tallet som betyr multiplisert med 1 og derfor er implisitt når det står et objekt der. Etter hvert kan de også slå sammen tall, både med multiplikasjon og addisjon/subtraksjon
- invertere et objekt i lageret (skifte fortegn fra positivt til negativt eller omvendt)
- dra et objekt inn på et av feltene. – Fra og med kapittel 3 er det også mulig å dra objektene mellom de to feltene, og de skifter fortegn. Det er ikke mulig å komponere sine egne objekter, med det unntak at elevene får faktorene i et tall ved å dobbeltklikke på det

Reglene i spillet er som følger:

Et brett avsluttes når x-en/boksen står alene i et felt. To andre kriterier er om det er brukt riktig antall trekk, og om det er overskytende kort som kunne vært eliminert (resulterer i en «æsj»-melding på de objektene som skulle vært eliminert, motsatsen til «nam» hvis alt er i orden). Spilleren får beskjed om hvilke av kriteriene som er oppfylt, og får deretter 1–3 stjerner. Stjernene vil også finnes på oversikten over alle brettene i et kapittel.



Figur 2. Skjerm bilde av DragonBox.

Et objekt kan flyttes inn i en likning i forhold til de fire regneartene:

- (1) legges til eller trekkes fra avhengig av hvordan brukeren har satt fortegnet i lageret, da må den plasseres på en åpen del av feltet,
- (2) som en multiplikator ved å settes inntil et annet objekt, eller
- (3) som en divisor ved at den settes under et objekt og dermed skaper en brøkstrek eller en multiplikasjon av en eksisterende nevner.

Når et objekt trekkes inn i et felt, aktiviseres algoritmiske regler. Når brukeren legger til eller trekker fra et objekt på et felt (en side av likningen), åpner det seg en nedsenkning på det andre feltet (andre siden av likningen) som viser at et tilsvarende objekt skal plasseres der. Det samme gjelder for multiplikasjon og divisjon, men da får alle leddene et nedsenket felt, som må fylles med tilsvarende objekt (slik det er ifølge algoritmiske regler). Det er ikke mulig å gjøre noe annet i spillet før operasjonen med å fylle en slik nedsenkning er gjort.

DragonBox tilbyr en annen vei inn til algebra sammenliknet med læreboka og Kikora. Spillelementet er tydelig, elevene får reglene presentert, men i et spill-orientert språk av ikke-matematiske symboler. Gradvis går spillet over til mer standardiserte matematiske symboler. Etter først å ha håndtert premissene i spillet, må elevene også være med på denne «oversettelsen» og se regler og symboler som uttrykk for algebra.

3.3 Data

Dataene i denne casen ble innhentet gjennom en pre- og posttest, notater knyttet til observasjonsskjemaene samt feltnotater i etterkant av hver skoletime. Det ble også gjort videoopptak av over 25 timer med lærerens undervisning og av interaksjon mellom elever og lærer og mellom elever som arbeider med læremidler. Lærer og elever ble intervjuet. I tillegg samlet vi inn planleggingsdokumenter, og vi tok bilder underveis. Pre- og posttestene (se vedlegg 2a og 2b) ble konstruert sammen med læreren. Spørsmålene i testene var basert på oppgaver som man finner i læreboka og algebratester i TIMSS slik de er beskrevet i Naalsund (2012). Våre testspørsmål har dermed både relevans for lærerens institusjonelle praksis og for våre forskningsspørsmål i denne casen. Spørsmålene ble syntaktisk endret fra pre- til posttest slik at elevene ikke kunne memorere oppgaver og svar, men de var samtidig så like at de målte samme kunnskap.

Notater knyttet til observasjoner gjort på stedet fulgte observasjonsskjemaet (se vedlegg 1b). Det gjorde det mulig å angi i tid nøyaktig når noe skjedde samt at vi raskt kunne spesifisere, via koder, hvilke aktiviteter lærer og elever var involvert i og hvilke type ressurser de benyttet seg av. I tillegg gjorde vi feltnotater hver dag av observasjoner som ikke passet inn i det standardiserte observasjonsnotatet. Disse notatene ga utfyllende informasjon om elevenes interaksjon, utover det vi tok opp på video.

Feltarbeidet resulterte i over 25 timer med videoopptak, der ca. 12 timer er knyttet til felles undervisning av begge klasser, ca. 10 timer der elevene jobber i par med enten DragonBox eller Kikora og ca. 3 timer med intervju. Når elevene jobbet med DragonBox eller Kikora, var dataskjermen og håndgestikulering i fokus, og vi kan dermed observere og tolke hvordan elevenes interaksjon med symboler i programmene relaterer seg til hva elevene snakker om. Intervjuene ble også filmet, og det ble tatt notater fra dem (se vedlegg 1b for intervjuguide). Tabell 1 oppsummerer de datatypene vi benyttet oss av.

Datatyper	Beskrivelser
Dokumenter	Plandokumenter for casen og datainnsamling. Info-skriv til foreldre, møtetreferater og e-poster.
Pre- og posttester	16 spørsmål der elevene må gjøre utregninger og vise forståelse på spørsmål av varierende vanskelighetsgrad.
Observasjonsskjema	Notater gjort i klasserommet av elev- og læreraktivitet knyttet til læremidler, arbeidsform og tidspunkt.
Feltnotater	Utfyllende notater gjort i etterkant av hver skoletime.
Videoopptak	Over 25 timer opptak av lærerens undervisning, elever som jobber i fokusgrupper samt intervju med lærer og elever.
Intervju	Guide og notater fra intervjuene med lærer og elever.
Bilder	Bilder tatt av læremidler som ble brukt av lærer og elever.

Tabell 1: Beskrivelse av de ulike datatypene i case 11, matematikk.

3.4 Analysestrategi

Vi har benyttet oss av blandede metoder i denne casestudien (Yin, 2013). Resultater fra pre- og posttest og tid brukt på ulike typer aktiviteter og læremidler er kvantitative data, mens de andre datatypene representerer ulike former for kvalitative data. Alle data er relevante, men de har ikke samme status. Vi benytter oss av det Creswell (2009) kaller parallell integrert strategi (eng: *concurrent embedded strategy*) der flere datatyper sees i sammenheng for å forklare fenomenene og besvare forskningsspørsmålene. I denne casen er de kvantitative dataene i bakgrunnen og gir indikasjon på elevenes prestasjonsnivå i algebra før og etter undervisningsforløpet. Kvalitative data som videoopptak, feltnotater og intervjuer er i forgrunnen og kan i større grad gi oss en forståelse av den interaksjonen mellom elever og lærer som foregikk i arbeidet med de to ulike læremidlene.

For å regne ut resultatene på pre- og posttestene har vi benyttet oss av et to-poengssystem der elevene fikk 0 poeng hvis svaret var feil, 1 poeng hvis vi oppfattet det som delvis riktig og 2 poeng hvis det var helt riktig. Denne skalaen ble utviklet sammen med læreren og er i henhold til hans etablerte praksis på skolen. For å sikre oss samsvarende utregning av resultatene på pre- og posttestene benyttet vi oss av inter-rater reliabilitetsmåling. Dette ble gjort ved at en forsker og læreren uavhengig av hverandre regnet ut resultatene på pre- og posttestene. Deretter brukte vi Cohen's kappa (Cohen, 1960) for å regne ut i hvilken grad forskerens og lærerens utregninger var samsvarende.

For å analysere resultatene fra selve pre- og posttestene har vi benyttet oss av paret t-test, som brukes for å analysere forskjeller i resultat produsert av den samme gruppen av elever på to forskjellige tidspunkt (Cohen, Manion & Morrison, 2011). For eksempel har vi brukt paret t-test for å analysere om Kikora-gruppen eller DragonBox-gruppen har signifikant framgang i prestasjon fra pre- til posttest. Vi har også brukt uavhengig t-test for å finne signifikante forskjeller i framgang mellom Kikora-gruppen og DragonBox-gruppen. Sistnevnte test brukes når gruppene som sammenliknes er uavhengige av hverandre (Cohen, Manion & Morrison, 2011). Imidlertid gir t-tester oss bare indikasjon på om forskjellen mellom de to gruppene er signifikant. For å få vite noe om effektstørrelsen relatert til forskjellen benyttet vi oss av Cohen's d (Cohen, 1992) som indikerer størrelsen på variasjonen fra pre- til posttest eller mellom gruppene.

For å analysere observasjonsskjemaene (se vedlegg 1b) har vi summert opp hvor mye tid lærer og elever brukte på ulike aktivitetstyper og læremidler. I og med at vi har ulike grupper (Kikora, DragonBox), har vi også summert for de ulike gruppene. Disse analysene gir oss innblikk i hvordan læreren organiserte elevene og hvilke læremidler som ble mest benyttet. Disse analysene har blitt supplert med analyser av feltnotater som gir et mer utfyllende bilde av hva som skjedde i klasserommet.

Analyser av videoopptak gir oss mulighet til å forstå elevenes og lærerens orienteringer på et mikronivå, både i forhold til hverandre og knyttet til de læremidlene som er i spill i klasserommet. Det betyr at elever og lærer forholder seg til sin naturlige praksis, og at forskningen derfor har høy økologisk validitet (Cole, 1996). Valg av episoder fra videoopptakene som skal analyseres, er i hovedsak basert på hva de kvantitative resultatene forteller oss med hensyn til variasjon mellom gruppene, i form av læremidler de bruker og endring i prestasjon fra pre- til posttest (Dolonen & Ludvigsen, 2012).

Selve analysene av videoopptakene er basert på en dialogisk orientert tilnærming (Linell, 1998; 2009) som likner på konversasjonsanalyse og sosial semiotikk, men som er forankret i et sosio-kulturelt perspektiv. I denne tilnærminga benytter vi en 2-stegs prosess. Først ser man gjennom videoopptakene flere ganger, sammen med andre forskere, for å undersøke hva aktørene i videoen snakker om og hvordan de orienterer seg i forhold til hverandre, læremidler og institusjonelle aspekter i situasjonen. I neste steg knyttes aktørenes dialog og orienteringer til det som er av forskningsmessig interesse, og i denne rapporten er det de tre forskningsspørsmålene. Vi konsulterer også intervjuene for å analysere om disse bidrar eller motsier analyseresultatene fra videoopptakene.

4 Resultater

Skolen der datainnsamlinga ble gjennomført, flyttet inn i nytt skolebygg for mindre enn 10 år siden, og har med det fått oppdatert infrastruktur. Skolen har fleksible klasserom som er vel utstyrt med stikkontakter, som gjør at elevene enkelt kan bruke bærbare datamaskiner.

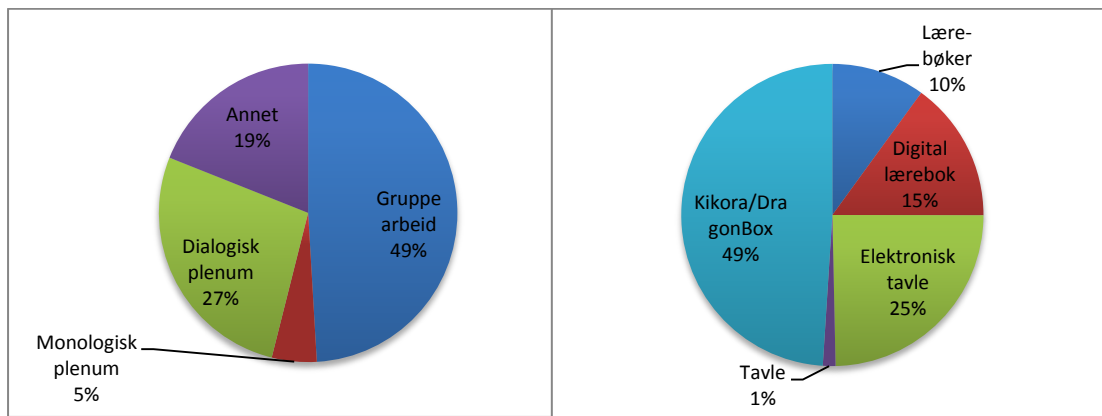
Idémessig er grunnlaget for opplæringen ved skolen basert på en pedagogisk organisering der ulike fagemner henger sammen, og der opplæringen skal speile en sammensatt virkelighet. Opplæringen baserer seg også på at læring skjer i fellesskap og ved samhandling, og at elevene selv er aktive i læreprosessene. Elevene er samlet i «storklasser» (i 8. trinn er det 75 elever) som styres av et lærerteam på fire lærere. En slik organisering gir faglig fleksibilitet ved at man av og til kan jobbe sammen i større prosjekter og eventuelt ved behov kan bryte klassen ned i mindre grupper av varierende størrelse. I tillegg er elevene delt inn i basisgrupper på fire elever. Basisgruppene satt samlet i skoletimene, noe som gjorde det lett for dem å samarbeide ved behov. Et godt eksempel på den pedagogiske organiseringa er at læreren roper opp en og en gruppe, ikke hver elev, og det er gruppen som gir beskjed om eventuelt fravær. Det er effektivt ved at oppropet går raskere, men viktigere for skolen er nok her at gruppen får en indirekte beskjed om ansvar.

