

ANNIKEN FURBERG, JAN ARILD DOLONEN, IRINA ENGENESS OG STIAN JESSEN

Læremidler og arbeidsformer i naturfag i ungdomsskolen

En casestudie i prosjektet ARK&APP, naturfag, 10. klasse

ANNIKEN FURBERG, JAN ARILD DOLONEN, IRINA ENGENESS OG STIAN JESSEN



UiO : Universitetet i Oslo

© ANNIKEN FURBERG, JAN ARILD DOLONEN, IRINA ENGENESS OG STIAN JESSEN

2014

ISBN: 978-82-569- 7008-7 (trykt)

ISBN: 978-82-569- 7009-4 (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 grunntutdanningen (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 og eksternt leser Ole-Johan Eikeland 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, desember, 2014.



Læremidler og arbeidsformer i naturfag i ungdomsskolen

En casestudie i prosjektet *ARK&APP*, naturfag, 10. klasse.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag.....	7
Summary.....	9
1 Innledning.....	11
1.1 Beskrivelse av casen.....	12
1.2 Kompetansemål og undervisningsforløpet.....	12
2 Læremidler og arbeidsformer i naturfag.....	13
2.1 Læremidler i bruk.....	14
2.2 Elevenes læringsutbytte knyttet til bruk av læremidler.....	16
3 Feltarbeid, data og metode.....	19
3.1 Beskrivelse av feltarbeidet.....	19
3.1.1 Beskrivelse av casen.....	19
3.1.2 Beskrivelse av utvalgte digitale læremidler og læringsressurser.....	22
3.2 Analyser av data.....	23
3.3 Analysestrategi.....	24
4 Resultater.....	26
4.1 Arbeidsformer og læremidler.....	26
4.2 Engasjement og læring.....	29
4.3 Læremidlers og arbeidsformers funksjon i klasseromsinteraksjoner.....	31
4.3.1 Fra gruppeaktivitet til helklasseaktivitet.....	32
<i>Gruppeaktivitet</i>	33
<i>Lærerstyrt helklassedialog</i>	34
4.3.2 Fra helklasseaktivitet til gruppeaktivitet.....	36
<i>Gruppeaktivitet</i>	39

5	Drøfting av funn.....	43
	Referanser.....	48
	Vedlegg 1a: Definisjon av læremidler, teori og forskningsdesign	51
	Referanser til vedlegg 1	59
	Vedlegg 2: Pre og posttestoppgaver	60

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 andre av tre kvalitative caser i naturfag, med utgangspunkt i kompetansemålene i læreplanen. Casen er gjennomført våren 2014 på 10. trinn ved 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 læremidlene i interaksjonen mellom lærer og elever?

I denne casen følger vi én lærer og en gruppe på 74 elever fordelt på to klasser på 10. trinn (15-åringer) som jobbet med ulike læremidler i naturfag. Temaet for undervisningsopplegget var «Arv og miljø» og forløp over 4 uker. Opplegget var et samarbeid mellom lærer og forskere, men det var læreren som utviklet detaljene rundt undervisningen og var ansvarlig. Elevene ble fulgt gjennom hele undervisningsforløpet, som var fordelt over 11 skoletimer. Data i denne casen består av pre- og posttest rettet mot elevenes læringsutbytte, observasjoner og videoopptak av ulike former for klasseromsinteraksjon og engasjement, samt intervjuer med utvalgte elever og lærer. Med et slikt oppsett kunne vi undersøke elevenes engasjement og læringsutbytte, og hvordan dette sto i relasjon til ulike former for interaksjon mellom elever, lærer og de ulike læremidlene og ressursene i bruk.

Analysene av datamaterialet gir et tydelig bilde av en variert bruk av læremidler og ressurser, og kan sies å stå i kontrast til tidligere forskning som viser at læreboka oftest dominerer naturfagundervisningen. Funnene i denne casen heller mer i retning av nyere forskning, som viser at læreboka blir brukt som et strukturerende element, men at også andre læringsressurser blir brukt både av lærer og elever som komplementære ressurser. Et annet funn er at tiden ble jevnt fordelt på papirbaserte læremidler og andre ressurser (f.eks. lærebok, kladdebok, oppgaveark og tavle) og digitale ressurser for læring (f.eks. bærbare PC-er, iPad-

er, interaktiv tavle og PowerPoints). Et tredje funn er at arbeidsformene varierte i høy grad, med jevn fordeling av helklasseaktiviteter, gruppeaktiviteter og individuelle aktiviteter. Selv om kombinasjonen av ulike arbeidsformer bekrefter et velkjent undervisningsmønster i norske klasserom, så er analysene i rapporten mer komplekse og nyanserte fordi vi trekker inn bruken av ulike læremidler og ressurser. Her viser observasjonsdataene hvordan lærer og elever i denne casen kontinuerlig vekslet mellom ulike læremidler og ressurser i og mellom ulike arbeidsformer. Analysene av pre- og posttestresultatene viser at elevene hadde et stort læringsutbytte.

De empiriske funnene gir grunnlag for å drøfte undervisning og læring med varierte læremidler og ressurser. Vi ser først på helklassedialogen og betydningen av det å *designer læringssekvenser der elever får mulighet til å uttrykke sin faglige forståelse* utviklet gjennom gruppearbeid. Slike helklassedialoger ga læreren og medelever mulighet til å utdype, korrigere og konsolidere elevenes faglige forståelse. For det andre viser analysene *betydningen av det å støtte elevenes læringsprosesser ved å bruke ulike visuelle kunnskapsrepresentasjoner* for å forklare komplekse begreper og fenomener. Variasjon i visuelle representasjoner bidro i denne casen til høy grad av elevdeltakelse og engasjement. For det tredje viser denne casen hvordan bruk av varierte arbeidsformer og læringsressurser *ga elevene mulighet til å overskride en type forenklet kunnskapsformidling*. Et eksempel på dette kommer til uttrykk i situasjonen der en elevgruppe finner informasjon som er i uoverensstemmelse med læreboka. Læreren reagerer med å spørre elevene om å finne utfyllende informasjon som de så kan dele med resten av klassen i den påfølgende helklassediskusjonen. Overordnet sett viser denne studien betydningen av lærerens evne til god klasseledelse; altså viktigheten av det å strukturere og støtte elevenes læringsforløp i klasserom der det både arbeides med digitale og papirbaserte læremidler.

Summary

Within the frame of the research project ARK&APP (2013–2015) two quantitative surveys and 12 qualitative case studies are conducted. The present case study is the second of three case studies in science education. Three research questions have guided the study:

- How are educational resources used in teaching practices?
- How do educational resources foster engagement and learning among students?
- What role do various educational resources play in interactions between students and their teacher?

In this study we observed a lower secondary school class of 74 students (aged 15 - 16) and their teacher in a Science project “Genes and Inheritance”. The project took 11 lessons spread over 4 weeks in February and March 2014. The teacher and the researchers planned it as a collaborative effort, however, it was the teacher who carried full responsibility for the execution of the project. The teacher had his freedom in choosing learning resources, teaching methods and finalising the lessons plans. Four researchers completed the observations during the project. The data included pre- and post-tests evaluating students’ learning outcomes, observations and video recordings of various forms of classroom interactions as well as the interviews with the students of the focus group and the teacher. With this setup, we were able to investigate the impact of the used learning resources on students’ engagement and their learning outcomes, as well as to explore the role of various educational resources in the interactions between the students and the teacher.

The analysis of the data material reflects a broad variety of the learning resources used, which contrasts earlier research claiming that textbooks dominate classroom teaching in science education. Hence, the results of the present study point in the direction of more recent research which indicates that textbooks are used as structuring elements within instruction, but most often in combination with other learning resources – also digital. Another finding is that the time spent on work with various learning resources was evenly shared between analogue (e.g. textbooks, task sheets and whiteboards) and digital learning resources (e.g. laptops, iPads, interactive whiteboards and PowerPoints). The third finding is that the working methods varied significantly with even distribution between class-, group and individual activities. Even though the combination of different methods confirms a familiar pattern of teaching in Norwegian classrooms, it becomes complex and nuanced when we examine the

actual use of various learning resources. Our observational data displays *how* the teacher and the students alternated between different learning materials and resources when employing various working methods. The analysis of pre- and posttests shows that the students had high learning gains from the science project.

The empirical findings provide a basis for emphasizing and discussing aspects related to teaching and learning with multiple learning materials and resources. Firstly, the continuous and seamless shifting between various learning resources and working methods show the importance of *designing learning sequences where students are given an opportunity to express their conceptual understanding* developed through group work and in whole class interactions. Such whole class interactions represent arenas for the teacher and the students to shape, deepen and consolidate students' conceptual understanding. Secondly, the whole spectrum of learning resources and working methods show the importance of *various visual forms of knowledge representation* in building of students' understanding of complex concepts and phenomena. In this case study the variety of visual representations contributed to a high level of participation and engagement among the students. Thirdly, this case study shows how the use of varied learning resources and working methods provides *the opportunity for students to exceed authoritative knowledge or facts, which are often presented in textbooks*. This opportunity may surface if the teacher is able to incorporate students' experience when they come across contradicting explanations and views in Science. Finally, this study contributes to conceptualizing of classroom management in ICT-rich environments, and emphasizes the importance of a teacher in structuring students' learning process as well as supporting students in their development of conceptual understanding within a complex subject domain.

1 Innledning

I forskningsprosjektet *ARK&APP* (2013–2015) blir det gjennomført to kvantitative og 12 kvalitative studier, såkalte casestudier. De kvantitative studiene er to nasjonale spørreundersøkelser, en våren 2013 og en høsten 2014. Disse undersøker skoleeieres og skolelederes forhold til læremidler i grunnopplæringen, og hvordan lærere velger og bruker læremidler i sin planlegging, gjennomføring av undervisning samt vurderingsarbeid. Funnene fra disse spørreundersøkelsene blir presentert i egne kapitler i NIFU-rapporten *Spørsmål til Skole-Norge* (2013 og 2014), samt i tre synteserapporter til slutt i prosjektet (2015/16). Hver enkelt casestudie er en såkalt dybdestudie, og analyserer sammenhengen mellom arbeidsmåter og bruken av læremidler i fire fag: samfunnsfag, engelsk, matematikk og naturfag. Resultatene fra disse caserapportene og de to nasjonale spørreundersøkelsene vil samlet bli drøftet i de tre synteserapportene. Samlet vil disse endelige rapportene svare på prosjektets fem problemstillinger (se vedlegg 1). Hver caserapport eller delrapport underveis i prosjektet gir derfor ikke fullgode svar på samtlige problemstillinger i prosjektet.

Rapporten som her foreligger, beskriver den andre av tre caser i naturfag. Casen er gjennomført våren 2014 på 10. trinn ved en ungdomsskole på Østlandet. Resultatene i denne rapporten er knyttet til kompetansemålene i læreplanen for naturfag. Tre hovedspørsmål er grunnleggende for analysen:

- 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?

Denne rapporten gir først en kort beskrivelse av casen som er gjennomført og de spesifikke kompetansemålene som er knyttet til den. I del 2 gis det en kunnskapsstatus for den forskningen som belyser bruken av læremidler og arbeidsmåter i naturfag 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 deltakelse, engasjement og læring hos elevene.

1.1 Beskrivelse av casen

I denne rapporten følger vi én lærer og en gruppe på 74 elever (2 klasser) på 10. trinn (15-åringer) som jobbet med ulike læremidler i naturfag ved en ungdomsskole vest for Oslo. Temaet for undervisningsopplegget var «Arv og miljø» og forløp over 4 uker våren 2014. Undervisningsopplegget ble planlagt i et samarbeid mellom lærer og forskere, men lærer var den som utviklet det detaljerte undervisningsopplegget, og som sto ansvarlig for selve undervisningen. Skolen i denne casen vektlegger elevsamarbeid og bruk av teknologi i undervisningen. Det var derfor naturlig at undervisningsopplegget var i tråd med vanlig praksis på skolen. Undervisningsopplegget ble inndelt i syv tematiske økter, hvorav hver økt besto av tre hovedaktiviteter: helklasseaktiviteter, individuelt arbeid og gruppearbeid. En sentral del av undervisningsopplegget var bruken av både analoge og digitale læringsressurser både i helklasseaktiviteter og i gruppearbeid. En hovedintensjon med denne casen var at undervisningsopplegget i størst mulig grad skulle ligge nær opp til de arbeidsmetoder og bruk av læremidler/ressurser som var vanlig ved denne skolen.

Som grunnlag for analysene av denne casen ligger ulike typer datakilder som pre- og posttester, lærer- og elevintervjuer, klasseromsobservasjoner og videoopptak av klasseromsinteraksjon i ulike settinger. Med et slikt datagrunnlag kunne vi undersøke elevenes engasjement og læringsutbytte, og hvordan dette sto i relasjon til ulike former for interaksjon mellom elever, lærer og de ulike læremidlene og ressursene.

1.2 Kompetansemål og undervisningsforløpet

Utgangspunktet for undervisningen i denne casen er læreplanens kompetansemål knyttet til hovedområdet «Mangfold i naturen» for trinn 8–10 i naturfag. Sentralt for dette hovedområdet er kunnskap om og respekt for naturens mangfold, og det å forstå menneskets plass i naturen.