Skolens syn på pedagogisk organisering var også fremtredende i planlegginga av casen sammen med den læreren som deltok. Læreren har seks års erfaring, hvorav tre år ved den aktuelle skolen, hvor han underviser i matematikk og naturfag. Han uttrykte under intervjuet interesse for gruppebasert undervisning og for variasjon i måter å undervise på. Disse undervisningsformene var noe han ofte benyttet i naturfagstimene, men mente selv at matematikktimene hans ofte ble preget av mer tradisjonell kateterundervisning. Imidlertid prøvde han å vektlegge det å snakke matematikk og bruke ulike digitale verktøy. Han hadde god kjennskap til Kikora. Han kjente også til DragonBox og var nysgjerrig på i hvilken grad elevene kunne få utbytte av å bruke spillet. I tillegg fortalte han at lærerne hadde tatt initiativ til å digitalisere læreboka fra Fagbokforlaget (*Tetra 8*) for å kunne vise den på den elektroniske tavlen i undervisningen.

4.1 Arbeidsformer og læremidler

I dette avsnittet vil vi presentere og analysere resultatene fra observasjonene. Basert på dette diskuterer vi forskningsspørsmålet som omhandler hvordan læremidler benyttes i

undervisningsopplegget. Observasjonene av undervisningen ble gjort etter et sett med forhåndsdefinerte kategorier under betegnelsene «aktiviteter» (se vedlegg 1b). Alle former for elev- og læreraktivitet samt hvilke type læremidler som ble brukt, er registrert med brukt tid. Slik får vi et kvantitativt mål på hvordan de arbeidet. Den første figuren (Figur 3) viser, basert på tidsbruk, elevenes samlede arbeidsformer i prosjektet (til venstre) og hvilke læremidler de brukte (til høyre). I denne casen ble samtlige timer i prosjektet regnet sammen til totalt 480 minutter per klasse (DragonBox eller Kikora).



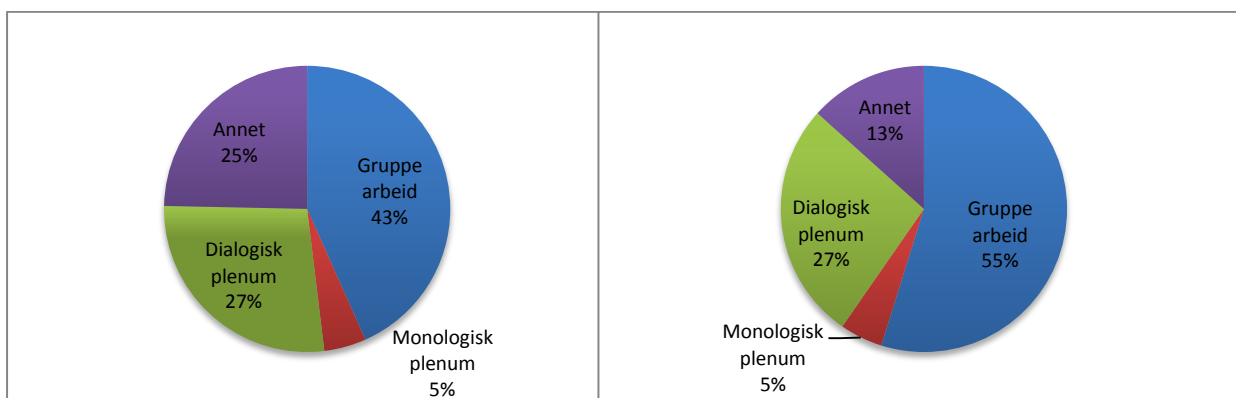
Figur 3. Elevarbeidsformer til venstre og elevenes læremiddelbruk til høyre.

Før selve analysen må kategoriene i Figur 3 forklares, og spesielt de i diagrammet til venstre (elevarbeidsformer). «Gruppearbeid» refererer til at elevene satt i basisgruppen på fire eller i par og jobbet. I hovedsak arbeidet de da med enten Kikora eller DragonBox, men også i noen tilfeller med andre type gruppeoppgaver. «Annet» refererer til logistiske operasjoner som det å hente laptop'er eller iPad'er, rydde sammen når timen gikk mot slutten, eller hvis læreren hadde generell informasjon som ikke var knyttet til faget. Elevene brukte ikke læremidler knyttet til arbeidsformen «Annet». Arbeidsformen «Dialogisk plenum» refererer til fellessamtale mellom læreren og elevene i plenum, der læreren fungerer som ordstyrer eller initierer samtaler der flere elever deltar og bidrar med synspunkter. Et eksempel er den såkalte I-R-F-strukturen, som er når læreren står ved kateteret og initierer spørsmål som elever svarer på, og så følger læreren opp med enten å bekrefte/avkrefte eller å følge opp med flere spørsmål (Sinclair & Coulthard, 1975; Wells, 1993). Arbeidsformen «Monologisk plenum» refererer til at læreren ved enkelte anledninger holdt ordet alene over tid for å forklare noe faglig mens elevene kun satt og lyttet. Til arbeidsformene «Dialogisk plenum» og «Monologisk plenum» ble i hovedsak læremidlene «Lærebøker», «Digital lærebok» og «Elektronisk tavle» benyttet.

Gruppearbeid utgjorde nesten halvparten av tiden. Det passer med lærerens intensjon om å undervise i plenum halve tiden og la elevene i grupper gjøre algebraiske regneoperasjoner den andre halvdel. Denne arbeidsformen matcher i høy grad, men ikke helt, tiden brukt på læremidlene Kikora eller DragonBox. Litt av gruppearbeidet gikk også med til gruppeoppgaver som læreren ga etter å ha gjennomgått et tema på en elektronisk tavle (smartboard / interaktiv tavle) knyttet til plenumsundervisningen.

Rundt en tredjedel av tiden gikk til sammen med til arbeidsformene «dialogisk plenum» og «monologisk plenum». Her var det typiske bildet at læreren sto ved kateteret med ansiktet vendt mot elevene, som satt parvis ved pultene sine. Læreren sto ved siden av en elektronisk tavle slik at både han og tavlen var vendt mot elevene. Ved at han brukte en PC sammen med en berøringsflate (beskrevet av læreren som et «tegnebrett») og elektronisk penn, kunne han markere elementer på tavlen (med forskjellige farger og former) for å henlede elevenes oppmerksomhet, samtidig som han var henvendt til klassen. Læreren løste også oppgaver med denne teknikken, blant annet basert på svar fra elevene. Med fronten mot klassen hadde han full oversikt og kunne samtidig skrive og markere på den elektroniske tavlen.

Den digitaliserte læreboka gjorde det mulig for læreren å skifte mellom innhold i boka, når han ville ligge nær det formaliserte pensumet, og den elektroniske tavlen, når han ville forklare fagstoff på en annen måte til elevene. For eksempel sa læreren under intervjuet at han mener læreboka ikke la opp undervisningen i algebra helt som han ønsket. Derfor gikk han vekk fra den digitaliserte læreboka når han skulle undervise i enkelte del-emner som han mente var nyttig for algebra, og benyttet seg da bare av den elektroniske tavlen.



Figur 4. Elevarbeidsformer for Kikora til venstre og DragonBox til høyre.

Nesten en femtedel av tiden ble brukt til logistikk: opptelling og kontroll av hvem som er til stede, generell informasjon til elevene, henting laptop'er/iPad'er og innlevering av utstyr ved timens slutt. Bryter vi ned disse tallene mer detaljert, så viser Figur 4 at det her er en forskjell mellom de to klassene avhengig av hvilket digitalt læremiddel de brukte. «Gruppearbeid»-kategorien har flere minutter for DragonBox, og «Annet»-kategorien er tilsvarende høyere for dem som brukte Kikora. Grunnen er at DragonBox-gruppen brukte mye mindre tid på å organisere seg med utstyret de trengte for regneoperasjoner (iPad'er), og mye kortere tid på å starte DragonBox, da de ikke trengte tilgang til nett og gjerne droppet strømkabelen.

Kikora-gruppen på sin side brukte mye tid ved starten av timen på å hente bærbar maskin, plugge strømkabel til egnet kontakt og starte opp maskinen. Maskinene var bare noen år gamle, men brukte svært lang tid på å starte opp, noe som gjorde at Kikora-gruppen alltid startet timen med å hente maskin og starte den opp før de satte i gang med undervisning. I tillegg brøt skolens nettverk sammen flere ganger, noe som medførte at elevene ble urolige og at læreren i visse tilfeller avsluttet gruppesesjonen og heller underviste på den elektroniske tavlen.

I intervjuet i etterkant sa læreren at den dårlige maskinparken og koblingen til internettet er en av hovedgrunnene til at de sjelden bruker datamaskiner og spesielt nettbaserte programmer i selve undervisningen. Han anslo i intervjuet at en time effektiv tid med datamaskin i praksis krevde to timer på timeplanen på grunn av all logistikken. Han mente at det også var et godt argument for DragonBox som alternativ. Og dette var også noe vi observerte i klasserommet. Når den ene gruppen med elever jobbet med DragonBox, hendte det ofte at læreren gikk og ryddet etter elevene som hadde brukt Kikora i timen før.

4.2 Engasjement og læring

Det andre forskningsspørsmålet er knyttet hvordan bruk av læremidlene bidrar til engasjement og læring hos elevene. Med hensyn til engasjement viser observasjonene i klasserommet variasjoner. Under intervjuet fortalte elevene vi hadde fulgt med video, at matematikk for dem var et lite interessant fag, selv om de ikke hadde mye imot det. De syntes det var artigere nå enn på barneskolen ettersom de var mer fornøyd med læreren og hadde litt mer gruppearbeid.

Under undervisningen i plenum for begge klassene var elevene oppmerksomme. Det var lite støy, og elevene var generelt rimelig fokuserte. Læreren, som var vendt mot elevene, var aktiv med å fordele spørsmål på flest mulig elever. Dette var likt for begge klasser. Etter plenumsdelen oppsto det forskjeller i elevenes engasjement. Elevene som arbeidet med DragonBox, var mer engasjert enn den gruppen som jobbet med Kikora. Våre observasjoner viser at DragonBox-elevene også var mer fokusert på oppgavene enn de som jobbet med Kikora. Elevene som brukte Kikora, oppførte seg slik vi vanligvis observerer i gruppearbeid: det forekom enkelte distraksjoner der elevene snakket om andre ting i gruppen, de ytret behov for å få en pause, for å gjøre enkelte andre aktiviteter og liknende. I tillegg hadde elevene som jobbet med Kikora, en del tekniske problemer som gjorde at de lett mistet fokus. Det tydeliggjorde kontrasten mellom Kikora-elevenes og DragonBox-elevenes aktivitet.

Kikora presenterer algebra med symboler og med et formalspråk som likner det man finner i vanlige lærebøker i matematikk. Under intervjuet uttrykte elevene at Kikora verken var spesielt gøy eller kjedelig å jobbe med. DragonBox på sin side har forskjellige symboluttrykk, og interaksjonen knyttet til programmet er spillorientert. Det gir elevene variasjon i hvilke objekter de holder på med, og gir også en flyt og et tempo som de kjenner fra spillverdenen. I motsetning til hva gjaldt Kikora, opplevde elevene i svært liten grad tekniske problemer med DragonBox. Ved et par tilfeller opplevde vi at elevene satt og spilte utover skoletimen. Under intervjuet uttrykte elevene at de likte DragonBox, men også at symbolene som spillet vekslet mellom, slik som dyr, tall, terninger og bokstaver, var litt rart og forvirrende. Det siste punktet vil bli illustrert senere når vi viser en episode der et par elever spiller DragonBox.

Det ble foretatt pre- og posttester for å måle elevenes læringsutbytte. Pretesten ble foretatt rett før selve undervisningsforløpet startet, mens posttesten ble tatt rett etter, men før intervjuene. Vi har som tidligere nevnt brukt parett t-test for å sjekke om gruppene har noen signifikant framgang, og deretter brukt Cohen's d for å si noe om effektstørrelser. I alt deltok 68 elever på både pre- og posttest. Legg også merke til at vi har latt én forsker og læreren rette elevenes svar på testene uavhengig av hverandre. Forskeren og læreren var 95,4 % enige i bedømmingen av svarene på testspørsmålene (Cohen's kappa = 0,918). Det betyr at testresultatene som følger under, har høy pålitelighet. Figur 5 viser prosentvise forskjeller i

resultater mellom pre- og posttest; resultater for Kikora er til venstre og for DragonBox til høyre.

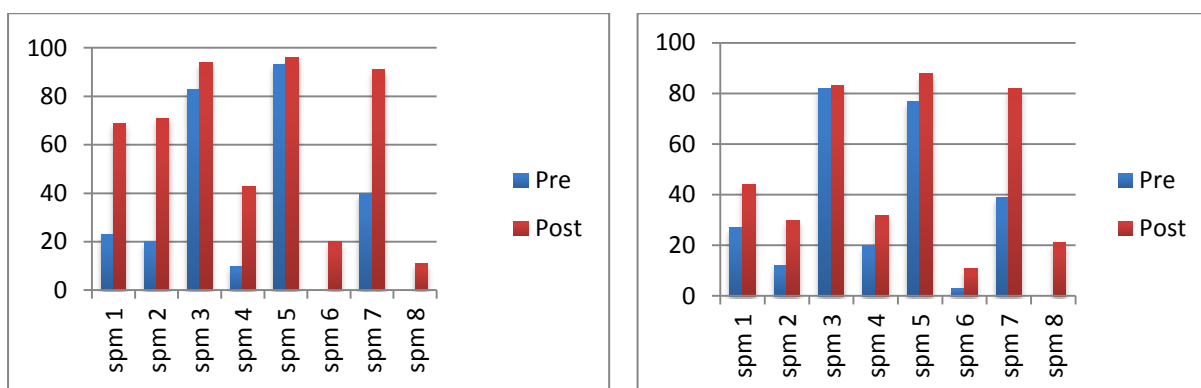
Paret t-test for alle elevene som deltok på begge testene, viste en pålitelig forskjell for gjennomsnitt av pretestresultater (gj.snitt = 5,19, standardavvik = 2,73) og posttestresultater (gj.snitt = 8,69, standardavvik = 3,25); $t(67) = 11,46$, $p < ,001$. Med hensyn til effektstørrelser så er Cohen's $d = 1,17$, noe som indikerer stor framgang for elevene.⁵

Paret t-test for elever som brukte Kikora, viste en pålitelig forskjell for gjennomsnitt av pretestresultater (gj.snitt = 5,17, standardavvik = 2,01) og posttestresultater (gj.snitt = 9,91, standardavvik = 2,43) for alle elevene som brukte Kikora og som deltok på begge testene; $t(34) = 13,07$, $p < ,001$. Med hensyn til effektstørrelser så er Cohen's $d = 2,13$, noe som indikerer en svært stor framgang for elevene som brukte Kikora.

Paret t-test for elevene som brukte DragonBox, viste en pålitelig forskjell for gjennomsnitt av pretestresultater (gj.snitt = 5,21, standardavvik = 3,36) og posttestresultater (gj.snitt = 7,76, standardavvik = 3,66) for alle elevene som brukte DragonBox og som deltok på begge testene; $t(32) = 5,45$, $p < ,001$. Med hensyn til effektstørrelser så er Cohen's $d = 0,73$, noe som indikerer middels framgang for elevene som brukte DragonBox.

De statistiske resultatene over indikerer at Kikora-elevene forbedret seg i sterkere grad enn DragonBox-elevene i løpet av undervisningsforløpet. For å undersøke om dette var signifikant, og hvor stor denne effekten var, gjennomførte vi derfor en uavhengig t-test av de to gruppene med hensyn til forbedringen i prestasjon begge gruppene oppnådde fra pre- til posttest. *Den uavhengige t-testen for alle elevene som deltok, viste en pålitelig forskjell i gjennomsnittet i forbedring for DragonBox-resultater fra pre- til posttest (gj.snitt = 2,55, standardavvik = 2,68) sammenliknet med gjennomsnitt i forbedring for Kikora-resultater fra pre- til posttest (gj.snitt = 4,74, standardavvik = 2,15); $t(66) = 3,74$, $p < ,001$. Med hensyn til effektstørrelser er Cohen's $d = 0,90$, noe som indikerer at Kikora-elevene hadde en pålitelig og klart sterkere forbedring i prestasjon sammenliknet med elevene som brukte DragonBox.*

⁵ Effektmessig så regnes Cohen's $d > 0,2$ som liten effekt, Cohen's $d > 0,5$ som medium effekt og Cohen's $d > 0,8$ som stor effekt (Cohen, 1992; Li & Ma, 2010). Med medium effekt menes en størrelse som er synlig for den som observerer (Cohen, 1992).



Figur 5. Prosentvis score (y-akse) på pre- og posttest pr. spørsmål (x-akse) for Kikora, til venstre, og DragonBox, til høyre. Vi ser at det spesielt er store forskjeller på pre- og posttestscore for de to gruppene med hensyn til spørsmål 1 og 2 som begge knytter seg til å forenkle uttrykk.

Oppsummert – og som et svar på det andre forskningsspørsmålet om hvordan bruk av læremidlene bidrar til engasjement og læring hos elever – finner vi at elevene opplevde DragonBox som mer engasjerende enn Kikora, men at elevene som brukte Kikora, hadde klart sterkere forbedring i læringsutbytte sammenliknet med elevene som brukte DragonBox.

4.3 Læremidlers og arbeidsformers funksjon i sosial interaksjon

Når vi skal se på hvilken funksjon læremidlene og arbeidsformene hadde i interaksjonen mellom lærer og elever, så har vi valgt å gå i dybden der disse aspektene trer tydelig fram. Vi gjorde derfor en interaksjonsanalyse⁶ av en typisk plenumssituasjon der læreren samhandler med hele klassen, og av typiske situasjoner der læreren samhandler med en gruppe elever som jobber med enten Kikora eller DragonBox. Vi begynner med en typisk plenumssituasjon fra den femte dagen i undervisningsforløpet (episode 1):

Episode 1: Plenumsundervisning

- 1 (Lærer står ved elektronisk tavle, ser på dataskjerm mens han holder en e-penn som han kan skrive på et tegnebrett med. Elevene ser på den elektroniske tavlen der det står forskjellige algebraiske uttrykk.)
- 2 Lærer: Hendene i været! Hvilken verdi får cba? Dersom abc er lik 40? (Ser mot elevene) (4.0)
- 3 (mange elever rekker opp hånda)
- 4 Lærer: Hvilken verdi får cba dersom abc er lik 40? Altså har samme verdi for bokstavene? (5.0)
- 5 Lærer: (Ser utover klassen) Det er nesten alle. (2.0)

⁶ Se vedlegg 2d for notasjon til episodene.

- 6 Lærer: Mona!
- 7 Mona: Uhm, 40?
- 8 Lærer: 40! Hvordan vet du det?
- 9 Mona: Fordi at det er akkurat det samme som abc. For det står bare i forskjellig rekkefølge.
- 10 Lærer: Ja.

I denne episoden observerer vi et oppsett der læreren står ved kateteret og er vendt mot elevene. Elevene sitter parvis ved pultene sine og er vendt mot læreren og det faglige innholdet som er vist på tavlen. Læreren initierer episoden med et spørsmål, og alle elevene rekker opp hånda. Læreren velger en elev, som responderer. Deretter følger læreren opp med et utdypende spørsmål til eleven, som gir et tilfredsstillende svar.

Det første vi vil peke på i denne episoden, er den sosiale organiseringa, som kulturelt sett er et tradisjonelt oppsett som i skolesammenheng går svært langt tilbake i tid: Læreren står ved kateteret og underviser mens elevene sitter ved pultene sine. Den sosiale interaksjonen er her preget av en modifisert I-R-F-struktur (Initiere – Respondere – Følge opp; Sinclair & Coulthard, 1975; Wells, 1993): Læreren initierer med å stille ett spørsmål til alle elevene. Han tar seg deretter god tid og sørger for at alle får med seg spørsmålet ved å gjenta det. Da han ser at nesten alle elevene har rukket opp hånda, velger han en elev og gjør det med snert i ytringa (Mona!). Den utvalgte eleven summer seg litt og svarer. Læreren følger umiddelbart opp med utforskende spørsmål for å se om eleven har forstått sitt eget svar konseptuelt. Eleven responderer utfyllende, og læreren bekrefter at det var rett.

Tempoet i handlingen og dialogen er her et selvstendig poeng. Vi ser at læreren tar seg god tid i starten for å sjekke at alle har fått med seg spørsmålet. Etter at han har valgt ut en elev, så går dialogen svært raskt. Episoden viser at dette er noe både lærer og elev behersker. Denne typen sosial interaksjon er på linje med det tradisjonelle, innarbeidede oppsettet i klasserommet, noe som gjør at lærer og elever kan utføre slike samspill i raskt tempo (Wells, 1993; 1999).

Det andre vi vil peke på, er hvordan ny teknologi tas opp i etablerte sjangre. Elektronisk tavle og digitalisert lærebok hadde i dette oppsettet en tilleggsverdi ved at innholdet her kan lagres. Læreren kan på en enkel måte markere de deler av læreboka som han vil at elevene skal

fokusere på. Innholdet fra den elektroniske tavlen ble lagret på den lokale læringsplattformen (It's Learning). Slik kan elevene senere se stillbilder av det som er oppført på den. Det gjør at de slipper å skrive av det som står på tavlen, og i stedet kan bruke tiden til å følge med på lærerens bevegelser og på det som blir sagt.

Det tredje og siste vi vil peke på i denne episoden, er det faglige aspektet av de språklige ytringene. I episoden ser vi at lærer og elever tar i bruk matematiske begreper som for eksempel verdi, cba, abc og 40. Det er begreper som er tett knyttet til symboluttrykk som elevene har lært tidligere i opplæringen sin, og som er en del av deres kulturelle repertoar og kognitive skjema (Greeno & van de Sande, 2007). De vet hva symbolene betyr, men må allikevel gjøre en vurdering av relasjonen mellom symbolene og meningen det gir (f.eks.: «Fordi at det er akkurat det samme som abc. For det står bare i forskjellig rekkefølge»).

I sum kan vi si at denne episoden er et uttrykk for at lærerens plenumsundervisning var preget av ny teknologi, men med et tradisjonelt oppsett og en form for sosial interaksjon der språket faglig sett var tett knyttet til tradisjonelle matematiske uttrykk som ikke lå for langt unna elevenes begreps- og resonneringsevne. Læreren valgte altså å gå for noe kjent og trygt før han slapp elevene løs for å gjøre algebraiske regneoperasjoner i Kikora og DragonBox.