Kompetansemålene for hovedområdet «Mangfold i naturen» er:

- Forklare hovedtrekkene i evolusjonsteorien og gjøre rede for observasjoner som støtter teorien
- Beskrive oppbygningen av dyre- og planteceller og forklare hovedtrekkene i fotosyntese og celleånding
- Gjøre rede for celledeling og for genetisk variasjon og arv
- Forklare hovedtrekk i teorier for hvordan jorda endrer seg og har endret seg gjennom tidene, og grunnlaget for disse teoriene
- Undersøke og registrere biotiske og abiotiske faktorer i et økosystem i nærområdet og forklare sammenhenger mellom faktorene

- Observere og gi eksempler på hvordan menneskelig aktivitet har påvirket et naturområde, undersøke ulike interessegruppers syn på påvirkningen og foreslå tiltak som kan verne naturen for framtidige generasjoner
- Gi varierte eksempler på hvordan samer utnytter ressurser i naturen

Skolen i denne casen brukes læreboka *Eureka! 10* (Hannisdal, Hannisdal, Haugan, & Synnes, 2008) i naturfagundervisningen på 10. trinn. I denne casen skulle elevene jobbe med kapittel 1 om «Arv og miljø». I websidene til *Eureka! 10*¹ er det lagt ut lenker til læringsressurser som kan støtte lærere og elever i arbeidet med blant annet dette kapitlet. På websidene til dette kapitlet var spesielt Viten.no-programmene² anbefalt ettersom de passer både med hovedområder og læreplanmål. Både kapittel 1 i *Eureka! 10* og Viten.no-programmet «Celler» skal dekke kompetansemålene «Beskrive oppbygningen av dyre- og planteceller og forklare hovedtrekkene i fotosyntese og celleånding» og «Gjøre rede for celledeling og for genetisk variasjon og arv». I undervisningsforløpet benyttet derfor læreren seg av både læreboka og Viten.no-programmet sammen med andre nettbaserte læringsressurser som enten var anbefalt i læreboka, eller som han selv mente var nyttig for elevenes forståelse. Enkelte deler av kapittel 1, som «Genetisk variasjon» og «Celledeling», ble ansett som såpass komplekse at læreren her valgte å bruke mer tid til disse temaene enn de andre undertemaene. Lengden på skoletimene var 60 minutter, og undervisningen besto annenhver gang av én skoletime eller to skoletimer – sistnevnte med bare en kort pause mellom timene.

2 Læremidler og arbeidsformer i naturfag

I denne rapporten har vi tre forskningsspørsmål som fokuserer vårt utvalg av forskningslitteratur knyttet til hva vi vet om bruk av læremidler i naturfagundervisningen. Utvalget av litteratur vil være relatert til følgende:

- Forskning på bruk av læremidler/læringsressurser (analoge og digitale) i naturfagundervisningen, spesielt innenfor biologi.
- Forskning på hvordan elevenes forståelse av naturfaglige fenomener er knyttet til bruk av læremidler/læringsressurser. (Se Vedlegg 1a for avklaring av disse begrepene.)

¹ <http://web2.gyldendal.no/eureka/eureka10/index.html>

² <http://www.viten.no/nob/>

2.1 Læremidler i bruk

Tidligere forskning på klasseromspraksis i naturfag viser at læreboka er et dominerende læremiddel i skolen både i Norge og internasjonalt (f.eks. Açikalin, 2014; Juuhl, Hontvedt, & Skjelbred, 2010; Knudsen et al., 2011; Skjelbred, Solstad, & Aamotsbakken, 2005; Trygstad et al., 2013).

Undersøkelsen ICILS 2013 fokuserer på norske elever og læreres digitale ferdigheter (Ottestad, Throndsen, Hatlevik & Rohatgi, 2014). Elever og lærere på 9. trinn ved totalt 138 norske skoler deltok i studien. Et overordnet funn er at norske elever presterer godt over det internasjonale gjennomsnittet når det gjelder digitale ferdigheter, og at Norge befinner seg blant de høyt presterende landene i undersøkelsen. Videre viser undersøkelsen at norske lærere er mer positive til bruk av IKT undervisningen sammenliknet med lærere i andre land. Likevel er det slik at elevene rapporterer om mindre bruk av datamaskin i skolen enn sammenliknet med for eksempel danske og polske elever. Det er også slik at bruken av datamaskin varierer mellom fagene; elevene bruker datamaskin sjeldnere i naturfag sammenliknet med både norsk, samfunnsfag og fremmedspråk (Ottestad, Throndsen, Hatlevik & Rohatgi, 2014, p. 26).

Juuhl, Hontvedt og Skjelbred (2010) har oppsummert forskning om hvordan ulike typer læremidler ble brukt i norsk skole (herunder også naturfag) frem til Kunnskapsløftet i 2006. Resultatene viser at læreboka frem til LK 06 var det mest brukte læremidlet. I den internasjonale komparative studien TIMSS 2007 (Trends in International Mathematics and Science Study) ble elever og lærere på 4. og 8. trinn stilt en rekke spørsmål om undervisning i naturfag (Bergem, Nylehn & Grønmo, 2009). Resultatene viser at sammenliknet med andre land er arbeidsformer i naturfag i større grad preget av at læreren står ved kateteret og går gjennom temaer fra læreboka, og at elevene deretter jobber individuelt med oppgaver. Videre viser undersøkelsen at Norge ligger under det internasjonale gjennomsnittet når det gjelder antall naturfagstimer per år på 8. trinn, og at man i norske klasserom bruker mindre tid på naturfagseksperimenter, prøver og gjennomgang av lekser sammenliknet med andre land.

Internasjonalt så gjennomgår og systematiserer Knudsen et al. (2011) norsk og internasjonal forskning om trykte og digitale læremidler i perioden 2000–2011. Oversiktsstudien deres viser at størstedelen av forskningslitteraturen fokuserer på bruk av lærebøker. Videre hevder Knudsen et al. at forskning på bruk av læremidler i liten grad er knyttet til observasjoner i klasserommet eller intervjuer av lærere og/eller elever, noe som gjør det vanskelig å

konkludere hvordan læremidler brukes. I en tyrkisk studie fokuserer Açikalin (2014) på nyutdannede tyrkiske naturfaglæreres oppfatninger om hvordan ulike læremidler og læringsressurser kan brukes på en god måte. Hennes resultater viser at naturfaglærere først og fremst ønsker å bruke PowerPoint for å presentere stoffet, samtidig som læreboka konsulteres for å gi PowerPoint-presentasjonen faglig retning. Trygstad et al. (2013; se også Banilower et al., 2013) forsterker dette inntrykket i den amerikanske studien «2012 National Survey of Science and Mathematics Education» der 7752 naturfag- og matematikklærere fra hele USA deltok. Deres analyser viser at lærere benytter nærmere 25 % av undervisningstiden til bruk av læremidler, hvorav læreboka bare utgjør en liten del. Imidlertid er det slik at læreboka oppfattes som sentral for å strukturere undervisningen selv om lærerne bruker annet læringsmateriell. Trygstad et al. (2013) påpeker imidlertid også at amerikanske matematikk- og naturfaglærere i visse tilfeller velger bort struktur og innhold fra læreboka hvis de mener at det ikke er relevant. Dette har også blitt vist av Pepin, Gueudet og Trouche (2013) i studier av europeiske matematikklærere. Disse studiene viser at dersom lærere 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.

Selv om læreboka er en svært viktig ressurs som i høy grad strukturerer undervisningen, så er det ingen tvil om at bruk av digitale læremidler er i fremgang både i Norge og internasjonalt (Hatlevik et al., 2013; Knudsen et al., 2011; Smetana & Bell, 2012). «Monitor» er en serie av kvantitative undersøkelser gjort annethvert år siden 2003 av Senter for IKT i Utdanning. Her blir norske lærere og elever på 7. trinn, 9. trinn og videregående skole (Vg2) spurt om deres bruk av digital teknologi både på skolen og hjemme. Tendensen viser tydelig økt bruk av digitale læremidler i naturfag (Hatlevik et al., 2013). Fokuset på digital teknologi er også økende innen forskning på læring i naturfag der man blant annet undersøker hvordan ulike læremidler, læringsressurser og representasjoner av naturfaglige fenomener og prinsipper påvirker læring. For eksempel har det vært forsket en del på det norske læremidlet Viten.no (Jorde et al., 2003), som har sitt utspring i den amerikanske læringsressursen WISE (Linn, Clark & Slotta, 2003; Linn & Eylon, 2011). Knyttet til disse læringsressursene har det vært forsket på bruken av forskjellige kursmoduler (f.eks. Mork, 2006; Linn & Eylon, 2011) og ulike støtteverktøy og former for visualiseringer som har blitt implementert i kursmodulene (f.eks. Furberg, 2009; Furberg & Arnseth, 2009). For eksempel viser Linn og Eylon (2011) til ulike casestudier der forskjellige kursmoduler og deler knyttet til WISE har blitt designet og

testet ut. Resultatene tyder på at det kan være krevende for lærere å sette seg inn i slike læringsressurser der komplekse undervisningsformer og teknologi smelter sammen, men at elevenes læringsutbytte når de bruker de ulike modulene i WISE, kan være betydelig (Linn & Eylon, 2011). Furberg og Arnseth (2009) viser i sin studie hvordan elever jobber med ulike former for visualiseringer og refleksjon innbakt i Viten.no. Funnene fra studien tyder på at lærere og læringsressurser ikke bør fokusere på formidling av fakta, men isteden sørge for å skape situasjoner som kjennetegnes av gruppesamarbeid, elevdiskusjoner, visualisering og refleksjon. Lærere og læringsressurser bør støtte elevene i å tilegne seg forståelse gjennom å diskutere, argumentere og forklare det de har erfart.

2.2 Elevenes læringsutbytte knyttet til bruk av læremidler

TIMSS 2007 viste at arbeidsformer i norske naturfagstimer var, sammenlignet med andre land, preget av tradisjonell plenumsundervisning basert på læreboka og individuell oppgaveløsning (Bergem, Nylehn, & Grønmo, 2009). Til tross for en bedring fra TIMSS 2007 til 2011, viser undersøkelsene at norske elever på 8. trinn presterer markant lavere enn elever i andre land i naturfag (Grønmo et al., 2012). Også de norske PISA-undersøkelsene viste at norske elever både i 2006 og 2012 hadde en gjennomsnittlig naturfag-skår som var lavere enn gjennomsnittet i OECD (Kjærnsli et al., 2007; Kjærnsli & Olsen, 2013).

Internasjonale metastudier av forskning med fokus på ulike undervisningsformer i naturfag viser at elever har et større læringsutbytte i situasjoner der de bruker digitale læremidler (Slavin et al., 2014; Smetana & Bell, 2012). Imidlertid er det viktig å merke seg at støtte til produktiv elevsamhandling og læring varierer med sosial organisering, arbeidsformer, oppgaveform, type teknologi og lærerintervensjon. Når det gjelder type teknologi, viser oversiktsstudier at digitale ressurser for læring der innholdet blir presentert til elevene (eng: tutorials), eller der elevene bruker drillprogrammer (eng: drill and practice), har best effekt på de yngre elevene. Etter hvert som elevene blir eldre (videregående/høyskole), virker det imidlertid som at mer generelle teknologirike omgivelser der elevene står friere til å undersøke på egen hånd, har samme eller bedre effekt enn drillprogrammer eller innholdsdrivne læringsressurser (Lou et al., 2001). Eksempler på teknologirike omgivelser der elevene selv må undersøke fenomener og skape mening, er digitale simuleringer og dataspill. For eksempel undersøker Smetana og Bell (2012) resultatene fra 61 empiriske studier som omhandler effektene av digitale simuleringer i blant annet naturfag. De viser at digitale simuleringer er like eller mer effektive enn tradisjonell kateterundervisning for de litt

eldre elevene. Digitale simuleringer er spesielt effektive når de brukes som supplement til ordinær undervisning. Det vil altså si i settinger der læreren først rammer inn temaet og sentrale begreper, og elevene deretter bruker simuleringer til å undersøke og reflektere omkring forskjellige problemstillinger og ulike syn på naturfaglige fenomener.

Jevnt over kan man hevde at samarbeid i små grupper generelt har større positiv effekt på elevers læring enn plenumsundervisning eller individuelt arbeid (Lou et al., 2001; Slavin et al., 2014). Imidlertid er effekten av små grupper betinget av samarbeidsformen. I en metaanalyse av 37 internasjonale studier viser Furtak et al. (2012) for det første en positiv effekt av undersøkelsesbasert undervisning og læring. For det andre peker de på betydningen av lærerens rolle som støttespiller og veileder i slike læringssituasjoner, altså det å hjelpe elevene til å se relevansen av enkeltdelene i undersøkelsesarbeidet sitt, og ikke minst det å hjelpe elevene til å organisere et slikt arbeid som strekker seg over tid.

Oversiktsstudiene til Lou et al. (2001), Furtak et al. (2012) og Slavin et al. (2014) baserer seg i hovedsak på effektstudier der man måler effekten av ulike læringsressurser eller arbeidsformer i kontrollerte omgivelser. Disse studiene kan gi oss kunnskap om hva som potensielt kan fungere godt i klasserommet. Likevel er det slik at effektstudier kan ha det man refererer til som lav «økologisk validitet» (Cole, 1996). En studies grad av økologisk validitet sier noe om i hvilken grad undersøkelsen gjennomføres under betingelser som ligner situasjonen eksperimentet skal si noe om. Ofte er det slik at et vanlig klasserom er mer komplekst enn det eksperimentelle oppsettet effektstudier ofte har. Derfor er det viktig at vi supplerer kunnskapen fra effektstudier med observasjoner fra ordinære klasserom, der vi fokuserer på hvordan elever og lærere benytter seg av og skaper mening i den sosiale sammenhengen de opptrer i, og med de læremidlene som benyttes.

Et eksempel på en analyse av kompleksiteten vi finner i vanlige klasserom, gis av Furberg (2009) som følger to 10.-klasser over 15 skoletimer der elevene jobber i par og grupper med kursmodulen «Genetikk» i det digitale læremidlet Viten.no (Jorde et al., 2003). Furberg undersøker hvordan elever samspiller med Viten.no generelt, men også spesielt med en type pop-up-vinduer der elevene får et spørsmål som de skal svare på i et felt under (eng: prompts), og som er ment å stimulere elevene til refleksjon. Ved å analysere interaksjon mellom elever, lærer og teknologi viser Furberg på den ene siden at når elevene jobber generelt med Viten.no, så tilnærmer de seg faglige begreper på en forståelsesorientert måte. Det vil si at de diskuterer, finner forklaringer og utdyper sin forståelse for hverandre. Når elevene jobber med

refleksjonsoppgavene de møter i pop-up-vinduene, blir elevene mer faktaorientert, noe som innebærer en høy grad av klipp og lim-strategier (eng: copy and paste, se også Furberg & Rasmussen, 2012). Furberg tolker ulikheten i praksis i de to tilfellene med at når elevene møter pop-up-vinduene (promptene), så oppfatter de det som en testsituasjon, ettersom svarene deres blir lagret og kan bli sjekket av læreren. Da velger de å ikke reflektere og diskutere, men heller gå for svar de tror er fakta. I forlengelsen av dette argumenterer Furberg med at det er viktig at læreren ikke bare veileder elevene i temaet, men også er tydelig på hva som forventes av elevene i denne settingen.