Vi skal nå se på en episode der læreren snakker med to elever som jobber med Kikora. De jobber med forenklinger av algebraiske uttrykk (episode 2):

Episode 2: Kikora

- 1 (Ida og Anne skal forenkle uttrykket $2a:a$ i Kikora)
- 2 Ida: Uhm... Hvis vi tar $(1.5) 2 (4.0)$
- 3 Anne: Opphøyd i (1.5)
- 4 Ida: Annen...
- 5 Anne: Er det ikke ... a? (4.0)
- 6 Ida: Nei, det var feil.
- 7 Lærer: Men av og til. Når dere vet at dere gjør mye riktig, så går det an å trykke der (peker på «løsning»-knapp nederst på skjermen), og så får dere forslag til hvordan det kan gjøres.
- 8 Anne: Det var det de sa, men vi nektet [å gjøre det
- 9 Lærer: Ja.]
- 10 Ida: (Har trykket på «løsning»-knappen. På linja der løsningsforslaget kommer opp, står det nå $2a:a$ akkurat som uttrykket de er bedt om å forenkle.) 2 ga ... $2a$ delt på ... [Ja, men

- det er jo det samme ...
- 11 Anne: Ja, men hei, det er jo det samme!]
- 12 Lærer: Ja. Så det er på en måte den første linja dere skriver opp. Og så hvis dere trykker en gang til (peker på «løsning»-knappen), får dere neste linje som [forslag.
- 13 Anne: Å ja]. (2.0)
- 14 Ida: (Trykker på løsningsknappen og leser høyt) 2a delt på 2 ...
- 15 Anne: Så hvis du skriver svaret?
- 16 Ida: Bare 2?
- 17 Lærer: Mmm (bekreftende)
- 18 Anne: Ja, men hvordan kan det blir riktig?
- 19 Lærer: Dere kan få ... Hvis dere setter opp ... Det er lurt å ha kladdeboka ved siden av.
- 20 Anne: Det har vi.
- 21 Lærer: Hvis dere setter opp en brøkstrek, så kan dere skrive det som 2a og så brøkstrek og så a under. Enig? (1.0)
- 22 Anne: Ja.
- 23 Lærer: Mmm (bekreftende). Hvis dere har en kladdebok nå.
- 24 Anne: Ja det er, det er riktig, men... (åpner kladdeboka) (3.0)
- 25 Ida: (Ved PC'en henvendt til lærer) Ok, nå har jeg [skrevet ...
- 26 Lærer: (Henvendt til Anne og kladdeboka) Og så] går det an å forkorte litt når du har med brøk å gjøre. (De diskuterer hvordan de kan forkorte brøken og hvorfor $2a:a = 2$)

Først vil vi beskrive det vi ser fra denne episoden. Vi ser at elevene er usikre i starten. De prøver å løse brøkoppgaven $2a : 2$ med å bruke potens. Elevene prøver å fortelle hva de gjør, men uavsluttede setninger og pauser mellom ordene kan tyde på usikkerhet. Læreren intervensjoner og dirigerer dem i retning av en «løsningsknapp» som kan gi elevene hint om de ulike trinnene i løsningen av likningen. Elevene blir overrasket over Kikoras løsningshint, og læreren benytter sjansen til å gå inn i en konseptuell diskusjon der han kan vise hvorfor Kikoras løsningshint er korrekt.

Vårt første poeng knyttet til episoden er at læreren fikk elevene til å sitte parvis. Gruppearbeid og det å få elevene til å snakke matematikk med hverandre for å trene seg på begrepsbruk, var noe han la vekt på både når vi snakket med ham i planleggingsfasen og i intervjuet etter undervisningsforløpet.

Vårt andre poeng er knyttet til interaksjonen mellom elever, lærer og teknologi. Etter at elevene har fått problemer, griper læreren inn, og vi ser at han har kapasitet til å formidle en forståelse av både problemløsning og svar. Ved å henvise dem til å bruke kladdebok, stille opp stykket tradisjonelt med brøkstrek og henvise til forkorting av uttrykk, så gir han elevene verktøy som ligger tett opp til et repertoar for problemløsning de allerede har. Det betyr at læreren, via de ressursene han har tilgjengelig i situasjonen, kan bygge bro mellom problemet elevene har, og en løsning elevene potensielt kan forstå. Dette poenget er også knyttet til et aspekt vi gjenkjenner fra andre grupper vi analyserte. Ved flere anledninger viste elevene at de har kompetanse til å vite om et uttrykk i Kikora er «riktig» eller «nesten riktig». I denne episoden ytrer læreren «når dere vet at dere gjør mye riktig», noe som henter til at de vet når de er på rett spor.

Noen ganger så vi at elevene utfordret Kikora med hensyn til riktig oppsett på svar. Kikora godtok ikke alle oppsett av svar på oppgavene. For eksempel hvis elevene skulle finne omkrets av et kvadrat med sidene 's', så godtok ikke Kikora elevenes svar $4s = O$, men kun $O = 4s$ eller $4s$. Imidlertid tydet elevenes håndtering av dette på at de etter hvert forsto at det var en særegenhet ved Kikora og ikke nødvendigvis hadde med deres eget svar å gjøre. Elevenes forståelse vokste fram fordi Kikora benytter seg av et matematisk språk og syntaks som elevene delvis behersker.

Vi skal nå se på en episode der læreren samhandler med to elever som jobber med DragonBox. De jobber med forenklinger av et algebraisk uttrykk (Episode 3 og Figur 6):

Episode 3: DragonBox

- 1 Eli: Veldig vanskelig (1er).
- 2 Liv: Vi skjønner ikke hva vi skal bruke den der til (peker på et boks-symbol med stjerne i lageret nederst på skjerm).(1.5)
- 3 Eli: Siden den er der. (1.0)
- 4 Lærer: Nei. Men det er ikke alt som man trenger å bruke. (5.0)
- 5 Liv: Men ... Når den liksom dukker opp så (2.5)
- 6 Eli: På en måte doubles og sånn.
- 7 Lærer: Mmm. Av og til ... hvis dere ser (trykker på en knapp som fører elevene til en oversikt over spillene i nivået) her! Så har dere oversikten her, ikke sant↑?
- 8 [Mmm↑ (begge jentene bekrefter).

- 9 Lærer: De som] det er lyspærer på↑.
- 10 Liv: Ja.
- 11 Lærer: Er det den dere er på nå↑? (Peker på et spill på nivået.) Nei!
- 12 Eli: Nei, vi er på den tolv.
- 13 Lærer: Ja, dere er på den ja. Men av og til så er det ... Lyspære betyr (1.5)
- 14 Eli: Var det ikke
- 15 Lærer: Men den var der i stad. At dere kan få litt hjelp. På en måte, for å vise hvordan man gjør det.
- 16 Eli: Så kan man trykke på den?
- 17 Lærer: Ja.
- 18 Eli: Hvis vi bare (drar ut et boks-symbol ut i begge feltene). Nei, nå kom ...
- 19 Lærer: Men jeg skjønner ikke hvorfor den ikke kom opp nå.
- 20 Eli: Nei, [den var der i stad.
- 21 Liv: Vi har mista den] (begge jentene ler).
- 22 Lærer: Men husk hva dere har gjort. Den er ... Det er ikke noe forskjell på den (peker på boks-symbolet under en brøkstrek) og de her (peker på noen av de andre symbolene i feltene).
- 23 Liv: Nei.
- 24 Lærer: Annet enn at dere vil ha den alene (peker på boks-symbolet under brøkstreken).
- 25 Liv: Ja.
- 26 Lærer: Og så må dere huske på hva var det var dere gjorde når dere på en måte ville flytte og bytte (peker på symbolene i uttrykket i høyre felt) for å få opp ting på andre steder.
- 27 Eli: Men ikke sant ... når vi gjør det, da blir det til en sånn sirkel eller sånn [prikk.
- 28 Liv: Terning.]
- 29 Eli: Terning ja, med én prikk på.
- 30 Lærer: Mmm (bekreftende).
- 31 Eli: Og så kommer det en [til.
- 32 Lærer: Ja].
- 33 Eli: Og så vil den ikke [vekk.
- 34 Lærer: Nei.]
- 35 Eli: Nei (begge jentene ler). (2.0)
- 36 Eli: Uhm. (4.0)
- 37 Liv: Skal vi bare prøve noe sånt, da? (Jentene prøver å flytte noen symboler fra lageret til begge feltene, men virker rådløse.)



Figur 6. Oppgaven elevene i episode 3 sliter med. De skal isolere boks-symbolet med stjerne under brøkstreken i høyre felt ved å bruke symbolene i «lageret» nederst i grensesnittet.

Vi ser at elevene strever med en oppgave, og spesielt med hva de skal bruke ett boks-symbol til som finnes i lageret nederst på skjermen, og som eventuelt må dras opp i feltene. De ber læreren om hjelp. Læreren forteller først at de kan få hjelp ved å trykke på et lyspære-symbol. Imidlertid forsvinner dette symbolet idet han skal vise hvordan det fungerer. Deretter prøver læreren å forklare hvilken funksjon boks-symbolet har i spillet, og hvordan elevene skal gå fram for å nå målet som er å isolere boksen. Elevene svarer at det ikke er så lett, ettersom det dukker opp andre symboler som de ikke blir kvitt. Samtalen stopper opp, og elevene velger å prøve seg fram.

Når vi ser nærmere på interaksjonen mellom elever, lærer og DragonBox, så viser denne episoden i likhet med den forrige at læreren klarer å dirigere elevene i retning av hjelp som er innbakt i spillet. Han får i denne episoden riktignok problemer med å hente opp hjelpefunksjonen, men påpeker for elevene at den finnes, noe som er viktig for elevene hvis de skal lære algebra med dette spillet. Deretter skiller imidlertid denne episoden seg fra Kikora-episoden.

I Kikora-episoden viste læreren at han har både repertoar og språk relatert til programmet, noe som hjalp elevene. I denne episoden sier han hva målet med oppgaven er, og prøver å ta utgangspunkt i de symbolene som finnes i feltene eller lageret, for å forklare den interne

logikken han mener elevene bør bruke for å løse oppgaven. Elevene har imidlertid allerede forstått det; deres problem er at det da oppstår nye symboler og ny intern logikk som de ikke behersker. Elevene sliter med å benevne symbolene som dukker opp i spillet. Ord som «den», «de her», «en sånn sirkel» eller «sånn terning med én prikk» er alle eksempler på dette. Elever og lærer bruker hverdagslige begreper som er unøyaktige og vanskelige å bruke når man skal forklare matematiske prinsipper. Elevene klarer da heller ikke å se prinsippene for oppgaveløsning, og grunnen er de nye komplikasjonene som oppstår.

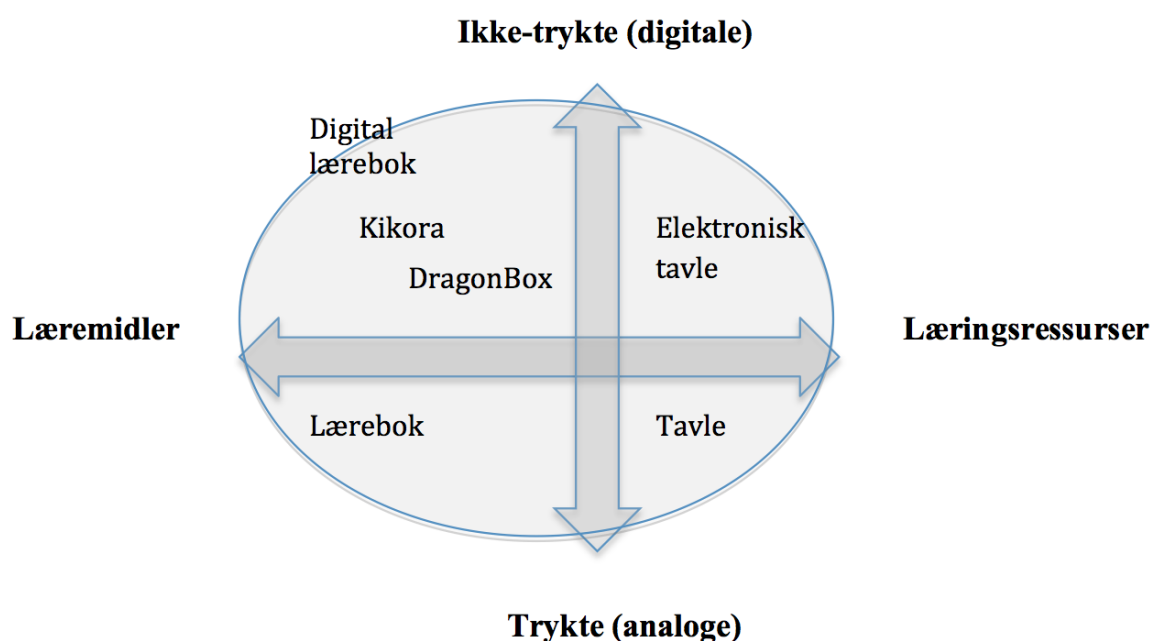
Som læreren sa under intervjuet, så oppfordrer han vanligvis elevene til å bruke riktige begreper når de snakker matematikk. Læreren får dermed et dilemma i denne episoden siden han ikke klarer å forklare prinsippene ved å bruke spillet i seg selv, fordi det introduserer nye symboler, og da har han kun de ressursene å spille på. Til forskjell fra episoden med Kikora så ber han ikke elevene nå om å ta fram kladdeboka og bruke vanlige matematiske symboler, muligens fordi han opplever at avstanden er for stor gitt den tiden han har til rådighet.

Et annet aspekt knyttet til den symbolverdenen som DragonBox opererer med, er at elevene i interaksjon med spillet ikke er i stand til å vite om de er på rett vei eller ikke. Der elevene kunne korrigere Kikora, klarer de ikke det med hensyn til DragonBox. Det betyr at elevene er prisgitt symbolene og mekanismene i DragonBox. For eksempel hendte det at DragonBox hengte seg litt opp med hensyn til antall steg for å løse en oppgave, samt at elevene ofte slet med å forstå når det var mulig å videreforenkle et uttrykk.

Oppsummert var rollen som Kikora og DragonBox hadde i interaksjonen mellom lærer og elever preget av at begge programmene hadde funksjoner som kunne yte hjelp. Imidlertid var det forskjell i symboluttrykk og flyt i oppgaveløsningen. Kikora bruker symboler og uttrykk som likner det formelle matematiske språket man har i pensum, og som både elever og lærere har et kulturelt repertoar for å håndtere eller lære seg. DragonBox, på den annen side, er nyskapende med hensyn til symboler, uttrykk og presentasjon av matematiske metoder. Det ga engasjement, men samtidig var det vanskelig for elever og lærer å knytte disse innovasjonene til pensumet i undervisningen.

5 Drøfting av funn

Denne casen i matematikk har belyst et undervisningsopplegg i 8. trinn med algebra som tema, der aktiviteten har vekslet mellom plenumsundervisning og arbeid med Kikora eller DragonBox. I våre drøftinger av funn vil vi starte med å plassere læremidlene og læringsressursene som er brukt i undervisningsforløpet, i forhold til to akser som vil bli brukt i alle de 12 casene i *ARK&APP*-prosjektet, basert på definisjonen av læremidler og læringsressurser (se Vedlegg 1).



Figur 7. Bruk av læremidler og læringsressurser i case 11, matematikk.

Figur 7 gir oss et bilde av en variert bruk av læremidler og læringsressurser i denne casen. Det er klart at dominansen læreboka tradisjonelt har hatt i matematikkundervisningen, både i Norge og internasjonalt (f.eks. Juuhl, Hontvedt & Skjelbred, 2010; Knudsen et al. 2011; Pepin, Gueudet & Trouche, 2013; Skjelbred, Solstad & Aamotsbakken, 2005), står i delvis kontrast til det vi ser i denne undersøkelsen.

Læreren fortalte at han likte å variere undervisningen, men at det var lett å opptre tradisjonelt i mattetimene, med kateterundervisning og lærebok. I undervisningsforløpet i denne casen lyktes imidlertid læreren med å skape variasjon med ulike læremidler og arbeidsformer. Lærerens uttrykte ønske om å prøve nye digitale læremidler og ressurser samt å fokusere på matematisk snakk og gruppearbeid, stemmer med den generelle trenden i norsk undervisning,

der vi ser en økende grad av digitale læremidler og aktive elever (Knudsen et al., 2011; Egeberg et al., 2012). Samtidig går han lenger i bruken av digitale læremidler (Egeberg et al., 2012) ved at lærerteamet han var en del av, selv digitaliserte læreboka, og læreren gikk også ved flere anledninger ut over det som sto i læreboka, og introduserte del-emner han mente elevene trengte for å forstå algebra. Som Pepin et al. (2013) påpeker, så velger gjerne lærerne andre løsninger, som for eksempel å skape egne lokale læremidler, hvis de er misfornøyd med det læreboka tilbyr.

I forrige kapittel så vi to dominerende former for aktivitet: plenumsundervisning og gruppearbeid. At halve tiden av undervisningsforløpet i denne casen går med til gruppearbeid, bryter med det som har vært den mest dominerende arbeidsformen i norske klasserom til nå. Som Bergem og Grønmo (2009) og Olsen (2013) har vist, så vektlegger norske arbeidsformer i matematikk ofte plenumsundervisning der læreren går gjennom temaer fra læreboka, før elevene så i høy grad jobber på egen hånd.

Det var tydelig at plenumsundervisningen var noe både læreren og elevene i denne casen var vant til. I plenumssituasjonene observerte vi en form for interaksjon, dypt rotfestet i skolen, som er kalt I-R-F-struktur: Læreren initierer (I) situasjonen med spørsmål til elevene, elevene responderer (R), og til sist følger læreren opp (F) med å bekrefte/avkrefte elevenes svar eller følge opp med flere spørsmål (Sinclair & Coulthard, 1975; Wells, 1993). Tempoet i utføringen av I-R-F-strukturen i denne casen, tyder på at alle aktørene var vant til dette kulturelle scriptet. Samtidig viser aktørene også at I-R-F-strukturen i høy grad er en situasjonsbestemt meningsdannelse mellom lærer og elev: Læreren har skrevet noen algebraiske uttrykk på den elektroniske tavlen, disse må tolkes av elevene, og læreren stiller så et spørsmål to ganger for å sjekke at alle elevene har fått det med seg. En elev gir et svar, men læreren følger umiddelbart opp med et nytt spørsmål for å forsikre seg om at eleven har en velbegrunnet forståelse bak svaret. Læreren velger altså å følge opp med et konseptuelt orientert spørsmål basert på svaret eleven gir i situasjonen.

Læreren hadde plenumsundervisning i ca. en tredjedel av tiden, mens over halvparten av tiden gikk med til gruppearbeid. I gruppearbeidet med Kikora og DragonBox observerte vi variasjoner både i engasjement og læringsutbytte. Det er ingen tvil om at lærer og elever opplevde DragonBox som langt mer engasjerende enn Kikora. I arbeidet med Kikora var det tekniske problemer, og også ordinært engasjement sammenliknet med DragonBox. Elevene i

denne casen har under intervjuet gitt uttrykk for lav motivasjon knyttet til matematikk, noe som er i tråd med det som kommer fram i PISA-undersøkelsen (Olsen, 2013). Kikora har symboler og uttrykk som likner formell matematikk, og vi kunne ikke se tegn til at læremiddelet hevet engasjementet nevneverdig. Det var derfor uventet at elevene som brukte Kikora, hadde langt bedre læringsutbytte enn elevene som brukte DragonBox. Forskjellene mellom Kikora og DragonBox er mange, men når vi kvalitativt studerer bruken av læremidlene, så virker den viktigste forskjellen å være bidraget de har til å fremme en samtale basert på matematisk språk og begreper.

DragonBox har et symbolspråk og problemløsningsmetoder som representerer en ny matematikkverden for elever og lærere. Denne matematikkverdenen transformeres etter hvert til mer formelle symboler og metoder slik vi kjenner dem fra lærebøker. Variasjonen i symboler og metoder for hver oppgave og hvert brett gjør det imidlertid vanskelig for både elever og lærer å være presis i språkbruken når de snakker matematikk. Det er også vanskelig for elever og lærer å benytte seg av etablerte praksiser i matematikk ved bruk av DragonBox, fordi programverdenen ikke lett lar seg overføre til for eksempel kladdebok eller tavle.

Med Kikora er det annerledes, fordi programmet bruker samme symboler og matematiske metoder for algebra som man finner i en lærebok. Derfor kunne elevene og læreren støtte seg på etablerte praksiser i matematikk, som for eksempel å ta fram kladdeboka når de trengte å tenke sammen om metoder for å komme fram til et svar.

McClain (2002) har tidligere vist at læreren må ha mulighet til å sette seg i elevenes posisjon for å forstå hvordan de resonnerer. Hvis ikke det er mulig, skaper det et gap mellom lærerens forståelse og elevens forståelse, noe som kan gi uproduktive interaksjoner. DragonBox' symbolspråk og problemløsningsmetoder forsterket denne effekten. Det ble vanskelig for læreren å lage en bro fra elevenes posisjon som spillere med alternativt språk og symboler, og over til standardisert algebra. Videre har Dolonen og Ludvigsen (2012) vist at produktive interaksjoner mellom elever og lærer i matematikk er avhengig av både elevens kapasitet knyttet til formelle symboler og metoder for problemløsning, og de meningspotensialer som er designet inn i læremiddelet. Hvis elevene ikke behersker grunnleggende metoder for problemløsning, så preges arbeidet deres av tilfeldig utprøving (eng: *trial and error*).

I DragonBox strevde både elever og lærer med grunnleggende metoder for problemløsning. Det gjorde samtalen begrepsmessig unøyaktig, og metoden ble preget av prøving og feiling.

Læreren og elevene klarte derfor i liten grad å overføre kunnskapen de tilegnet seg ved bruk av DragonBox, til situasjoner der de brukte læreboka, og til posttesten som var til slutt.

Funnene våre har betydning for skole- og klasseromspraksis.

For det første viser studien at variert undervisning ga gode resultater med hensyn til engasjement og læringsutbytte, men at man samtidig løper en risiko: Hvis læremidlene man bruker, bryter for mye med etablert praksis og symbolbruk, kan det slå uheldig ut for elevene. Det betyr videre at eksperimenter med nye læremidler og arbeidsformer må gi elevene et repertoar for problemløsning og verbalisering som rettes inn mot læringsmålene, og ikke minst mot etablert evaluering i skolen.

For det andre viser casen at det er mulig, med relativt enkle midler, å gå ut over den pedagogiske organiseringen med kateterundervisning og lærebok, som dominerer i matematiske klasserom både nasjonalt og internasjonalt (Bergem & Grønmo, 2009; Olsen, 2013; Pepin et al., 2013). Læreren i vår case var relativt nøytral når det gjaldt teknologi, men er en rimelig erfaren lærer med ønske om å prøve noe nytt. Han inngikk i et team på en skole som støtter utforskning av digitale læringsressurser og arbeidsformer, og som delte hans visjoner om variert undervisning. Samtidig er ikke ideene som ble gjennomført i denne casen, mer avansert enn at en enkelt lærer kunne klart det samme.

De fleste elevene i denne undersøkelsen er i en alder (13 år) der de spiller mye dataspill. Selv om de blir engasjerte av DragonBox og har god konsentrasjon mens de spiller, så tyder intervjuene på at å spille spill støter mot oppfatningen elevene har om hva de skal gjøre på skolen. De opplever det som «rart» å spille i timene, og vi får indikasjoner om at de forlater et læringsmodus og går over i et spillmodus. Det er tydeligst indikert ved det unøyaktige språket de bruker, men også i intensiteten i interaksjonen. Begge disse aspektene virker å bidra til en prøve-og-feile-tilnærming. Dette kan tyde på at forbindelsen mellom spill og skole er for svak for dem, og at de ikke blir orientert i retning av å tenke at aktiviteten handler om å lære noe om et fenomen eller et fag. For å trekke mer tydelige konklusjoner om dette, vil det være påkrevet med undersøkelser som utreder dette spørsmålet spesielt, og som prøver ut et sett av programmer med forskjellig grad av orientering mot mekanismer vi ser i spill.