I løpet av det siste tiåret har det også blitt gjort flere studier av multimodalitet i naturfagundervisningen, altså situasjoner der elever gjør bruk av ulike verktøy og ulike måter å fremstille kunnskap på (Tytler, Prain, Hubber, & Waldrip, 2013). Et eksempel på en slik studie er Gillen et al. (2008), som viser hvordan interaktive tavler brukes som et multifunksjonelt verktøy for å støtte ulike måter å representere naturfaglige begreper på. Bruken av interaktive tavler har vært økende både i Norge og internasjonalt. Gillen et al. (2008) viser hvordan en lærer tar i bruk potensialet interaktive tavler har for å kunne representere et naturfaglig fenomen ved hjelp av ulike uttrykksformer som video, animasjoner, bilder, diagrammer og tekst. Analysene viser at for å skape et potensial for læring av komplekse fenomener trenger man verktøy med flere funksjoner og former for representasjon som gir elevene ulike innganger til å forstå disse fenomenene. Gillen et al. (2008) argumenterer for at interaktive tavler gjør det lettere og raskere å støtte ulike måter å representere naturfaglige begreper på enn tidligere. Samtidig poengterer de at det er viktig at læreren utarbeider et læringsforløp der de ulike representasjonsformene i samspill kan skape ny forståelse hos elevene.

For å oppsummere litteraturen på området: Det kan se ut til at læreboka er et viktig læremiddel som strukturerer naturfagundervisningen. Imidlertid er det klart at bruk av digitale læremidler er økende, men vi vet fortsatt relativt lite om *hvordan* de brukes. Forskning viser at digitale læremidler generelt har en positiv effekt på elevenes forståelse av naturfag, sammenliknet med tradisjonell kateterundervisning. Samtidig er denne læringseffekten sterkt knyttet til typen sosial organisering (f.eks. små grupper), arbeidsformer (f.eks. undersøkelsesbasert) og læremidler (f.eks. simuleringer). Videre viser kvalitative klasseromsstudier at det er et komplekst samspill mellom elever, lærere og teknologi. Digital læringsteknologi er alltid designet med intensjon om bruk, men i hvilken grad intensjonen

realiseres er avhengig av om lærere og elever finner teknologien relevant for deres arbeidsoppgaver.

3 Feltarbeid, data og metode

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

3.1 Beskrivelse av feltarbeidet

3.1.1 Beskrivelse av casen

Feltarbeidet ble gjennomført våren 2014 (24.02–26.03). 74 elever og én lærer deltok i prosjektet. Læreren var ansvarlig for naturfagundervisningen på 10. trinn ved caseskolen. I prosjektperioden var elevene delt i to grupper, noe som innebar at det samme opplegget ble gjennomført etter samme mal to ganger. Temaet for undervisningsopplegget var arv og genetikk, og forløpet gikk over 11 skoletimer (à 60 minutter) fordelt på 3 timer per uke i 4 uker. I forkant av feltarbeidet hadde tre forskere fra prosjektet hatt tre planleggingsmøter med læreren.³ På disse møtene ble det diskutert på et overordnet nivå hvilke undertema elevene skulle igjennom, hvilke undervisningsmetoder som skulle være sentrale, samt ulike typer læremidler/ressurser som kunne være relevante å ta i bruk. Når det gjelder den mer detaljerte planleggingen, og ikke minst gjennomføringen av selve undervisningsopplegget, var det læreren som sto ansvarlig. Det var også læreren som utformet den endelige undervisningsplanen. Som nevnt i del 2, speiler arbeidsformene og bruken av læremidler i dette prosjektet hvordan naturfagundervisningen gjennomføres til vanlig. Læreren fortalte i intervjuet at det varierer *hvor mye* digitale læremidler/ressurser brukes i hvert av naturfagstemaene. I arbeidet med arv og miljø blir digitale læringsressurser brukt relativt mye. På grunn av temaet brukte elevene digitale læremidler mer enn i undervisningsopplegg med andre naturfaglige tema på den aktuelle skolen.

³ Fire forskere var med i datainnsamlingen. Prosjektet ble også brukt som et feltarbeid for en doktorgradsstipendiat ved Institutt for pedagogikk ved Universitetet i Oslo. I forbindelse med doktorgradsprosjektet ble det gjort en forskerinitiert intervensjon i form av utforming og utprøving av to gruppeoppgaver som ble integrert i det øvrige undervisningsopplegget. Disse oppgavene var utformet som resonneringsoppgaver, altså oppgaver der elevene på basis av gruppediskusjoner, bruk av visuelle modeller og innhenting av relevant informasjon skulle komme frem til en løsning på et problem relatert til genetikk. Oppgavene skilte seg ikke i stor grad ut fra enkelte av gruppeoppgavene læreren selv konstruerte, noe som betyr at forskerintervensjonen fremsto som en integrert del av det øvrige undervisningsopplegget.

Elevene var delt inn i grupper på 4–5 elever som jobbet sammen gjennom hele prosjektperioden. Hver undervisningsøkt hadde en kombinasjon av helklasseaktiviteter, individuelt arbeid og gruppeaktiviteter (se tabell 1 for mer detaljert oversikt over prosjektet). Variasjon er også et stikkord når det gjelder bruk av ulike typer læremidler/ressurser, hvor både digitale og ikke-digitale læremidler/ressurser ble brukt side om side både av lærer og elever.

Skolen der datainnsamlingen ble gjennomført, flyttet inn i nytt skolebygg for mindre enn 10 år siden, og har relativt moderne infrastruktur med hensyn til fleksible romløsninger, stikkontakter og nettverk. Elevene kan enkelt ta i bruk bærbar teknologi i form av bærbare PC-er, iPad og smarttelefoner. Et problem som ble løftet frem av både rektor og lærer, var at skolens nettforbindelse i perioder er så ustabil at lærerne finner det usikkert å gjennomføre IKT-baserte undervisningsopplegg. Grunnlaget for opplæringen ved skolen er 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 på 10. trinn styres av et lærerteam på fire lærere. Denne organiseringen ga fleksibilitet ved at flere klasser av og til kunne jobbe sammen i større prosjekter, eller at man ved behov delte klassene i mindre grupper av varierende størrelse. I tillegg var elevene delt inn i basisgrupper på fire elever. Basisgruppene satt samlet i skoletimene, noe som gjorde det lett for dem å samarbeide ved behov. Læreren i casen har både realfag og biologi som del av sin utdanning. Han hadde 11 års erfaring som naturfagslærer hvorav åtte år på denne skolen.

Tabell 1: Oversikt over feltarbeid

Dato	Varighet	Tema	Aktivitet (hovedstruktur)	Læremidler/ressurser	Teknologi
26.02	120 min	Celleoppbygning	<i>Helklasse:</i> - Tematrigger <i>Individuelt/Gruppearbeid:</i> - Mobilisering av forkunnskaper <i>Helklasse:</i> - Konsolidering av gruppearbeid	- Newton-program - Oppgaveark - Kopi av læreboktekst - Digitalt vennndiagram - Viten.no - Andre nettsted	- Interaktiv tavle - PC - iPad
03.03	60 min	Celleoppbygning forts. Arv og miljø	<i>Helklasse:</i> - Gjennomgang av lekse om celledeling <i>Gruppeoppgave:</i> - Kategorisering av menneskelige trekk og egenskaper <i>Helklasse:</i> - Konsolidering av gruppearbeid	- Viten.no - Oppgaveark - PowerPoint	- Interaktiv tavle
06.03	120 min	Arvestoffet Arv av egenskaper	<i>Helklasse:</i> - Forelesning om arvestoffet og gentype <i>Individuelt/Gruppearbeid:</i> - Oppgaver om gener og kryssningsskjema	- PowerPoint - Viten.no - Ulike nettsider - Lærebøker og kopiert artikkel	- Interaktiv tavle - PC - iPad
10.03	60 min	Arv og genetisk variasjon	<i>Helklasse:</i> - Forelesning om genetisk variasjon <i>Individuelt/Gruppearbeid:</i> - Oppgaver om genetisk variasjon og arvelige sykdommer	- PowerPoint - Viten.no - Ulike nettsider - Lærebøker	- Interaktiv tavle - PC - iPad
12.03	120 min	Celledeling	<i>Helklasse:</i> - Tematrigger med påfølgende helklassediskusjon <i>Gruppearbeid:</i> - Resonneringsoppgave om meiose og mitose	- PowerPoint - Viten.no - Oppgaveark	- Interaktiv tavle - PC - iPad
17.03	60 min	Oppsummering	<i>Helklasse:</i> - Oppsummering av meiose og mitose - Oppsummering kryssningsskjema <i>Gruppearbeid:</i> - Resonneringsoppgaver om dominante og vikende gener	- PowerPoint - Viten.no - Oppgaveark	- Interaktiv tavle - PC - iPad
20.03	120 min	Genteknologi og genetisk variasjon Avrundning	<i>Helklasse og gruppeaktiviteter:</i> - Oppsummerende aktiviteter inkludert praktiske oppgaver	- PowerPoint - Viten.no - Kopier fra lærebok	- Interaktiv tavle - iPad

3.1.2 Beskrivelse av utvalgte digitale læremidler og læringsressurser

Læreboka *Eureka! 10* (Hannisdal et al., 2008) er den mest brukte læreboka i 10. klasse i naturfag på denne skolen, og alle elevene hadde hvert sitt eksemplar. I tillegg ble andre lærebøker brukt som oppslagsverk eller som supplerende kilder. Disse fantes som klassesett og ble delt mellom alle elevene på trinnet. Læreren kopierer ofte artikler fra aviser eller tidsskrifter eller skriver ut artikler fra internett, som han gir elevene.

Sentalt i denne casen er læremiddelet Viten.no. Viten.no er en internettbasert ressurs utviklet av Naturfagssenteret ved Universitetet i Oslo (Jorde et al., 2003), og inneholder en rekke dataprogrammer som passer til arbeid med kompetansemålene for naturfag. Oppgaven, Dataprogrammene har både tekst, illustrasjoner, interaktive oppgaver og animasjoner/simuleringer, samt mer tradisjonelle refleksjonsoppgaver som elevene kan jobbe med. I dette prosjektet var programmet «Celler»⁴ sentralt. Andre sentrale nettsider var Bioteknologinemdas nettsider⁵ samt nettstedet Forskning.no⁶. Disse nettstedene og deres visualiseringer ble ofte brukt av læreren i helklasseaktiviteter, og likeledes i gruppeaktivitetene der elevene jobbet med oppgaver. Elevene oppsøkte også Wikipedia, Store Norske Leksikon og Statistisk sentralbyrå i gruppearbeidet.

Figur 1. Skjerm bilde fra programmet «Celler» i Viten.no

⁴ Se <http://www.viten.no/vitenprogram/vis.html?prgid=uuid%3A42241581-B892-15A9-626C-00000A2341CD&tid=uuid%3A42241581-B892-15A9-626C-00000A2341CD&grp=>

⁵ Se <http://www.bioteknologiradet.no/>

⁶ Se <http://www.naturfag.no/laremiddel/index.html>

3.2 Analyser av data

Dataene ble innhentet gjennom en pre- og posttest. Det ble gjort notater knyttet til observasjonsskjemaene samt feltnotater i etterkant av hver skoletime. Det ble også gjort videoopptak av lærerens undervisning og av interaksjonen mellom elever og lærer, og mellom elever som arbeider med læremidler. Lærer og elever ble intervjuet etter at undervisningsopplegget var over. I tillegg samlet vi inn planleggingsdokumenter og PowerPoint-presentasjoner, og vi tok bilder underveis.⁷ Tabell 2 oppsummerer de datatypene vi benyttet oss av.

Datatyper	Beskrivelser
Dokumenter	Plandokumenter for prosjektet, lærerens PowerPoint-foiler, møtereferater og e-poster
Pre- og posttester	29 kunnskapsrelaterte spørsmål knyttet til arv og miljø
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	25 timer opptak av helklasseaktiviteter, 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 2. Beskrivelse av de ulike datatypene i case 6, naturfag.

Pre- og posttester ble gjennomført med samtlige 74 elever (se Vedlegg 2). Testene ble i hovedsak laget av en av forskerne, som har mastergrad i naturfagdidaktikk, i konsultasjon med det øvrige forskerteamet. Læreren fikk mulighet til å se gjennom og kommentere spørsmålene i testen. Spørsmålene i testene er basert på oppgaver som man finner i læreboka *Eureka! 10* (Hannisdal et al., 2008) og i TIMSS 2003 (TIMSS 2003 Assessment). Våre testspørsmål har dermed både relevans for lærerens institusjonelle praksis og for våre forskningsspørsmål i denne casen.

⁷ Som tidligere nevnt ble samme undervisningsopplegg gjennomført to ganger. Datainnsamlingen ble gjennomført i den andre gjennomføringsrunden. Ved også å være til stede i den første gjennomføringsrunden, ble det mulig for forskerne å planlegge og tilrettelegge datainnsamlingen som skjedde i den andre runden. Det skjedde ingen kvalitative endringer fra første til andre gjennomføring.

Innsamlingen av de kvalitative dataene ble foretatt i den andre av de to elevgruppene, en gruppe på 38 elever. Notater knyttet til klasseromsobservasjoner 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 (se Figur 2 og 3 for prosentvis fordeling over tidsbruk på de forskjellige aktivitetene). 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.

Det ble gjort 25 timer videoopptak. Opptakene omfattet alle helklasseaktiviteter, alle lærer-elev-interaksjoner samt opptak av elevgruppearbeid. Tre elevgrupper ble valgt ut som fokusgrupper. Samtidig som vi filmet, gjorde vi notater i observasjonsskjemaet vårt og tok bilder av læremidler som ikke ble fanget inn av videokameraet. Når dagen var over, skrev vi hver dag et feltnotat som utfylte det som sto i observasjonsskjemaet. Det ble også foretatt intervju med lærer, samt gruppeintervju med de tre fokusgruppene (se Vedlegg 1c for intervjuguide).