5.1 Konklusjon

Spørsmålene i denne undersøkelsen dreier seg om hvordan læremidler benyttes, hvordan de bidrar til engasjement og læring, og hvilken funksjon de har i interaksjonen mellom lærer og elev. Rapporten har gitt en beskrivelse av bruken av læremidler og læringsressurser. Læreboka er fortsatt strukturerende for undervisningen, men utfordres av digitale læremidler og ressurser med utgangspunkt i et lærerteam og en lærer som er delvis misfornøyd med læreboka, og som delvis ønsker å variere undervisningen. Plenumsundervisningen viser bruk av nye digitale læringsressurser i etablerte sjangre. Digitalisering av læreboka og bruk av elektroniske tavler bidro til dette, og det bidro også at læreren var erfaren med plenumssituasjoner og kunne bevege seg friksjonsløst mellom ulike læremidler og ressurser.

Elevenes engasjement kom tydeligst til uttrykk i bruk av læringsspillet DragonBox. Det er sjelden i matematikktimer å oppleve at alle elever er fokusert, at de er det gjennom hele timen, og til og med i enkelte tilfeller vil holde på lenger. Bruken av Kikora, derimot, skilte seg lite fra vanlig oppgaveløsning med papir og blyant, og skapte moderat engasjement hos elevene. Imidlertid gikk forskjellen i læringsutbytte mellom Kikora og DragonBox sterkt i Kikoras favør.

Noe av det mest interessante i undersøkelsen dreier seg etter vårt syn om hvordan Kikora og DragonBox muliggjorde, men også begrenset, interaksjonen mellom lærer, elev og teknologi. DragonBox' symboler og metoder for problemløsning gjorde at elever og lærer manglet formalspråk for å kommunisere og argumentere med matematisk presisjon. De klarte ikke å ta i bruk de ressurser som de vanligvis bruker når de strever eller står fast. Kikora ga derimot læreren et velkjent matematisk språk og et repertoar for å hjelpe elevene når de sto fast, selv om det tilførte lite nytt sammenliknet med vanlig oppgaveløsning. Det er også viktig å merke seg her hvordan DragonBox for en stor del beveger seg langs andre uttrykksformer enn de elevene blir testet på ved prøver, og det læringsmålene uttrykker. Avslutningsvis hører det med til historien at læreren var så fornøyd med elevenes engasjement mens de spilte DragonBox, at han gjerne ville bruke spillet igjen til tross for resultatene fra testene.

Referanser

- Bergem, O. K. & Grønmo, L. S. (2009). Undervisning i matematikk, I: Liv Sissel Grønmo & Torgeir Onstad (red.), TIMSS 2007: Tegn til bedring?. Oslo: Unipub forlag.
- Cobb, P., Stephan, M., McClain, K., & Gravemeijer, K. (2001). Participating in classroom mathematical practices. *The Journal of the Learning Sciences*, 10(1&2), 113–163.
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 1960, 20, 37-46. doi: 10.1177/001316446002000104
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112, 155–159.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2011). *Research methods in education*. London: Routledge.
- Cole, M. (1996). *Cultural psychology: A once and future discipline*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Creswell, J. W. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. London: SAGE Publications.
- Diziol, D., Rummel, N., Spada, H. & McLaren, B. (2007). Promoting learning in mathematics: Script support for collaborative problem-solving with the cognitive tutor algebra. In the Proceedings of the Conference on Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL 2007).
- Dolonen, J. A., & Ludvigsen, S. R. (2012). Analysing students' interaction with a 3D geometry learning tool and their teacher. *Learning, Culture and Social Interaction*, 1(3-4), 167–182. doi: 10.1016/j.lcsi.2012.08.002
- Egeberg, G., Gudmundsdottir, G.B., Hatlevik, O.E., Ottestad, G., Skaug, J.H., & Tømte, K. (2012). "Monitor 2011. Skolens digitale tilstand [The digital state of affairs in Norwegian schools.] ". Oslo: The Norwegian centre for ICT in Education.
- Greeno, J. G., & van de Sande, C. (2007). Perspectival understanding of conceptions and conceptual growth in interaction. *Educational Psychologist*, 42(1), 9–23.
- Grønmo, L.S., Onstad, T., Nilsen, T., Hole, A., Aslaksen, H., Borge, I.C. (2012). Framgang, men langt fram. Norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2011. Oslo: Akademisk Forlag.
- Juuhl. K. G., Hontvedt, M. & Skjelbred, D. (2010). Læremiddelforskning etter LK 2006. En kunnskapsoversikt. Høgskolen i Vestfold, Rapport nr. 1/2010.
- Klette, K. (2013). Hva vet vi om god undervisning? Rapport fra klasseromsforskningen. I R.J. Krumsvik og R. Säljö (red.), *Praktisk-pedagogisk utdanning: en antologi* (s. 173–201). Bergen: Fagbokforlaget.
- Kluge, A. & Bakken, S. M. (2010). Simulation as Science Discovery: Ways of Interactive Meaning-Making. *Research and Practice of Technology Enhanced Learning*. doi: 10.1142/S1793206810000876
- Knudsen, S. V. et al. (2011). Internasjonal forskning på læremidler : en kunnskapsstatus. Tønsberg: Høgskolen i Vestfold.
- Li, Q. & Ma, X. (2010). A meta-analysis of the effects of computer technology on school students' mathematics learning. *Educ. Psychol. Rev.* 22, 215–243. doi: 10.1007/s10648-010-9125-8

Linell, P. (1998). *Approaching dialogue: Talk, interaction and contexts in dialogical perspectives*. Amsterdam: John Benjamins.

Linell, P. (2009). *Rethinking language, mind, and world dialogically: Interactional and contextual theories of human sense-making*. Charlotte, NC: Information Age Publishing.

Linn, M. C., & Eylon, B. S. (2011). *Science Learning and Instruction: Taking Advantage of Technology to Promote Knowledge Integration*: ERIC.

Lou, Y., Abrami, P. C., et al. (2001). Small group and individual learning with technology: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 71(3), 449–521.

McClain K. (2002) Teacher's and student's understanding: The role of tools and inscriptions in supporting effective communication. *Journal of the Learning Sciences* 11(2), 217-249.

Naalsund, M. (2012). *Why is algebra so difficult? A study of Norwegian lower secondary students' algebraic proficiency*. Doktorgradsavhandling. Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Det utdanningsvitenskapelige fakultet, Universitetet i Oslo.

Olsen, R. V. (2013). Undervisning i matematikk, I: Marit Kjærnsli & Rolf Vegar Olsen (red.) *Fortsatt en vei å gå. Norske elevers kompetanse i matematikk, naturfag og lesing i PISA 2012*, 121 - 155. Oslo: Universitetsforlaget.

Pepin, B., Gueudet, G., & Trouche, L. (2013). Re-sourcing teachers' work and interactions : a collective perspective on resources, their use and transformation. *ZDM, The International Journal on Mathematics Education*, 45(7), 929-943.

Sætre, A. B. (2013). *Mathematics on the tablet: Using mobile technology and gamification to support student learning in junior high*. Masteroppgave ved Institutt for Informatikk, Universitetet i Oslo.

Sinclair, J.M., & Coulthard, M. (1975). *Towards an analysis of discourse: The English used by teachers and pupils*. London: Oxford University Press.

Skjelbred, D., Solstad, T. & Aamotsbakken, B. (2005). *Kartlegging av læremidler og Læremiddelpraksis*. Tønsberg: Høgskolen i Vestfold.

Wells, G. (1993). Reevaluating the IRF sequence: A proposal for the articulation of theories of activity and discourse for the analysis of teaching and learning in the classroom. *Linguistics and Education*, 5(1), 1–37.

Wells, G. (1999). *Dialogic Inquiry. Towards a Sociocultural Practice and Theory of Education*. Cambridge, MA, Cambridge University Press.

White, T., & Pea, R. (2011). The emergence of abstract representations in dyad problem-solving. *The Journal of the Learning Sciences*, 20(3), 489–547.

Yin, R. K. (2013). *Case study research: Design and methods*. 5th ed. London: SAGE Publications.

Vedlegg 1: Definisjon av læremidler, teori og forskningsdesign

Formålet med forskningsprosjektet *ARK&APP* er å undersøke læremidler i bruk i fire utvalgte fag: samfunnsfag, engelsk, matematikk og naturfag. I casestudiene er vi særlig opptatt av *hva* slags læremidler som brukes, *hvordan* de brukes, og *hvilken* innvirkning dette har på samtalene og aktivitetene i klasserommet. De 12 casestudiene i prosjektet undersøker dette gjennom intervjuer, observasjoner, pre- og posttest og innsamlede læremidler og tekster fra klasserommene. Det blir særlig lagt vekt på tre av de fem forskningsspørsmålene som finnes i prosjektet:

- Hvordan benyttes læremidlene i undervisningsopplegget?
- Hvilken funksjon har bruken av læremidlene i interaksjonen mellom lærer og elever?
- Hvordan bidrar bruk av læremidlene til engasjement og læring hos elever?

De to første forskningsspørsmålene belyser situasjoner der læremidler brukes i interaksjon mellom lærer og elever og mellom elever. Med et sosiokulturelt perspektiv på læring får vi en forklaringskraft til hvilken funksjon læremidlene har (som artefakter) i sosial interaksjon mellom individene som utgjør læringsfellesskapet. Det er derfor avgjørende å observere dette systematisk og ta samtalene opp på video, slik at vi kan analysere hvordan læremidler blir tatt i bruk i interaksjonen.

Det tredje spørsmålet er knyttet til hvordan bruken av læremidler bidrar til engasjement og læring hos elevene. Våre observasjoner og opptak av elevsamtaler og elev-lærer-samtaler er et viktig datamateriale for å forstå elevenes engasjement. Hvordan læremidlene bidrar til læring hos elevene, drøftes med bakgrunn i resultatene på pre- og posttesten.

Definisjon av læremidler

De siste 10 årene har det blitt gjennomført fire kartlegginger av læremidler i norsk skole. Dette er Rambølls *Kartlegging av læremiddel og læremiddelpraksis* (Utdanningsdirektoratet, 2005), og *kartlegging av læremiddel og Læremiddelpraksis* (Skjelbred, Solstad, & Aamotsbakken, 2005) fra HiVe, *Læremiddelforskning etter LK06 – Eit kunnskapsoversyn* (Juuhl, Hontvedt, & Skjelbred, 2010), *Internasjonal forskning på læremidler – en kunnskapsstatus* (Knudsen, 2011) fra HiVe. Fra 2005 finnes det også en doktorgradsavhandling basert på en større, nasjonal lærerundersøkelse om lærebokas betydning i arbeidet med Reform 97 (Bachmann, 2005). Tilsvarende temaer blir omtalt i den første delrapporten i evalueringen av Kunnskapsløftet, *Læreplan, læreverk og tilrettelegging for læring* (Rønning et al., 2008). I den grad læremidler er definert i disse rapportene, opereres det med en vid forståelse av læremidler, som også omfatter ressurser som læreren eller elever bruker i undervisningen.

Caserapportene i forskningsprosjektet *ARK&APP* skal vise hvordan trykte og ikke-trykte læremidler brukes sammen med andre typer kilder og læringsressurser i fire ulike fag. I opplæringslova er læremidler definert på denne måten etter Kunnskapsløftet:

Alle trykte og ikke-trykte element, enkeltstående eller slike som går inn i ein heilskap som er utvikla til bruk i opplæringa, og som aleine eller til saman dekkjer kompetansemål i Læreplanverket for Kunnskapsløftet. Læremiddel kan vere trykte og digitale. (Lovdata, forskrift til opplæringslova, paragraf 17-1)

I forskningsprosjektet *ARK&APP* kategoriserer vi ressursene for læring som benyttes av lærere og elever, som (1) pedagogisk tilrettelagt materiale, det vil si trykte eller ikke-trykte *læremidler*, og (2) materiale som er brukt til læring, det vil si *læringsressurser* som ikke er designet for skolen eller læring spesielt, for eksempel Wikipedia, en datamaskin eller en film. Denne distinksjonen er viktig for å analysere læremidlers og ressursers funksjon med hensyn til læring i interaksjonen mellom lærer og elever. Læremidler og andre typer kilder og læringsressurser (i rapportene: *ressurser for læring/læringsressurser*) brukes av læreren og av elevene på ulike måter kombinert med de forskjellige arbeidsmåtene som finner sted i undervisningsforløpet. Vi oppfatter skolens læremiddelkultur i dag som en «blandingskultur». I denne kulturen har læreboka fremdeles en sentral rolle, men samtidig blir ulike analoge og digitale ressurser for læring tatt i bruk i stadig større grad (Egeberg et al., 2012; Hatlevik, 2011). Denne blandingskulturen – med både tradisjonelle, ofte trykte læremidler sammen med digitale læremidler og ressurser for læring – preger i dag norske klasserom. Forlagene har også en tilsvarende blanding, da en rekke av læreverkene har tilleggsoppgaver og opplegg på relaterte nettsider.

Teoretisk utgangspunkt

Et sosiokulturelt perspektiv vektlegger at læring skjer gjennom deltagelse i et fellesskap (Cole, 1996; Dysthe, 2001; Lave & Wenger, 1991; Rogoff, 2003). Et læringsfellesskap blir skapt av både deltagerne og de læremidler og ressurser for læring som de har til rådighet. Sosiokulturell teori vier stor oppmerksomhet til en analyse av læremidler, fordi perspektivet framhever hvordan kunnskapen blir mediert. I denne prosessen er kulturelle verktøy som læringsressurser og læremidler helt sentrale i skolens arbeidsmåter. Et sosiokulturelt perspektiv gir forklaringskraft til å analysere læring slik den foregår ved hjelp av disse semiotiske og materielle ressursene. Læring over tid forstås da som en endring i observert handling i bruken av artefakter blant dem som deltar i fellesskapet (Gee & Green, 1998, p. 147; Rasmussen, 2012). Individenes bidrag av kunnskap og ferdigheter i undervisningsforløpet, der ulike læremidler og ressurser for læring er i bruk, forstås som uttrykk for kompetanse hos individene slik den artikuleres i den sosiale interaksjonen. Dette gjør observasjoner og videodata nødvendig som metodisk inngang.

Å analysere semiotiske og materielle «elementer» krever også en analytisk inngang for å forstå hvordan bilder, tegn og skrift er satt sammen i læremidler og ressurser for læring. Hver av disse uttrykksformene representerer en mulig ressurs for kommunikasjon og læring. Semiotiske og materielle ressurser betegnes som modaliteter innenfor sosialsemiotikken (Gilje, 2008a, 2008b; Hodge & Kress, 1988; Selander & Kress, 2010). Dette kan som nevnt være skrift, tegn og bilder, men også tale, farger, musikk og levende bilder. Alle slike modaliteter er formet gjennom ulike undervisningspraksiser over tid. Hver modalitet har derfor et meningspotensial som følge av den verdi fellesskapet har tillagt den semiotiske ressursen over tid (Kress, 2010). Norsk skole har en læremiddelkultur der skrift er en foretrukket modalitet for kommunikasjon og læring. Men det er også lange tradisjoner i skolen for å bruke bildeplansjer, kart, tavletegning og lysbilder, ressurser for kommunikasjon og læring som bygger på andre modaliteter enn skrift. Framveksten av digitale læringsressurser problematiserer skillet mellom den skriftbasert og den visuelle læremiddelkulturen.

Forskningsdesign

Med utgangspunkt i de nevnte metodene har forskerne utarbeidet en rekke måleinstrumenter for å sikre en helhetlig forskningsdesign på tvers av de tolv casestudiene som utføres. Disse instrumentene utgjør et observasjonsskjema, intervjuguider og en pre- og posttest. Disse tre instrumenttypene brukes gjennomgående, med de nødvendige variasjoner det er behov for, i alle casene.

Observasjonsskjemaet er utarbeidet for å systematisk undersøke hvordan læremidlene brukes i undervisningsopplegget: Hvilke læremidler er i bruk? Hvordan brukes de? Hvilken innvirkning har bruken på de samtalene og aktivitetene som finner sted i klasserommet? Slike typer observasjoner tidfestes i den skjematiske delen av observasjonsskjemaet. I den strukturerte delen kodes observasjonene ved hjelp av forhåndsdefinerte kategorier. Disse kategoriene er knyttet til undervisningsaktiviteter, organisering og bruk av læremidler. Kategoriene: klassesamtale, gruppearbeid, individuelt arbeid, muntlige presentasjoner, høytlesning og lærerforelesning er forankret i en gjennomgang av tidligere studier av norske klasserom (Haug, 2011; Klette, 1998)

I tillegg har skjemaet plass for et etnografisk feltnotat der observatøren gjør deskriptive beskrivelser av de aktivitetene som foregår. Denne delen av observasjonsskjemaet gir forskerne bedre anledning til å beskrive særtrekk ved den læremiddelkulturen de observerer, trekk som er vanskelige å klassifisere med de forhåndsdefinerte kategoriene.

Det er utarbeidet to intervjuguider i prosjektet. Intervjuguiden til intervjuet med læreren er formell og inneholder spørsmål knyttet til lærerens forberedelser og valg av læremidler, kompetansemål og utfordringer ved vurdering. I tillegg inneholder intervjuguiden mer generelle spørsmål som retter seg mot lærerens generelle forståelse av læremidler og praksis i ulike fag.

Elevintervjuene er primært orientert mot elevenes opplevelse av undervisningsforløpet som er studert. Her spør vi om ulike utfordringer de måtte håndtere i bruk av de ulike læremidlene, og om hvordan ulike læremidler skapte motivasjon og engasjement. Fordi elevintervjuene ble gjort til slutt i feltarbeidet, fikk vi anledning til å ta utgangspunkt i konkrete episoder, noe som er en fordel når man intervjuer barn og unge. Til forskjell fra observasjon og videodata gir intervjuer innsikt i hendelser i løpet av prosjektet sett fra et subjektivt ståsted. Svarene gir samtidig informasjon om informantens verdier, valg og begrunnelser.

Pre- og posttest blir brukt for å kartlegge elevenes eksisterende kunnskap samt å undersøke elevenes læringsutbytte av et planlagt undervisningsopplegg med spesifikke læremidler.

Vedlagt følger her:

- Guide til bruk av observasjonsskjema og observasjonsnotat
- Koding av observasjonsdata
- Intervjuguide for lærere
- Intervjuguide for elever

Beskrivelse av pre- og posttest blir gitt i hver enkelt caserapport.

Vedlegg 1b: Guide til bruk av observasjonsskjema og observasjonsnotat

Forklaring av observasjonskategoriene i skjemaet

Monologisk. Læreren holder ordet alene over noe tid (eksempelvis ved å forklare noe, fortelle eller forelese).

Dialogisk. Fellessamtale mellom læreren og elevene (læreren fungerer som ordstyrer eller initierer samtaler der flere elever deltar, elever stiller spørsmål/bidrar med synspunkter).

Læremidler. Kategorien omfatter alle læringsressurser og læremidler som brukes (se ovenfor). De systematiske feltnotatene skal beskrive hvordan disse har betydning for aktivitetene og samtalene i klasserommet.

Dette skal det legges vekt på ved etnografisk feltnotat (siste del av skjemaet, bruk egen feltbok):

- *Beskriv undervisningen deskriptivt*, på en utfyllende måte og gjerne med eksempler og små utdrag fra samtaler. *Ikke* skriv hvordan du synes den burde være.
- *Beskriv alle læremidlene som er i bruk*, hvordan de blir brukt og hvordan de ulike aktivitetene foregår gjennom timen der forskjellige læremidler og ressurser blir brukt.
- *Beskriv hvordan eleven jobber*, eksemplifiser med detaljerte beskrivelser av en eller to tilfeldig valgte elever.
- *Beskriv hvordan læreren rammer inn timen*. Hvor eksplisitt beskriver læreren hva som er formålet med aktivitetene/oppgavene i den observerte økten? Hvordan formidles målet med undervisningsøkten og kravene til aktivitetene? (Gir læreren spesifikke krav knyttet til karakterer? Dette gjelder ikke mellomtrinnet.)
- *Strategiinstruksjon*. Gir læreren beskrivelser til elevene om hvordan de skal utvikle egen bevissthet om framgang og arbeidsmåter, for eksempel strategier for lesing, regning, problemløsning, informasjonsinnhenting og samarbeid? Kobler læreren denne strategiinstruksjonen til særtrekk ved læremidlene?
- *Forklaring av ord*. Blir fagbegreper og/eller lavfrekvente ord forklart for elevene?

Beskriv i tillegg generelt hva som preget timen du observerte. Var det mye lærerstyring, elevdeltagelse, elevmedbestemmelse, individuelt arbeid, undersøkelser og samarbeid mellom elever, diskusjoner/drøftinger/problematiseringer (mellom elevene / hele klassen), oppsummeringer/henvisninger til tidligere aktiviteter, læreren jobber med enkeltelever? Beskriv også generelt om det var mye støy, og om hvordan læreren ga tilbakemeldinger (sosialt og emosjonelt støttende, generelle og faglige og irettesettelser av enkeltelever).

Alle feltnotater skal skrives til elektroniske dokumenter samme dag som observasjonen fant sted. Bruk denne fasen av arbeidet til å tenke gjennom observasjonene, og skriv gjerne en egen refleksjon som skilles ut fra observasjonsskjemaet og det etnografiske, deskriptive, feltnotatet.

Koding av observasjonsdata

Koding av observasjonsdata skal gjøres ved å registrere tid (antall minutter) som er brukt til følgende aktiviteter: a) klassesamtale, b) gruppearbeid, c) individuelt arbeid, d) muntlige presentasjoner, e) høytlesning og f) lærerforelesning. Disse framstår visuelt som kakediagram i caserapportene, og vil gjøre det enkelt å sammenligne undervisningsformene på tvers av de tolv casene.

Videodataene brukes til å kunne gi et mer nyansert innblikk i praksisen som utspiller seg innen de ulike aktivitetene. Det bør velges ut spesifikke aktivitetssekvenser for å eksemplifisere typiske former for læremiddelbruk knyttet til ulike interaksjonsformer. Disse sekvensene blir så transkribert og analysert i detalj i caserapportene. Sekvensene bør primært være fra videodata, men kan også bli dokumentert i form av feltnotater som i detalj beskriver enkelte episoder.

Utover at disse ekstraktene skal vise typiske former for læremiddelbruk, er det viktig å få fram episoder som inneholder forklaringer, rettferdiggjøringer, utfordringer og presiseringer. Ved å fokusere på slike redegjørelser rettes den analytiske oppmerksomheten mot det deltagerne i den sosiale samhandlingen er opptatt av, det de ser på som relevant i den aktuelle læringssituasjonen. Observasjonsdataene blir også brukt for å gi en mer utfyllende beskrivelse av det som foregår i klasserommet.