3.3 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 genetikk 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 både helklasse- og gruppeaktiviteter.

Både pretesten og posttesten inneholdt 16 oppgaver, noen med deloppgaver, til sammen 29 spørsmål. De fleste spørsmålene var orientert mot faktakunnskap og konseptuell forståelse og var utformet som flervalgsspørsmål der elevene skulle krysse av for ett valgt alternativ. Kun ett av svaralternativene var korrekt. Tre av spørsmålene var utformet som åpne spørsmål der elevene skulle analysere og resonnere og gi mer utfyllende svar. De åpne spørsmålene og

svarene på dem er i hovedsak data som vil bli brukt i forbindelse med doktorgradsprosjektet, og inngår dermed ikke i rapporteringen av resultatene fra pre- og posttestene i denne rapporten.

For å analysere observasjonsskjemaene har vi summert opp hvor mye tid lærer og elever brukte på ulike aktivitetstyper og læremidler (se Figur 2 og 3). 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.

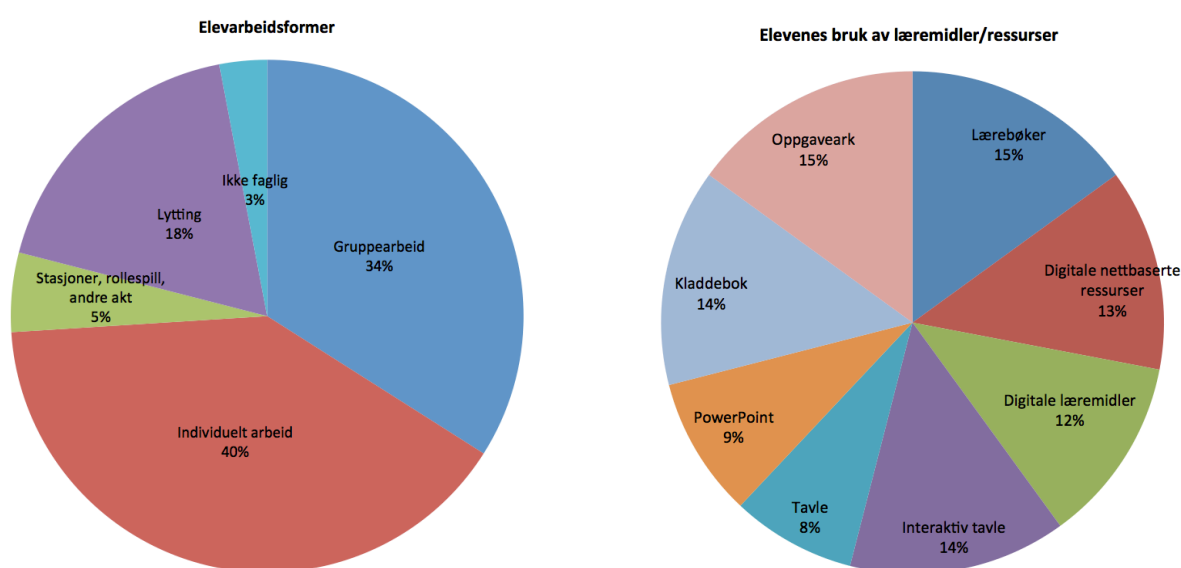
Analyser av videoopptak gir oss mulighet til å forstå hvordan elever og lærere på et mikronivå forholder seg, både til hverandre og til de læremidlene som er i spill i klasserommet. Det betyr slik elever og lærere forholder seg i sin naturlige praksis, og at forskningen derfor har høy økologisk validitet (Cole, 1996). Valg av hvilke 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 læremidlene i bruk 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). En slik tilnærming innebærer at man ikke gjør bruk av forhåndsdefinerte kategorier, men at utdragene heller er ment å fange inn det som deltakerne selv er opptatt av. Hvert av samtaleutdragene representerer det man kan se på som typiske trekk ved lærer- og elevinteraksjonene som fant sted i prosjektet. I denne analysetilnærmingen benytter vi en 2-steps prosess. Først ser vi 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

I denne delen presenteres funnene basert på analysen av de ulike dataene. Den første delen tar for seg funn knyttet til ulike arbeidsformer og bruken av læremidler. Deretter følger en del som tar for seg elevers engasjement og læring basert på resultatene fra pre- og posttesten. I den siste delen presenteres funn knyttet til læremidler og arbeidsformers funksjon i klasserommet, basert på kvalitative analyser av interaksjoner mellom lærer og elever og elevene imellom i ulike deler av prosjektet.

4.1 Arbeidsformer og læremidler

I dette avsnittet skal vi presentere og analysere resultatene fra observasjonene. Detaljerte feltnotater ble laget under hver undervisningstime. Elev- og læreraktiviteter ble analysert ut ifra følgende forhåndsbestemte kategorier: elevarbeidsformer, elevlæringsressurser; lærerarbeidsformer og ressurser brukt av læreren. Basert på dette kan vi diskutere hvordan læremidler ble benyttet i undervisningen. Alle former for elev- og læreraktivitet samt hvilke type læremidler som ble brukt, ble registrert ved bruk av tid (se Vedlegg 1b). Selv om observasjonene og registreringen ikke er helt nøyaktig, så får vi et brukbart kvantitativt mål på hvordan elever og lærer arbeidet i løpet av de 11 skoletimene (660 minutter) selve undervisningen foregikk. Basert på tidsbruk viser kakediagrammet til venstre i Figur 2 elevenes samlede arbeidsformer i prosjektet. Til høyre i Figur 2 vises elevenes bruk av læremidler og læringsressurser.



Figur 2. Elevarbeidsformer i kakediagrammet til venstre og elevenes læremiddel- og ressursbruk til høyre.

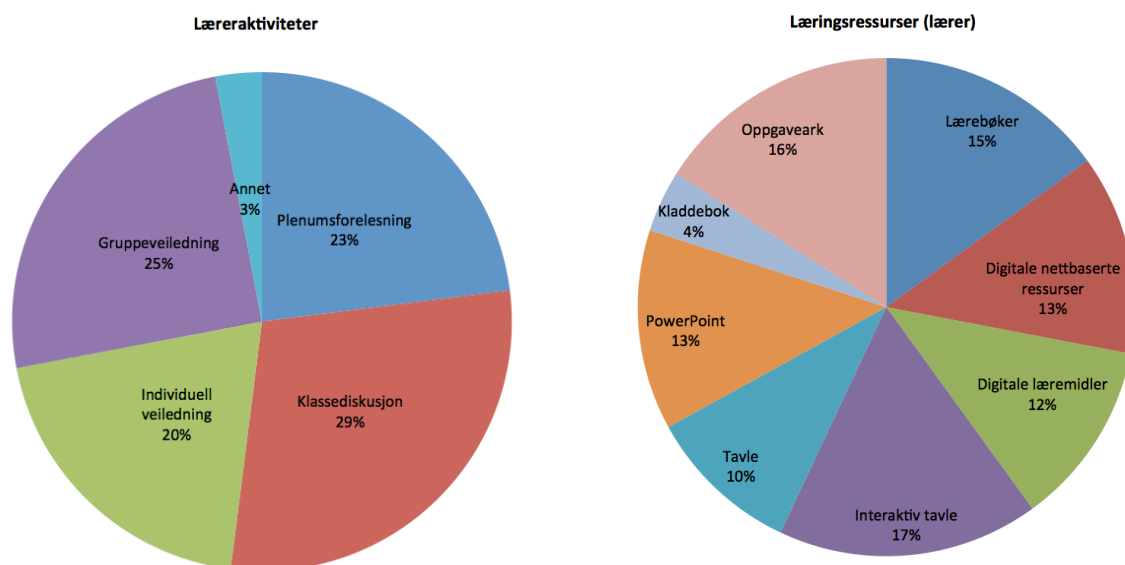
I kakediagrammet til venstre i Figur 2 refererer «Gruppearbeid» til tiden elevene arbeidet sammen i basisgrupper på fire. Gruppearbeid utgjorde ca. en tredjedel av tiden (34 %). Mesteparten av undervisningsopplegget ble gjennomført mens elevene satt i basisgruppene, men arbeidet individuelt eller lyttet til læreren. «Individuelt arbeid» utgjorde den største delen av elevenes aktivitet (40 %) og beskriver i hovedsak elevenes aktivitet når læreren sto ved tavla mens han forklarte temaer og samtidig diskuterte med elevene, men dekker også tiden elevene jobbet individuelt med oppgaver. Elevene var i høy grad aktive selv når læreren sto ved tavla og forklarte. En del av tiden var imidlertid elevene også mer passive: «Lyttning» (18 %) beskriver elevenes aktivitet der læreren ved enkelte anledninger holdt ordet alene over tid for å forklare noe faglig. «Stasjoner, rollespill, andre aktiviteter» (5 %) reflekterer forskjellige aktiviteter som for eksempel da læreren ba elevene å hjelpe ham med å lage et tankekart knyttet til temaet «gener og arv». «Ikke-faglig» (3 %) beskriver pauser i undervisningstimer. Undervisningstimene i naturfag varte enten i én eller to klokketimer, med 5 minutters pause mellom dobbelttimene.

I kakediagrammet til høyre i Figur 2 (elevenes bruk av læremidler/ressurser) viser kategorien «Digitale nettbaserte ressurser» (13 %) til ressurser som finnes på nettet, og som ikke er utviklet for eller tilpasset pensum i naturfag. Eksempler kan være forskjellige nettsider, videoressurser, avisartikler, Wikipedia og annen nettbasert informasjon. «Digitale læremidler» (12 %) reflekterer midler som er digitaliserte og er tilpasset kompetansemålene i læreplanen, og som også fins på nynorsk, for eksempel www.viten.no, <http://ndla.no/nb/node/7>, med flere.

Kategorien «Oppgaveark» (15 %) refererer til papirark delt ut av læreren og som inneholdt innledende og veiledende informasjon som elevene trengte for å løse oppgaver enten individuelt eller i grupper. «Kladdebok» hadde også en sentral plass i naturfagundervisningen i denne casen (14 %). Kategoriene «Tavle» og «Interaktiv tavle» refererer til tiden elevene var orientert mot det læreren forklarte eller viste på disse to ressursene.

Vi har også analysert hvilke læremidler og ressurser som ble brukt i de ulike arbeidsformene. Når elevene jobbet individuelt, ser vi at kladdebøkene ofte var i bruk, spesielt når noe ble forklart på tavla. Elevene hadde eget ansvar for å ta notater mens læreren underviste, slik at de kunne bruke dem på et senere tidspunkt for å løse forskjellige oppgaver, eller for å forberede seg til prøver. Når elevene jobbet i grupper, var det lærebøker og digitale nettbaserte ressurser

som var oftest i bruk sammen med kladdebøker. Lytting foregikk som oftest når læreren sto ved den interaktive tavla og forklarte noe faglig.



Figur 3. Lærers arbeidsformer til venstre og til høyre de læringsressursene læreren brukte.

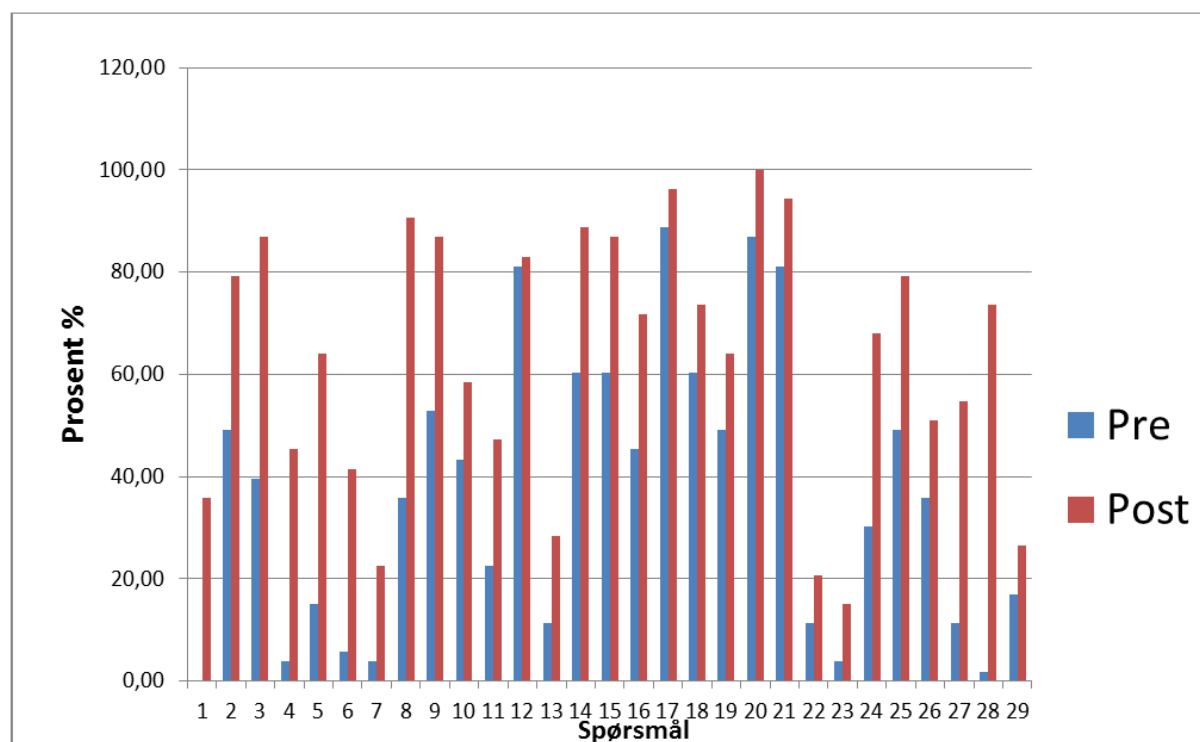
Figur 3 viser at «Plenumsforelesning» utgjorde 23 % av alle læreraktiviteter i denne casen. Med denne kategorien mener vi tiden læreren sto foran klassen og ga faglige forklaringer mens elevene lyttet. En annen form for helklasseundervisning var når læreren var i dialog med elevene, for eksempel ved å stille spørsmål til elevene for å sjekke deres forståelse eller få i gang diskusjoner. Denne kategorien, kalt «Klassediskusjon», utgjorde den totalt sett den mest utbredte arbeidsformen (29 % av tiden). Bruken av arbeidsformene «plenumsforelesning» og «klassediskusjon» var i høy grad knyttet til lærers bruk av læringsressursene tavle, interaktiv tavle og PowerPoint. Legg merke til at bruken av interaktiv tavle og PowerPoint er delvis overlappende siden de ble brukt samtidig. I tillegg brukte læreren den interaktive tavla til å tegne og skrive på og i forbindelse med to interaktive oppgaver (se punkt 4.3 for eksempel). Elevene i denne casen var generelt aktive i undervisningsprosessen og stilte ofte spørsmål til læreren for å avklare saker de lurte på. Noen ganger måtte læreren avvise spørsmål for å beholde den tematiske tråden. Veiledningen skjedde oftest når elevene jobbet med individuelle eller gruppebaserte oppgaver, og læreren veiledet enkeltelever 20% av tiden og grupper 25% av tiden. Når læreren veiledet, var oppgavearkene, læreboka og kladdebøkene som oftest sentrale læremidler og ressurser. Kategorien «Annet» i Figur 3 refererer til pauser i undervisningen, tid brukt til logistikk, som for eksempel det å utlevere og samle inn PC-er og iPad-er, og mindre aktiviteter som for eksempel når læreren ba elevene å ta notater om viktige begreper i temaet «gener og arv».

Undervisningsforløpet i denne casen er preget av en stor variasjon både i arbeidsformer og bruk av læremidler og læringsressurser. Arbeidet vekslet mellom plenumsundervisning, med og uten diskusjoner mellom lærer og elever, og gruppearbeid. Når det gjelder læremidler og læringsressurser, ser vi at ca. halvparten av tiden brukes på analoge og ca. halvparten på digitale. Disse resultatene indikerer at lærer og elever behersker variert aktivitet i klasserommet.

4.2 Engasjement og læring

Det varierte hvor mye elevene var engasjert og i hvilken grad de fant faget interessant. Under intervjuet fortalte noen elever at naturfag var et engasjerende og interessant fag, men noen elever syntes også at naturfag generelt var vanskelig å forstå. Elevene påpekte at de likte å jobbe i grupper, og de var fornøyd med læremidlene og læringsressursene som bruktes i undervisningen. Under plenumsundervisningen var elevene oppmerksomme, det var lite støy, og elevene deltok aktivt i diskusjoner som både læreren og elever initierte. I gruppearbeid viste noen grupper bra samarbeid med produktive interaksjoner, mens andre grupper i mindre grad klarte å skape en produktiv felles samtale.

Det ble foretatt pre- og posttester for å måle elevenes læringsutbytte. Pretesten ble foretatt før selve undervisningsforløpet startet, mens posttesten ble tatt rett etter, men før intervjuene. I alt deltok 53 elever på både pretest og posttest. Prøven hadde 29 spørsmål. For å regne ut resultatene på pre- og posttestene har vi benyttet oss av et ett-poengsystem, der elevene fikk 0 poeng hvis svaret var feil og 1 poeng hvis det var riktig. Alle spørsmålene hadde svaralternativer som elevene kunne velge mellom. Figur 4 viser prosentvise forskjeller i resultater mellom pretest og posttest. 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). Imidlertid gir paret t-test oss bare indikasjon på at det er en signifikant forskjell mellom skårer på pre- og posttester. For å få vite noe om effektstørrelsen knyttet til den signifikante forskjellen benyttet vi oss av *Cohen's d* (Cohen, 1992, Field, 2013) som indikerer størrelsen på variasjonen i skår fra pretest til posttest.



Figur 4. Prosentvis score (y-akse) på pre- og posttest per spørsmål (x-akse)

Paret t-test for elevene som deltok på pre- og posttestene, viste en signifikant forskjell mellom gjennomsnitt av pretestresultater ($M = 10,58$, $SD = 4,22$) og posttestresultater ($M = 18,34$, $SD = 4,62$); $t(52) = -18,55$; $p < ,001$. Med hensyn til effektstørrelser så er Cohen's $d = 1,84$, noe som *indikerer en svært stor fremgang for elevene*.⁸ Siden vi observerte to ulike grupper der begge hadde samme opplegg, så har vi i tillegg sjekket at det ikke er forskjeller i variasjon mellom gruppene fra pre- til posttest. Gruppenes score (og standardavvik) var henholdsvis 10,26 (4,55) og 10,92 (3,91) på pretest, og 17,96 (4,93) og 18,73 (4,34) på posttest. ANCOVA analyser (Pallant, 2005) påviste ingen statistisk signifikant forskjell i variasjon fra pre- til posttest mellom gruppene; $F(1, 50) = 0.06$, $p > 0,8$. Dermed antar vi at t-testen av hele klassen gir et rimelig bilde av deres forbedring i prestasjon fra pre- til posttest, og hvilke spørsmål som var spesielt utfordrende. Spørsmål 3, 5, 8, 27 og 28 peker seg ut ved at elevenes fremgang utgjør mer enn 40 prosentpoeng. Spørsmål 3, 5 og 8 er knyttet til kunnskap om celledeler, spørsmål 27 er knyttet til begreper om arv og gener, mens spørsmål 28 er knyttet til kromosomer. Spørsmål 22 og 23 var fortsatt utfordrende på posttest, der elevene demonstrerte den laveste fremgangen. Disse to spørsmålene var knyttet til elevenes forståelse av reduksjonscelledeling, som er et vanskelig naturfaglig konsept. Generelt kan vi

⁸ Effektsmessig 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, Field, 2013).

si at pre- og posttestresultatene viser at elevene hadde et stort læringsutbytte av det gjennomførte prosjektet.

For å summere svaret på det andre forskningsspørsmålet så viser denne casen at elevene både var oppmerksomme når læreren underviste, og engasjerte når klassen diskuterte eller elevene jobbet i grupper. Hvis vi bruker fremgangen fra pretest til posttest som mål for læringsutbytte, kan vi hevde at elevene hadde svært stort utbytte av undervisningsopplegget.

4.3 Læremidlers og arbeidsformers funksjon i klasseromsinteraksjoner

Oversikten over og gjennomgangen av observasjonene fra undervisningen i naturfagsprosjektet viser tre tydelige trekk: Det ene trekket gjelder den *kontinuerlige variasjonen mellom lærerstyrte helklasseaktiviteter og gruppeaktiviteter*. Et annet karakteristisk trekk er hvordan klasseromsdialogen *pendler mellom å være monologisk og dialogisk, med hovedvekt på den sistnevnte*. Helklasseaktiviteter starter oftest med en kort monologisk innledning der læreren rammer inn dagens tema og aktiviteter. Deretter går den monologiske formen over i en mer dialogisk form der lærer inviterer elevene inn i en faglig samtale. Et tredje karakteristisk trekk gjelder *variasjonen i bruken av ulike typer læremidler og læringsressurser*. I det følgende skal vi forsøke å gi et mer detaljert bilde av noen av de mest karakteristiske aktivitetene og prosessene i dette prosjektet. For å gi et mer sammensatt og nyansert bilde av det som skjer i et naturfagsklasserom, er det *viktig å inkludere både et undervisningsperspektiv og et læringsperspektiv*. Det skal vi gjøre ved å kombinere a) en analytisk beskrivelse av de ressurser og metoder læreren anvender i sin undervisning, og b) en analytisk beskrivelse av elevers utvikling av faglig forståelse i aktivitetene de deltar i og i møtet med ressursene som er i bruk.

Vi har valgt ut to økter som kan sees som typiske og illustrerende for denne casen. Begge disse øktene er gode eksempler fordi de viser både variasjonen mellom lærerstyrte helklasseaktiviteter og gruppearbeid, variasjonen mellom monologisk og dialogisk læringsledelse og ikke minst bruken av analoge og digitale læremidler/ressurser. For å ivareta både et undervisningsperspektiv og et læringsperspektiv vil fremstillingen av hver av de to øktene inneholde både en analyserende beskrivelse av *helklasseaktiviteter* og av de tilhørende *elevgruppeaktiviteter*.

4.3.1 Fra gruppeaktivitet til helklasseaktivitet

Det første eksempelet er fra den andre økta i prosjektet, en økt som varte i en skoletime på 60 minutter (se Tabell 1 for oversikt over hele prosjektforløpet). Denne økta var en arbeidsintensiv økt bestående av to hovedaktiviteter knyttet til temaet «Arv og miljø». Den første aktiviteten utgjorde et 10 minutters gruppearbeid der elevene skulle bestemme i hvilken grad ulike menneskelige trekk og egenskaper er et resultat av arv, miljø eller en kombinasjon av disse. Den andre hovedaktiviteten var en påfølgende plenumssekvens der læreren innledet til en helklassedialog med fokus på det elevene hadde diskutert i gruppeaktiviteten. Læreren åpnet økta ved å gi en kort introduksjon i plenum hvor han aktualiserte temaet «Arv og miljø» ved å vise til en TV-dokumentar om de eneggede tvillingsøstrene Mia og Alexandra. Tvillingene ble født i Kina, og den ene ble adoptert til en familie i USA, den andre til en familie i Norge. De vokste opp uten kontakt, for så å møte hverandre som unge voksne. På den interaktive tavla har læreren åpnet et program om genetikk i Viten.no, og han manøvrerer seg gjennom utvalgte sider ved å bruke den interaktive tavla. Han stopper opp ved en side som handler om spenningen mellom arvelige og miljøpåvirkede faktorer. På siden finnes også en oppgave med ordlyden: «Klarer dere å skille hvilke egenskaper som skyldes arv, og hvilke som skyldes miljø?» Læreren sier at det er dette elevene skal jobbe med i den kommende økta. Han starter gruppearbeidet med å dele ut et ark som viser en oversikt over ulike menneskelige trekk og egenskaper som for eksempel hårfarge, musikalitet og spenst. Elevene blir så bedt om å plassere trekkene og egenskapene under kategoriene «arv», «miljø» eller «arv og miljø». De får også beskjed om at de i denne fasen ikke skal innhente informasjon fra andre kilder.

I det følgende følger vi først en gruppe elever i deres arbeid med oppgaven de har fått utlevert, for så å vende fokuset mot den påfølgende helklassedialogen som skjer i etterkant av gruppearbeidet.

Gruppeaktivitet

Den helhetlige klasseromsobservasjonen viste at diskusjonen på de fleste gruppene var preget av høy aktivitet, og at elevene i stor grad diskuterte ved å resonnerer i fellesskap og ved å vise til egne erfaringer. Deres beslutning om hvor de skulle plassere de ulike egenskapene, var i så måte et resultat av en forhandling og delt forståelse. Like fullt viste klasseromsobservasjonen at diskusjonen på en rekke grupper var preget av at elevene i liten grad resonnerer i fellesskap, og at de foretok valg som i liten grad ble begrunnet ut over at det var en umiddelbar konsensus på gruppa. Videoopptakene av de tre fokusgruppene bekrefter den varierte kvaliteten på elevenes diskusjoner. Det følgende eksempelet er hentet fra en av fokusgruppene:

Utdrag 1 a)⁹

Truls:	Musikalitet?
Georg:	Arv
Truls:	Arv og miljø?
Georg:	Nei, miljø
Truls:	Vi tar=
Georg:	Nei vent litt da
Line:	Begge deler
Anja:	Ja, vi tar begge deler. Eller jeg vet ikke jeg, jeg tror det hvertfall.
	Ja, ja. Vi har så få på denne ((peker på kategorien «Arv og miljø»)), så vi tar den der.
Line:	Ja

Utdrag 1a) er et eksempel på nettopp hvordan enkelte elevgrupper løste oppgaven uten stor grad av diskusjon og meningsutveksling. Dette er på ingen måte noe unikt for denne settingen, men må heller sees som en generell pedagogisk utfordring ved denne typen oppgaver. Det er også verdt å nevne at læreren hadde en intensjon om at dette skulle være en kunnskapsmobiliseringsoppgave, noe som betyr at målet var å mobilisere det elevene kunne om temaet fra før, ikke det de hadde lært. Naturlig nok viser slike situasjoner en variasjon i hva elevene kan fra før av, og hva de trekker med seg av erfaringer inn i diskusjonen. Etter 10 minutters gruppearbeid påkaller læreren elevenes oppmerksomhet og forteller at de nå skal gå gjennom oppgaven i plenum.

⁹ Transkripsjonsnotasjoner:

[]	Tekst i klammer utgjør klargjørende informasjon
=	Indikerer brudd og påfølgende fortsettelse av en ytring
?	Stigende intonasjon
:	Indikerer en forlengelse av lyd
<u>Understreking:</u>	Tale med ettertrykk
(.)	Kort pause i talen
[...]	Indikerer at ytringer er tatt ut av den opprinnelige dialogen
--	Indikerer at talerens ytring er ufullstendig
((kursiv))	Ikke-verbal aktivitet

Lærerstyrt helklassedialog

Læreren stiller seg ved siden av den interaktive tavla forrest i rommet. På tavla vises en interaktiv oppgave i programmet «Celler» i Viten.no. Oppgaven er basert på «drag & drop»-prinsippet, og går ut på at man skal fysisk plassere ulike trekk og egenskaper under hovedkategoriene «miljø», «arv» eller «miljø og arv». Når alle begrepene er plassert, gir programmet en tilbakemelding om riktig eller gal plassering (se Figur 5).