Observasjonsskjema og notat

Informasjon

Navn på forsker/student som har gjennomført observasjonenes:

Skole: _____

Lærer m/k: _____ Fag E/S/M/N⁷: _____ Klassetrinn: _____

Antall elever: _____ Gutter: _____ Jenter: _____

Observasjonsdato: _____ Timen/enhet starter: _____ Timen/enhet slutter: _____

Tok du kopi/bilde av elevenes eller lærerens undervisningsmateriale? Ja: _____ Nei: _____

Beskriv undervisningsmateriale:

Beskrivelse av fagtema/prosjekt:

⁷ E – engelsk S – samfunnsfag

M – matematikk

N – Naturfag

Observasjonsskjema: Arbeidsformer og læremidler

Elevaktiviteter:

Elevarbeidsformer	Tidsangivelse	Læremidler og ressurser i bruk: Lærebøker, Internett, digitale læremidler, Smartboard, Tavle, Power Point m.m	Notater
Gruppearbeid			
Individuelt arbeid			
Muntlige presentasjoner			
Stasjoner, rollespill, andre aktiviteter			

Læreraktivitet:

Læreraktivitet	Tidsangivelse	Læremidler i bruk: Tavle, Smartboard, Power Point m.m	Notater
Faglig plenumsforelesning (Monologisk)			
Klassediskusjon (Dialogisk)			
Individuell veiledning			
Gruppeveiledning			
Annet:			

Observasjonsnotat (føres i egen feltnotatbok)

Intervjuguide

Tema om overgangen mellom klassetrinn

Denne guiden utgjør strukturen for de samtaler som skal føres med lærere og elever.

Intervjuene gjennomføres med lærerne/lærerteam som deltar i de tolv casene.

Tid: 30-40 min.

Intervjuguide lærere:

Om lærerens bakgrunn

1. Hva er din bakgrunn og hvor lenge har du jobbet som lærer?
2. Hvordan anser du din egen undervisning? (Tradisjonell, innovativ)
3. I hvilken grad og hvordan har du brukt digitale læremidler tidligere?
4. Hvordan vil du beskrive overgangen mellom [trinn 7 og 8] for elevene?
5. Hva er de mest sentrale faglige utfordringene som elevene møter i overgangen?
6. Er det noen forskjeller mellom ulike elevgrupper?
7. Syns du elevene behersker [fag] i forhold til grunnleggende ferdigheter?

Om prosjektet som observeres

8. Hvordan organiserer du elevene vanligvis når de skal jobbe med [fag]?
9. Hvilke type læremidler bruker du vanligvis i [fag]?
 - Hvordan velges disse ut?
 - Er det knyttet til hvordan læreplanen ser ut?
10. I hvilken grad syns du læreboka dekker det elevene skal lære om [tema], [fag] og [trinn], (f.eks algebra i matematikk i 8. klasse)?
11. I hvilken grad syns du [læremiddel] støtter opp om læringsmålene om [tema]?
 - problemløsning, begreper, tema behandlet i læreboka etc..
12. I hvilken grad syns du [læringsressurs] støtter opp om læringsmålene om [tema]?
 - problemløsning, begreper, tema behandlet i læreboka etc..

13. Hvordan syntes du forholdet mellom smartboard, lærebok og [digitalt læringsmiddel] fungerte? (dersom relevant)

Intervjuguide med elevene i fokusgrupper:

1. Opplever dere at det er forskjell mellom 7. og 8. trinn?

2. Hvis ja - hva består disse forskjellene av?

- Øker kravene til dere faglig?

3. Brukte dere digitale læremidler i 7. trinn?

- Hvilke typer og til hva?

- Hva med lærebøker?

4. Bruker dere digitale læremidler i 8. trinn?

- Hvilke typer og til hva?

- Hva med lærebøker?

Om prosjektet som observeres

5. Hva synes dere om [faget]?

6. Hvordan jobber dere med [faget]?

- Samarbeid? Alene? Samtale i timene (dialogisk)

- Lærerstyrt undervisning ved tavle? (monologisk)

7. Hva synes dere om [tema]? (holdning og forkunnskap)

8. Hvilke oppgaver i pre-testen syntes dere var lett, vanskelig etc. ?

9. Hva synes dere om [spesifikt læremiddel /læringsressurs]?

10. Hva bidro mest til det dere presterte på testen?

- Lærer, Tavla, Lærebok, [digitale læringsressurser]

Referanser til vedlegg 1

- Bachmann, Kari Elisabeth. 2005. *Læreplanens differens: formidling av læreplanen til skolepraksis*. Trondheim: NTNU.
- Cole, M. . 1996. *Cultural psychology: A once and future discipline*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Dysthe, Olga. 2001. *Dialog, samspel og læring*. Oslo: Abstrakt forl.
- Egeberg, Gunstein, Greta Björk Gudmundsdottir, Ove Edvard Hatlevik, Geir Ottestad, Jørund Høie Skaug, and Karoline Tømte. 2012. "Monitor 2011. Skolens digitale tilstand [The digital state of affairs in Norwegian schools.] ". Oslo: The Norwegian centre for ICT in Education.
- Gee, James Paul, and Judith L. Green. 1998. "Discourse Analysis, Learning, and Social Practice: A Methodological Study." *Review of Educational Research* 23 (1998):119-69.
- Gilje, Ø. 2008a. "Digital medieproduksjon i nettverksklasserommet." Pp. 60-79 in *Å være på nett - Kommunikasjon, identitets- og kompetanseutvikling med digitale medier*, edited by S. Østerud and E. G. Skogseth. Oslo: Cappelen Akademisk Forlag.
- . 2008b. "Googling Movies - Digital Media Production and the "Culture of Appropriation"." *Informal Learning and Digital Media: Constructions, Contexts and Consequences*. Cambridge: Cambridge Scholar Publishing.
- Hatlevik, Ove Edvard. 2011. *Monitor 2010: samtaler om IKT i skolen*. [Tromsø]: Senter for IKT i utdanningen.
- Haug, P. 2011. "Klasseromsforskning - Kunnskapsstatus og konsekvenser for lærarrolla og lærarutdanninga. Rapport 21." Volda: Høgskulen i Volda.
- Hodge, Bob, and Gunther Kress. 1988. *Social Semiotics*. Cambridge: Polity Press.
- Juuhl, Gudrun Kløve, Magnus Hontvedt, and Dagrun Skjelbred. 2010. "Læremiddelforskning etter LK06 : eit kunnskapsoversyn." Høgskolen i Vestfold (rapport 1/2010).
- Klette, K. 1998. *Klasseromsforskning - på norsk*. Oslo: Ad Notam Gyldendal.
- Knudsen, S. V. (Ed.). 2011. *Internasjonal forskning på læremidler : en kunnskapsstatus* Høgskolen i Vestfold.
- Kress, Gunther. 2010. *Multimodality - A social semiotic approach to contemporary communication*. London/New York: Routledge.
- Lave, J. , and E. Wenger. 1991. *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rasmussen, Ingvill. 2012. "Trajectories of participation: temporality and learning." Pp. 3334-37 in *Encyclopedia of the Science of Learning*, edited by Norbert M. Seel: Springer.
- Rogoff, B. 2003. *The cultural nature of human development*. Oxford: Oxford University Press.
- Rønning, Wenche, Toril Fiva, Espen Henriksen, Marit Krogtuft, Nils Ole Nilsen, Anne Sofie Skogvold, and Anne Grete Solstad. 2008. "Læreplan, læreverk og tilrettelegging for læring - Analyse av læreplan og et utvalg læreverk i naturfag, norsk og samfunnsfag." Bodø: Nordlandsforskning (NF-rapport nr 2/2008).
- Selander, Staffan, and Gunther Kress. 2010. *Design för lärande: ett multimodalt perspektiv*. Stockholm: Norstedts.
- Skjelbred, Dagrun, Trine Solstad, and Bente Aamotsbakken. 2005. "Kartlegging av læremidler og Læremiddelpraksis." Tønsberg: Høgskolen i Vestfold.
- Utdanningsdirektoratet. 2005. "Kartlegging av læremiddel og læremiddelpraksis." København: Rambøll Management AS.

Vedlegg 2: Case-spesifikke oppgaver, læremidler og dokumentasjon

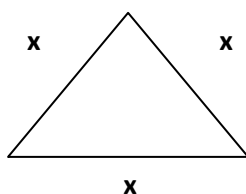
Vedlegg 2a: Pretest

Navn:

Gruppenr:

Klasse:

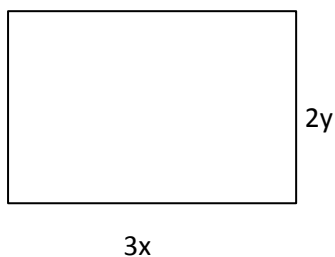
1. Sidene i trekanten under har lengden x . Skriv et uttrykk for omkretsen av trekanten under ved hjelp av x :



2. Skriv følgende uttrykk så enkelt som mulig: $3x+2x+6x$

3. Finn verdien av x i likningen (vis utregning): $x+3=6$

4. Sidene i rektangelet under har lengdene $3x$ og $2y$. Skriv et uttrykk for omkretsen av rektangelet under:



5. Hvis $a+b = 15$ og $a = 4$. Hva er verdien av b ? (Vis utregning)

6. Skriv følgende uttrykk så enkelt som mulig: $6a \cdot 3a$

7. Hvis $7a=14$, hva er $a \cdot 5$? (Vis utregning)

8. Finn tallet som skal være under tallet **5** i rekka under og et uttrykk for **n**:

Tallnummer	1	2	3	4	5	n
Tallfølge	7	11	15	19		

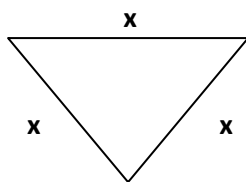
Vedlegg 2b: Posttest

Navn:

Gruppenr:

Klasse:

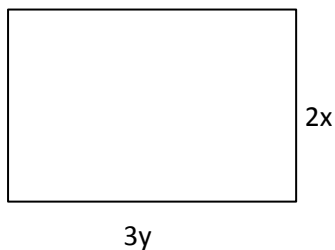
1. Sidene i trekanten under har lengden x . Skriv et uttrykk for omkretsen av trekanten under ved hjelp av x :



2. Skriv følgende uttrykk så enkelt som mulig: $2x+3x+8x$

3. Finn verdien av x i likningen (vis utregning): $x+2=5$

4. Sidene i rektangelet under har lengdene $3y$ og $2x$. Skriv et uttrykk for omkretsen av rektangelet under:



5. Hvis $a+b = 13$ og $a = 4$. Hva er verdien av b ? (Vis utregning)

6. Skriv følgende uttrykk så enkelt som mulig: $5b \cdot 3b$

7. Hvis $9b=18$, hva er $b \cdot 4$? (Vis utregning)

8. Finn tallet som skal være under tallet **5** i rekka under og et uttrykk for **n**:

Tallnummer	1	2	3	4	5	n
Tallfølge	7	10	13	16		

Vedlegg 2c: Tidsplan for feltforsøk

Dato	Tidspunkt	Aktivitet
Torsdag 17/10	11:00-13:00	Pretest (30 min) og plenumsundervisning. 60 min pr. klasse.
Fredag 18/10	11:00-13:00	Lærer styrer. 60 min pr klasse.
Mandag 21/10	13:10-14:40	Lærer styrer. 45 min pr klasse. (Kikora og DragonBox)
Onsdag 23/10	08:30-10:30	Lærer styrer. 60 min pr klasse. (Kikora og DragonBox)
Torsdag 24/10	11:00-13:00	Lærer styrer. 60 min pr klasse. (Kikora og DragonBox)
Fredag 25/10	11:00-13:00	Lærer styrer. 60 min pr klasse. (Kikora og DragonBox)
Mandag 28/10	13:10-14:40	Lærer styrer. 45 min pr klasse. (Kikora og DragonBox)
Onsdag 30/10	08:30-10:30	Lærer styrer. 60 min pr klasse. (Kikora og DragonBox)
Torsdag 31/10	11:00-13:00	Lærer styrer. 60 min pr klasse. (Kikora og DragonBox)
Fredag 1/11	11:00-13:00	Posttest for begge klasser (30 min) og evt. plenumsundervisning.
Mandag 4/11	11:00-13_00	Intervju av lærer og utvalgte elever.

Vedlegg 2 d: Transkript notasjon

[tekst] Indikerer start og stopp av overlappende snakk

↑ Tonasjon som går opp.

(#.0) Et nummer i parantes indikerer tiden i sekunder med hensyn til pause i samtalen

(.) En liten pause. Vanligvis mindre enn 0.2 sekunder.

(tekst) Ikke-verbal aktivitet.