Figur 5. Skjerm bilde fra nettsiden i Viten.no med oppgave der elevene skal plassere ulike egenskaper under hovedkategoriene arv, miljø og arv & miljø. <http://www.viten.no/vitenprogram/vis.html?prgid=uuid:404628DF-4917-7128-B262-0000458D3252&tid=1065380&grp>

Læreren velger ut en og en elev som på vegne av sin gruppe skal komme opp på tavla og plassere trekk og egenskaper under det de tror er den riktige kategorien. Elevene er engasjert, og mange elever ønsker å komme opp på tavla. I utdrag 1b er det eleven Tom som har kommet opp for å plassere begrepet «musikalitet»:

Utdrag 1b)

Tom: Musikalitet (*(flytter denne under begrepet «miljø»)*)
Lærer: Du mener det at det er bare øving da? Nja:: (.) Er dere enige?
Tom: Mest bestemt av miljø, for visst du har en vennekrets og 95 % av dem spiller i et orkester da, så spiller mest sannsynlig du i det orkesteret da..
Lærer: Mmm. Så det er sånn smitte sosialt? Ja?
Tom: Ja, tror jeg
Lærer: Mmm (.) Anna, du har handa oppe?
Anna: Jeg vil si at musikalitet er på både arv og miljø. Det er jo kanskje litt som spenst da, at man arver jo musikalitet tenker jeg

- Lærer: Arver det i noen grad, tenker du (.) Du har handa oppe, kva du vil si? *((peker på Petter))*
- Petter: Jeg mener at det i hovedsak bare er på arv fordi altså musikalitet det er jo, sangstemme og sånt er jo noe du kan trene, men musikalitet føler jeg mer er litt som et salgs talent innen musikk da. At man kan gjenkjenne forskjellige toner og sånt da. Og det er jo et slags talent da. Du kan ikke trene deg til et talent i noen som helst sport. Dette miljø, ja... du kan bli flinkere til å spille et instrument, men jeg tror ikke du blir noe mer musikalsk av det
- Lærer: Men hvis du skal bli ordentlig musikalsk er det ikke det.. altså.. det kommer jo an på hvordan man definerer musikalitet. Det å ha rytmisk sans. Det å ha melodisans ehh. Kunne lett høre intervall for eksempel. Om det er stor eller liten ters eller sånne ting.. Så det kommer nok litt an på hvordan en definerer det
- Petter: Ja, man kan jo lære seg å spille et instrument og sånt, men selve musikaliteten den er jo der fra du er født.
- Lærer: Mmm. Ser poenget ditt ja.. Stine har handa oppe!
- Stine: Altså, man kan jo like musikk og man altså hvis man har foreldre som spiller masse musikk så er jo det en del av miljøet. Men man kan også være musikalsk hvis man liker musikk og går inn for det og har lyst å lære seg det. Men det har vel også noe med stemmebåndet ditt, hvis du er medfødt med bedre stemmebånd som gjør deg bedre til sang? Så det har både med arv og miljø å gjøre
- Lærer: Du argumenterer for at det er både og. Mmm. Ehm. Dere kan jo se hva fasiten sier her etterpå. Jeg trur nok det er et poeng at det er en viss grad i arv der også, selv om vi nok ser for oss at trening sang, øving har mye og si.

Innledningsvis i denne sekvensen ser vi at Tom argumenterer for at musikalitet er bestemt av miljømessige faktorer. Læreren signaliserer at han ikke umiddelbart bifaller Toms synspunkt, og han inviterer de andre elevene til å komme med sine synspunkt. Før noen andre rekker å svare, begrunner Tom valget sitt ved å si at det er stor sannsynlighet for at man starter i musikkorps hvis mange venner gjør det. Anna involverer seg i diskusjonen og argumenterer for at musikalitet både er påvirket av arv og miljø. Hun viser til det de tidligere snakket om, nemlig at spenst både kan forklares ut fra arvelige og miljømessige faktorer. Læreren oppsummerer ved å gjenta at Anna også trekker inn dette med arv, før han gir ordet til Petter, som har handa oppe. Petter argumenterer for det arvelige aspektet ved musikalitet ved å gi en forklaring på hvorfor han har tatt dette standpunktet. Her ser vi altså at elevene presenterer tre ulike oppfatninger om opphavet til musikalitet, samt at de gir en begrunnelse for sine synspunkt. Så hvordan håndterer læreren de ulike synspunktene? Mot slutten av utdrag 1b) ser vi at læreren åpner opp begrepet musikalitet ved å si at man kan definere begrepet på ulike måter, og at hvordan man definerer det, vil ha betydning for om man vektlegger arvelige eller miljømessige faktorer. Vi ser også at han bekrefter at elevene har gode og relevante argumenter for synspunktene sine. Læreren avslutter diskusjonen knyttet til musikalitet ved å vise til at de må vente og se hva programmets fasit viser, men antyder likevel tydelig at både arvelige og miljømessige faktorer har betydning.

Utdraget ovenfor viser hvordan lærer bruker helklassedialogen til å mobilisere det elevene har snakket om i gruppearbeidet. Ved å invitere elevene til å presentere ulike syn på saken *vekker han engasjement og deltagelse hos elevene*. Videre bruker læreren situasjonen til å utdype elevenes synspunkter ved å *komme med forklaringer og tilleggsinformasjon*. Sist, men ikke minst så bruker læreren de ulike synspunktene til å *navigere elevene i retning av det han anser som mest relevant og riktig*. Det å se diskusjonen i gruppearbeidet og helklassedialogen i sammenheng viser tydelig hvordan disse to situasjonene utdyper og spiller på hverandre. Målet med gruppediskusjonene er å mobilisere elevenes forkunnskaper. Observasjonene viser at dette i stor grad skjer, men de viser også en stor variasjon mellom form og kvalitet på diskusjonene. Denne variasjonen er det som gjør helklassedialogen spesielt viktig. For det første utgjør helklassedialogen en mulighet for læreren til å utdype, bekrefte og gi retning til elevenes forståelse. For det andre gir den læreren en mulighet til å sikre at *alle* elevene får tilgang til og innsikt i argumentene og resonneringen knyttet til miljømessige og arvelige faktorer.

Et annet interessant aspekt er *hvilken funksjon den digitale læringsressursen får i helklassediskusjonen*. Det at elevene skal komme frem og plassere begrepene under de ulike kategoriene, fungerer som en trigger i samtalen. For det første synes det som at bruken av denne ressursen bidrar til en opplevelse av å delta i en felles aktivitet. Dette kanskje også fordi at elevenes valg ikke bare synliggjøres muntlig, men også ved at de visualiseres. For det andre synes det som at det at programmet er designet slik at elevene vil få sine valg evaluert ved at de kan sjekke fasiten til slutt, vekket engasjement og deltagelse fra elevenes side. Det vil altså si at hvis vi ser de to undervisningssituasjonene i sammenheng, så ser vi at bruken av den visuelle læringsressursen i helklassesituasjonen bidrar til å heve kvaliteten på de faglige samtalene og det faglige engasjementet hos elevene.

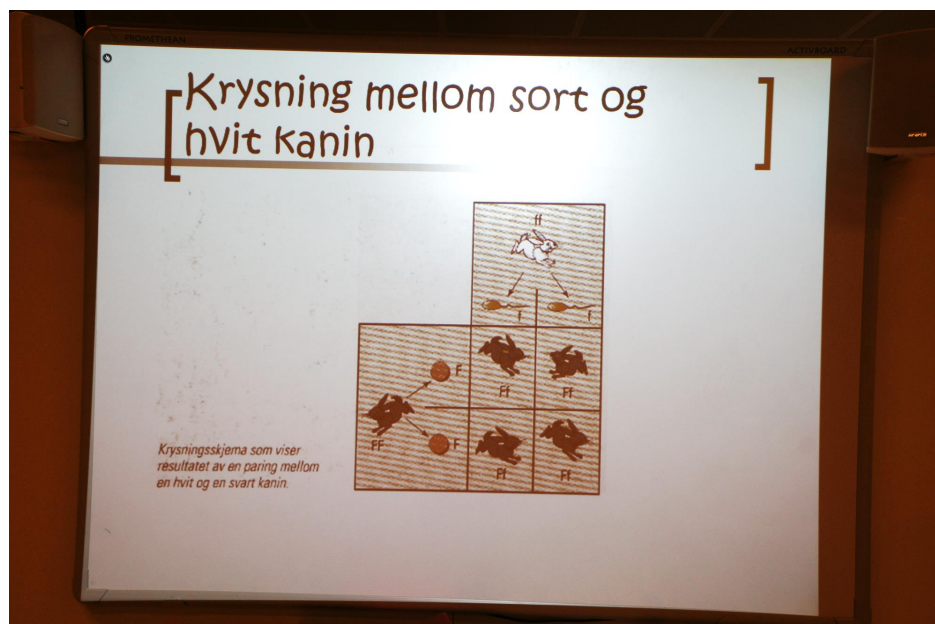
4.3.2 Fra helklasseaktivitet til gruppeaktivitet

Det andre eksempelet er hentet fra den tredje økta, som forløp seg over to skoletimer (se tabell 1). Denne dagen var ment som en teorituning dag, der elevene skulle introduseres til nytt fagstoff knyttet til temaene «Arvestoffet» og «Arv av egenskaper». Læreren hadde planlagt å holde et foredrag inndelt etter de to hovedtemaene. Hver av foredragsdelene var estimert til 20 minutters varighet, og skulle avsluttes med en gruppeoppgave med påfølgende plenumsdiskusjon.

Lærerstyrt helklasseaktivitet; introduksjon til nytt fagstoff

Økta starter med at læreren viser en PowerPoint med oversikt over temaene de skal gjennom denne økta. De første lysarkene inneholder både en stikkordsmessig oversikt over de viktigste begrepene elevene skal feste seg ved, og forventninger til elevenes læringsutbytte. Læreren gir tydelig beskjed om at han forventer at elevene tar notater, og at han vil åpne for spørsmål underveis. PowerPoint-foilene læreren har forberedt, utgjør en sentral læringsressurs gjennom hele økta. Dette både fordi de inneholder tematiske punkter og stikkord som støtter lærerens foredrag, men ikke minst fordi de inneholder en rekke visualiseringer hentet fra ulike kilder som lærebøker, Viten.no, Bioteknologinemda og andre relevante internettkilder. Disse visualiseringene bruker læreren hyppig i sin detaljerte gjennomgang av temaene. Med jevne mellomrom inviterer læreren elevene til å delta ved at han stiller faktaorienterte spørsmål enten til hele klassen eller til enkeltelever som han ønsker oppmerksomhet fra. Flere av elevene rekker opp hånda når han stiller spørsmål.

Den siste delen av foredraget handler om arv av egenskaper, med hovedvekt på recessive og dominante gener. I intervjuet holder læreren dette temaet frem som et av de områdene som ofte utgjør en utfordring for mange elever. I sin gjennomgang av temaet bruker læreren kaniners farge som eksempel. Han presenterer et klassisk kryssningsskjema, hentet fra en lærebok, som viser en oversikt over variasjoner av kaniner med ulik farge (se figur 6).



Figur 6. Kryssningsskjema for sorte og hvite kaniner, vist av lærer

Også i denne delen av foredraget inviterer læreren elevene til å stille spørsmål underveis. Elevenes spørsmål tyder på en stor variasjon i forkunnskaper og forståelse. Noen av elevene viser at de har en god forståelse av temaet, mens andre spørsmål som elevene stiller kan karakteriseres som ikke relevante. Det er i dette spennet læreren opererer i en helklassedialog. Utdraget nedenfor eksemplifiserer en slik sekvens:

Utdrag 2a)

Lærer:	Hvor mange prosent sjanse er det for å få hvite kaninbarn her da?
Liv:	25 %
Lærer:	25 %? Kan det hende at vi får bare hvite kaninbarn om vi gjør dette i virkeligheten?
Per:	Ja
Lærer:	Det kan hende, ja
Siri:	Men at man får en hvit kanin med sorte prikker da?
Lærer:	Ja, det kan også hende, men sannsynligheten, hvis man får mange kaninbarn da er at hvis de får 1000 stykker da, så er tilnærmelsesvis 750 av de svarte. Snakker om sannsynlighet her da, hvis vi snakker om 4 kaniner så er det godt mulig alle er hvite. Det her er store tall det er snakk om, det er snakk om sannsynlighet, ikke sant
Linn:	Kaniner har ikke lang nok levetid eller kjønnsmodentid til å få 1000 avkom
Siri:	Det var bare et eksempel
Lærer:	De får ganske mange, altså. I vinter så har lemenene i fjellet fått barn under snøen. Og mus, de får mange generasjoner med barn mens de lever. Så lenge de ikke blir spist av rev i mellomtida. Bakterier sant. Selvsagt voldsomt mange generasjoner på hvert minutt sant. Vi mennesker er litt trege der, og har en generasjonstid på 30 år omtrent sant, mellom hver gang man får barn
Lars:	Dersom man har to homozygoter så ville det uansett bli det samme. Hvis du har to hvite så vil det bli hvit, og hvis det er to homozygoter som er sorte så vil det bli svart uansett. For da er det to like, da vil det bli stor F og Stor F eller liten f og liten f uansett da.. Hvis du har to sanne homozygoter så vil det uansett, på svart da, være 100 %?
Lærer:	Hvis begge er homozygote og er hvite da, så ville alle bli hvite. Og hvis begge er homozygot er svarte altså dominante. Så ville alle 100 % bli svarte. Det er riktig forstått!

Utdrag 2a) viser nettopp den store variasjonen i elevenes spørsmål, og hvordan læreren i slike situasjoner blir nødt til å håndtere en slik variasjon. I dette utdraget ser vi hvordan Siri og Linn stiller spørsmål de lurar på som tydelig dukker opp underveis i samtalen. Læreren svarer på disse spørsmålene og tar dem på alvor, men leder likevel elevene over på det han ser som mest relevant, og bort fra det som anses som mindre relevant. Et eksempel på det siste blir tydeliggjort i lærerens respons på Siris spørsmål om det noen ganger oppstår tofargede kaniner. Siris spørsmål er i realiteten et spørsmål som retter seg mot avvik fra normen, altså at hun etterspør noe som går ut over den pedagogiske forenklingen som slike krysningsskjema fremstiller. Det at læreren penser diskusjonen over mot statistisk sannsynlighet ved et større utvalg kaniner, tyder på at han ønsker at de skal forstå det overordnede prinsippet om dominante og recessive gener før de beveger seg inn i nyansene. Videre ser vi også hvordan læreren håndterer det å inkludere elevers mer avanserte bidrag og forståelse, slik som Lars'

raisonnement er et eksempel på. Dette viser altså hvordan læreren manøvrerer mellom elevenes bidrag; han trekker med seg innspill han anser som relevante og riktige, mens han guider elevene bort fra andre områder. Gjennomgangen av prinsippene for arv av egenskaper avsluttes med en gruppeoppgave der elevene skal lage et kryssningsskjema for å beregne sannsynlighet for øyenfarge og kjønn. I det følgende skal vi se nærmere på elevenes arbeid i gruppearbeidet.

Gruppeaktivitet

Elevgruppene blir deretter utstyrt med hver sin iPad for å kunne lete opp informasjon om temaet på nettet. Elevene har fått i oppgave å tegne kryssningsskjemaer for sannsynligheten for øyenfarge og kjønn. Læreren har funnet frem ulike nettbaserte lenker som står listet opp på et av lysarkene. I tillegg anbefaler læreren elevene å kikke i den delen av læreboka *Eureka! 10* som handler om dette temaet. Elevene jobber så i grupper de neste 20 minuttene og bruker ofte iPaden og lenkene de har fått oppgitt. Det er god flyt i diskusjonene i de fleste av gruppene. For å fremheve det vi anser som et av de viktigste aspektene ved elevers bruk av varierte kilder, har vi valgt å fokusere på arbeidet som pågikk i en av elevgruppene. Her møter vi elevene Gunnar, Tine og Hans. De har akkurat gjort seg ferdig med den første oppgaven, som var å lage et kryssningsskjema for øyenfarge. De skal nå i gang med å lage et tilsvarende skjema for å beregne sannsynlighet for kjønn.



Figur 7. Bilder fra elevenes gruppearbeid med kryssningsskjema

Elevene sitter rundt et gruppebord med læreboka, et ark med kopi av to sider fra en annen lærebok, en iPad og en mobiltelefon som tilhører en av elevene (se figur 7). I tillegg har de hver sin kladdebok som de noterer i. Rett i forkant av diskusjonen under har Hans kommet over en artikkel fra Statistisk sentralbyrå som viser en oversikt over antall jente- og guttefødsler

det siste tiåret. Statistikken viser at det er 51,3 % sjanse for å få gutt ved første fødsel. Elevene legger artikkelen til side et øyeblikk for å gi seg i kast med å sette opp kryssningsskjemaet:

Utdrag 2b)

Gunnar: Hos jenter vil det alltid være X, fordi de har XX, så hvis du deler den i to så er det fortsatt X. mens hos gutter så er det XY og da er det tilfeldig hvilken av dem det blir
 Tine: Okay, da er det bare å tegne opp den greia her da
 Gunnar: Du trenger ikke ta mer enn X på den ene siden, og XY for gutter. Og da blir det med en gang X og X og X Y. 50%
 Tine: 50/50. Jente er X og gutter er XY (.) Men, da skjønner ikke jeg hvorfor det ikke er større sjanse for å bli jente (.) XX og XX XY og XY (2)
 Gunnar: Det er tekst på enkelte tabeller da
 Hans: Ja
 Gunnar: Det er vanskelig å si, men det er (.) det vil si at det er bittelitt flere-- Det er jo nesten ubetydelig forskjell. Så det er jo nesten tilfeldig
 Hans: 51. Se ((*peker på tabellen*)) (2) Alt ligger på 51 ett-eller-annet sjanse for gutt
 Camilla: Norske Barn... gutt.. Er den tabellen=
 Georg: Hvis du går nedover... det er den fra SSB er det ikke?
 Tine: Jo. Første barn, tredje barn. Men, da er det jo hele veien litt større sjanse for å få gutt da?
 Gunnar: Ja, det er jo litt rart da(.) Det står kanskje (.) ehh. Det har noe med hvor mange brødre og søstre-- Det er litt vanskelig, jeg skjønner ikke helt det der. Hva som gjør at det ikke er nøyaktig 50%?

I utdraget over ser vi at elevene resonnerer seg frem til en enighet om at det ifølge kryssningsskjemaet vil være en 50/50 prosent sjanse for å få både gutt og jente. Det interessante ved denne sekvensen er det som oppstår når elevene relaterer det de har kommet frem til, med artikkelen fra SSB der det fremkommer at det er 51,3 % sjanse for å føde et guttebarn ved første fødsel. Elevene går tilbake til artikkelen og studerer innholdet mer nøye. Her finner de også ut at sjansen for å få gutt minker for hver fødsel per kvinne. Det er tydelig at elevene synes det er vanskelig å forstå innholdet i artikkelen, både på et meningsnivå og ikke minst fordi det er en uoverensstemmelse mellom resultatet av kryssningsskjemaet som viser 50 % sannsynlighet, og sannsynligheten som angis i tabellen fra SSB. I sekvensen under har læreren kommet bort til gruppa for å høre hvordan det går med dem.

Utdrag 2 c)

Lærer: Hvordan går det med oppgavene?
 Tine: På den der ((*peker på SSB-tabellen som viser kjønns spesifikke årlige fødsler*))
 Hans: I følge denne tabellen her er det litt større sjans til å bli gutt hele veien da
 Tine: Så sjansen for å bli gutt er litt større hele veien?
 Lærer: Sannsynligheten for å få en gutt=
 Hans: Det er 51, et-eller-annet. Alltid
 Lærer: ((*Ser på tabellen*)) Den er konstant den. Sannsynligheten for å få en gutt (.) den er større hele veien (2) ((*ser på elevene*)). Hvorfor det?
 Tine: Nå er jo den her veldig forenkla ((*peker på kryssningsskjemaet*))
 Lærer: Ja, den er forenkla
 Hans: Den er veldig enkel da

- Lærer: Det er ett eller annet som modifiserer det litt, eller, endrer det til en viss grad. Ja, dette skulle vi jo--. Er dere i stand til å finne ut noe om det, hva det skyldes?
- Tine: Vi kan prøve
- Lærer: Mange som lurar på dette her. Mange som har hørt det. Men mange som har hørt at det er flere jenter overlever i hvert fall. Men der sto det jo gutter var det ikke det da?
- Hans: Jo
- Lærer: 51% var gutter som ble født, var det ikke det?
- Tine: Ja, men jenter lever jo lenger. Men, det kan jo være andre ting og da men?
- Lærer: Ja, det kan ha med de tingene å gjøre. Det er noen uoverensstemmelser her
((Lærer reiser seg og går videre til neste gruppe))

I utdraget over ser vi at læreren bekrefter at det elevene har oppdaget, er en viktig nyanse som det vil være interessant å forfølge. Videre bekrefter han at et kryssningsskjema er en forenkling av virkeligheten. Mens læreren i helklassesettingen var opptatt av at elevene skulle forstå de overordnede og forenklede prinsippene om recessive og dominante gener, så åpner han i denne settingen opp for at elevene skal få lov til å forfølge en mulig nyansering av prinsippene. Han gjør dette ved å si at det er flere elever som har pekt på det samme, og han oppfordrer dem til å finne frem til informasjon som kan bidra til å belyse hvorfor det er en større sjanse for guttefødsler. Elevene tar oppfordringen, og de starter med å søke etter mer relevant informasjon på nettet og i læreboka. Etter en stund avbryter Gunnar søkingen ved å vise til en artikkel han har funnet på nettet:

Utdrag 2 d)

- Gunnar: *((Leser fra en siden han har funnet på nettet))*
- Tine: Sosial arv...
- Gunnar: Okay.. jeg tror grunnen til at det ikke er 50% er at cellene er jo forskjellige om de har X eller Y i sædcellene.. så de har ikke helt funnet hvorfor, men de tror det er ett eller annet med at de svømmer raskere enn andre da. Bittelitt
- Tine: Åja..
- Gunnar: Fordi de har forskjellige kromosomer og som gjør at de oppfører seg bittelitt annerledes.. det er det de tror er grunnen til at det ikke er akkurat 50%
- Tine: Ja, det er jo en veldig forklarlig løsning
- Gunnar: M::
- Tine: Det er jo det
- Hans: *((Fortsetter å søke på nettet etter relevant informasjon. Sesjonen avbrytes kort tid etter ved at lærer ber dem pakke sammen fordi timer er over))*

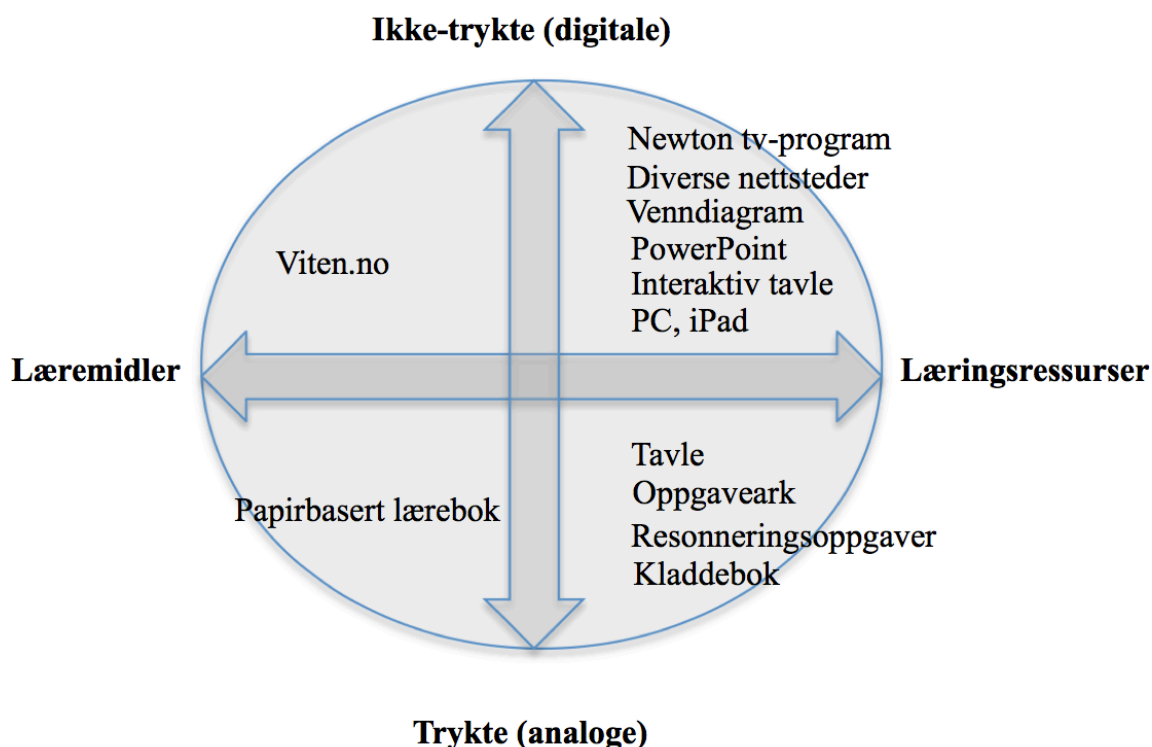
I utdraget over ser vi at Gunnar refererer til en artikkel som fremsetter som hypotese at forskjellen i sannsynlighet kan ha sin forklaring i forskjeller mellom X- og Y-sædceller som påvirker deres svømmehastighet. Tine og Hans samstemmer i at dette kan være en god forklaring. Sekvensen avsluttes med at læreren ber alle elevene avslutte og pakke sammen tingene sine.

Det er to poenger vi ønsker å trekke frem på bakgrunn av gjennomgangen av de to hovedaktivitetene. Det første poenget gjelder hvilke *muligheter som oppstår i situasjoner der elever og lærere tar i bruk multiple informasjonskilder* – både tradisjonelle læremidler som lærebøker, og digitale læringsressurser som artikler, modeller og tabeller som vist ovenfor. Det utdragene viser så tydelig, er nettopp hva som kan skje i situasjoner der elever får mulighet til å møte ulike perspektiver eller motstridende forklaringer på ett og samme fenomen. Som vi ser her, bidro dette til en produktiv kognitiv konflikt. Læreboka og lærerens forklaringer utgjør oftest en autoritet for elevene, men som vi ser her, kan det å innhente informasjon gjennom andre kilder bidra til at denne autoriteten brytes, og at elevene får mulighet til å utvikle en mer nyansert forståelse. For det andre viser utdragene hvordan læreren potensielt kan bruke slike situasjoner *som utgangspunkt for å motivere elevers forståelsesorientering*. Dette gjør læreren ved å bekrefte og allmenngjøre elevenes funn av motstridende opplysninger. Istedenfor å gi elevene svaret oppfordrer han dem til å forfølge problemet videre ved å søke etter utfyllende informasjon på nettet. Som vi ser, bidrar dette til at elevene på egen hånd kommer opp med en plausibel forklaring på det de lurte på.

I neste del skal vi trekke sammen noen av de viktigste analytiske momentene sett i lys av de overordnede problemstillingene for studien.

5 Drøfting av funn

Denne casen i naturfag har belyst et undervisningsopplegg på 10. trinn med «Arv og miljø» som tema, der aktivitetene har vekslet mellom helklasseaktivitet, gruppeaktivitet og individuelle aktiviteter. I våre drøftinger av funn vil vi starte med å plassere læremidlene og læringsressursene som er brukt i undervisningsforløpet, langs to akser basert på definisjonen av læremidler og læringsressurser (se Vedlegg 1a).



Figur 8. Bruk av læremidler og læringsressurser i Case 6, naturfag

Figur 8 gir oss et tydelig bilde av en variert bruk av læremidler og ressurser i denne casen. Det store omfanget i bruken av digitale læremidler/ressurser kan sies å stå i kontrast til tidligere norsk og internasjonal forskning som viser at læreboka oftest dominerer naturfagundervisningen (f.eks. Juuhl, Hontvedt, & Skjelbred, 2010; Knudsen et al., 2011; Skjelbred, Solstad, & Aamotsbakken, 2005). Denne casen heller nok mer i retning av nyere internasjonal forskning som viser at læreboka i mindre grad ene og alene brukes i undervisningen. De siste årene er det mer vanlig at læreboka blir brukt som et strukturerende element, men at lærerne i hovedsak bruker ulike typer læringsressurser når de skal undervise om et tema (Açikalin, 2014; Trygstad et al., 2013). Observasjonsskjemaene brukt i denne casen viser at analoge læremidler som lærebok, oppgaveark, kladdeark og tavle ble brukt i

omtrent halvparten av undervisningstiden. Digitale ressurser slik som bærbar PC, iPad og interaktiv tavle ble tilsvarende også brukt i halvparten av undervisningstiden. Når det gjelder det digitale innholdet, så var det flere nettsteder og kilder som gikk igjen. Av digitale kilder var Viten.no et nettsted som ofte ble brukt av læreren i helklassesettinger der målet var å introdusere nytt fagstoff eller å konsolidere gruppearbeid. Her var oftest ulike typer visualiseringer, som diagrammer, modeller eller animasjoner, i fokus. Når det gjelder elevenes bruk av digitale kilder, ble nettsteder som Viten.no, Biotechnologinemnda.no, Wikipedia, Store Norske Leksikon og SSBs nettsider hyppig brukt. Det som kjennetegnet elevenes bruk av digitale kilder, var at de i tillegg til å studere visualiseringer også brukte tid på mer tekstbaserte fremstillinger av tema og begreper.

Når det gjelder arbeidsformer, så viser resultatene fra del 4.1 en jevn fordeling av helklasseaktiviteter, gruppeaktiviteter og individuelle aktiviteter. Denne variasjonen kan sies å gjenspeile et mer generelt trekk ved undervisningen i norsk skole, der en undervisningsøkt oftest starter med en introduserende helklasseaktivitet etterfulgt av individuelle eller gruppebaserte oppgaveaktiviteter (Bergem, Nylehn, & Grønmo, 2009). De kvalitative dataene i denne casen gir grunnlag for å nyansere oppfatningen av tradisjonell praksis. Selv om organiseringen av arbeidsformene bekrefter et tradisjonelt trekk, så fremtrer et mer komplekst og nyansert bilde gjennom analysen av interaksjoner i helklasse- og gruppeaktiviteter. Dette gjelder spesielt når vi fokuserer på hvordan lærer og elever i denne casen vekslet mellom ulike læremidler og ressurser i og mellom ulike arbeidsformer. Samtalene og intervjuene med læreren i denne casen viser at læreren var svært bevisst på hvilke arbeidsformer og læremidler som skulle benyttes. Dette bekreftes også av analysen av undervisningsepisodene, som tydelig viser hvordan læreren varierte måten han engasjerte elevene på og fikk dem til å jobbe med fagstoffet. Dette gjorde han ved å bruke helklassedialogen til å mobilisere det elevene snakket om i gruppearbeidet, ved å oppfordre elevene til å problematisere motstridende informasjon og ved å invitere elevene til å presentere ulike syn på fenomener. Elevenes ulike syn brukte han deretter som utgangspunkt for å komme med utfyllende forklaringer, og ikke minst for å navigere elevene i retning av det han anså som mest relevant. Gjennom helklassedialogen kunne læreren dermed sikre at alle elever fikk tilgang til argumenter og forståelse knyttet til temaet.

Det å se diskusjoner i gruppearbeid og i helklassedialog i sammenheng, og hvordan disse to settingene komplementerer hverandre, har praktisk betydning. Selv om forskning indikerer at læring i små grupper er mer effektivt enn tradisjonell plenumsundervisning (Lou et al., 2001;

Slavin et al., 2014), så viser denne casen viktigheten av *tilrettelegging av gruppeaktiviteter*, og ikke minst betydningen av å skape *sammenheng mellom* helklasseaktiviteter og gruppeaktiviteter. Den logiske følgen av dette funnet er det å designe læringssekvenser der elevene får mulighet til å uttrykke den konseptuelle forståelsen de har utviklet gjennom gruppearbeidet, i en helklassedialog, slik at læreren har mulighet til å korrigere eller konsolidere elevenes forståelse. Videre er det slik at målet med gruppeaktiviteten er avgjørende for lærerens organisering og tidsplan. Hvis for eksempel formålet med gruppeaktiviteten er å mobilisere elevenes forkunnskaper, så krever det mindre tid enn hvis elevene for eksempel skal gjøre egne undersøkelser ved hjelp av ulike kilder.

Når det gjelder bruk av digitale læremidler og ressurser, så viser denne casen at læreren hadde en utstrakt bruk av både analoge og digitale visualiseringer. Det er gjort mye forskning på effekten av ulike visualiseringer og simuleringer innbakt i digitale læremidler og ressurser i naturfag (f.eks. Furberg, Kluge, & Ludvigsen, 2013; Linn & Eylon, 2011; Smetana & Bell, 2012), og denne casen utdyper denne forskningen. Det er ikke bare variasjonen mellom digitale og analoge læringsressurser som alene utgjør det mest interessante i denne casen, men også hvordan læreren *sømløst* brukte ulike representasjoner for å forklare komplekse begreper og fenomener. Det vil altså si at det var *formålet med aktivitetene* som i høy grad styrte bruken av visuelle kunnskapsrepresentasjoner. Et annet interessant funn er at analysene av klasseromsobservasjonene og interaksjonsdataene gir grunnlag for å hevde at bruken av visuelle kunnskapsrepresentasjoner bidro til høy grad av elevdeltakelse og engasjement, spesielt i dialogiske helklassesituasjoner. Et annet viktig poeng, relatert til den varierte bruken av læremidler og ressurser, er at bruken av ulike ressurser ikke bare var sekvensiell, i den forstand at de brukte ett læremiddel per aktivitet. Den var oftest parallell, i den forstand at elever og lærer brukte *flere verktøy* i samme undervisnings- og læringsaktivitet. Tidligere forskning har vist at både lærere og elever har kapasitet til å skape meningsfulle sammenhenger ved bruk av forskjellige verktøy på samme tid (Gillen et al., 2008; White & Pea, 2011). I denne casen har vi vist hvordan dette kan gjøres på en produktiv måte som skaper potensial for læring.

Denne casen gir også dybde til forskning som har rettet seg mot elevers intuitive forståelse (eng. *intuitive ideas* eller *misconceptions*) av ulike naturfaglige fenomener og prinsipper. Intuitive forståelser og hverdagsforståelser er oppfatninger som kan sies å bryte med mer normative og forskningsbaserte forståelser (diSessa, 2006; Duit, Treagust, & Widodo, 2008). Elevers forståelse av naturvitenskaplige tema bærer ofte preg av en hverdagsforståelse og av å

være fragmentarisk. Denne casen gjør det mulig å trekke frem betydningen av to konkrete undervisningsgrep som kan bidra til å støtte elevers konseptuelle forståelsesprosess. Det første grepet er det å *fremkalle elevenes forkunnskaper og forståelse* (eng. *eliciting*). I denne casen ser vi hvordan læreren kontinuerlig gjør dette i helklassedialoger i forkant eller etterkant av individuelt arbeid og gruppeaktiviteter. Et annet viktig grep er *design av oppgaver* som er tilpasset et spesifikt formål, som for eksempel det å mobilisere kunnskap, eller det å utforske mer åpne problemstillinger. Dette kombineres da med å tilby *flere støttefunksjoner, som digitale læringsressurser, elevsamarbeid og lærerintervensjon* (Strømme & Furberg, i forberedelse).

Det siste momentet vi ønsker å løfte frem når det gjelder en variert bruk av både analoge og digitale læringsressurser, er hvordan *uforutsigbarheten* i slike situasjoner kan utgjøre et «læringsmomentum» for både elever og lærer. Ofte utgjør læreboka og lærerens forklaringer en autoritativ kunnskap for elevene. Lærebøker kan sies å være forutsigbare kilder i den forstand at lærer har mulighet til å ha oversikt over det innholdet elevene møter og tar i bruk. Det at elevene får mulighet til å innhente og ta i bruk informasjon gjennom andre kilder, gjør at denne forutsigbarheten blir mindre, sett fra lærerens ståsted. Bruk av varierte kilder innebærer altså at læreren går med på å gi fra seg noe av innholdskontrollen og forutsigbarheten. Denne casen bidrar nettopp til å synliggjøre positive aspekter ved situasjoner der bruken av multiple og nettbaserte kilder bidrar til en produktiv uforutsigbarhet. Elevene i denne casen opplevde en uoverensstemmelse mellom lærebokas forenklete versjon og en mer nyansert og vitenskapelig versjon presentert i en fagartikkel de fant på nettet. Denne forskjellen bidro til det som i læringsterminologien betegnes som en *produktiv kognitiv konflikt* hos elevene. Istedenfor å be elevene holde seg til lærebokversjonen eller komme med et fasitsvar, oppfordret læreren elevene til å forfølge dette problemet videre og komme opp med en forklaring som kunne presenteres for hele klassen. Det vil altså si at læreren vendte det uforutsigbare til å bli en produktiv ressurs i elevenes arbeid.

Analysene av pre- og posttestresultatene (se 4.2) viser at elevene hadde et stort læringsutbytte av det gjennomførte prosjektet. Disse resultatene står ikke noe tilbake for de sterke resultatene knyttet til bruken av WISE (Linn & Eylon, 2011), og som i høy grad likner Viten.no. Imidlertid er det en viktig forskjell mellom deres studier og vår. Grappa som har utviklet WISE, bruker som regel et strammere eksperimentelt oppsett i sine studier enn det vi har brukt i vår studie. Dette innebærer at de studerer effekten av ulike typer støtteverktøy som er ment å støtte for eksempel elevsamarbeid eller forståelse av vitenskapelig argumentasjon. Ved

å sammenlikne resultatene til elever i en eksperimentgruppe med elevene i en kontrollgruppe måler forskeren effekten av elevenes bruk av de ulike støtteverktøyene. Et slikt oppsett innebærer at man i større grad kan finne årsakssammenhenger mellom elevenes bruk av digitale ressurser og elevenes læring. I vår studie måler vi forskjellige aspekter ved naturfaglig kunnskap, samt at elevene bruker flere læremidler og ressurser. Dette betyr at vi i vår studie ikke kan skape en entydig årsakssammenheng mellom forbedringene vi målte med pre- og posttestene, og læringsaktivitetene og bruken av ulike læringsressurser. Det vi imidlertid kan si i vår studie, er at vi observerte svært variert undervisning og ressursbruk, som samtidig var formålsoorientert og hadde et stramt oppsett; læreren var godt forberedt. Dette skapte uten tvil et godt potensial for elevenes læring. Teknologirike omgivelser gir elever mulighet til å se fenomener fra forskjellige sider, men for at det skal fungere produktivt, må elevene ha kompetanse og kapasitet til å gjøre seg nytte av slike omgivelser (Dolonen & Ludvigsen, 2012). Ikke minst må læreren være i stand til skape rom for elevenes refleksjoner omkring temaet (Strømme & Furberg, i forberedelse).

Vi ønsker å avrunde diskusjonen med å tematisere betydningen av klasseledelse i teknologirike læringsomgivelser. Det å lede en klasse i teknologirike læringsomgivelser krever at læreren bevisst designer læringssituasjoner, oppgaver og ressursbruk ut fra det formålet hver situasjon og aktivitet skal ha i elevenes helhetlige læringsforløp. Denne casen viser i særlig grad hvordan læreren sømløst brukte ulike representasjoner for å forklare komplekse begreper og fenomener. En slik læremiddelpraksis er viktig for elevenes arbeidsforløp og en aktiv og deltakende lærer støtter elevene i deres begrepsutvikling. Hvordan lærere gjør dette, og hvilke sosiale interaksjoner det skaper i både helklassesituasjoner og ved gruppearbeid er viktig å se nærmere på i fremtidig forskning i norske klasserom.

Referanser

- Açikalin, F. S. (2014). Use Of Instructional Technologies In Science Classrooms: Teachers'perspectives. *Tojet*, 13(2).
- Banilower, E. R., Smith, P. S., Weiss, I. R., Malzahn, K. A., Campbell, K. M., & Weis, A. M. (2013). *Report of the 2012 national survey of science and mathematics education*. Chapel Hill, NC: Horizon Research, Inc.
- Bergem, O.K., Nylehn, J., & Grønmo, L.S. (2009). Undervisning i naturfag, I: L. S. Grønmo & T. Onstad (red.), *TIMSS 2007: Tegn til bedring?*. Unipub forlag. ISBN 978-82-7477-385-1. Kapittel 7.
- 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.
- diSessa, A. A. (2006). A history of conceptual change research: Threads and fault lines. In K. Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 265–281) Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- 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
- Duit, R., Treagust, D., & Widodo, A. (2008). Teaching science for conceptual change – Theory and practice. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (pp. 629–646). New York: Routledge.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*, London: Sage.
- Furberg, A. (2009). Socio-cultural aspects of prompting student reflection in Web-based inquiry learning environments. *Journal of Computer Assisted Learning* 25, 4, pp. 397–409. doi: 10.1111/j.1365-2729.2009.00320.x
- Furberg, A., & Arnseth, H. C. (2009). Reconsidering conceptual change from a socio-cultural perspective: analyzing students' meaning making in genetics in collaborative learning environments. *Cultural Studies of Science Education*. 4, s 157- 191 . doi: 10.1007/s11422-008-9161-6
- Furberg, A., Kluge, A., & Ludvigsen, S. (2013). Student sensemaking with diagrams in a computer-based setting. *International Journal of Computer-supported Collaborative Learning*. 8(41 – 64).
- Furberg, A., & Rasmussen, I. (2012). Faktaorientering og forståelsesorientering i elevers bruk av nettbaserte læringsomgivelser, I: T. E. Hauge & A. Lund (red.), *Små skritt eller store sprang? Om digitale tilstander i skolen..* Cappelen Damm Akademisk. ISBN 978-82-0236438-0. Kapittel 2. s 23 - 57
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329.
- Gillen, J., Littleton, K., Twiner, A., Staarman, J. K., & Mercer, N. (2008). Using the interactive whiteboard to resource continuity and support multimodal teaching in a primary science classroom. *Journal of Computer Assisted learning*, 24, 348-358.

- 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*.
- Hannisdal, A., Hannisdal, M., Haugan, J., & Synnes, K. . (2008). *Eureka! 10, Grunnbok. Naturfag for ungdomstrinnet. Grunnbok*. ISBN/EAN: 9788205334113. Oslo: Gyldendal.
- Hatlevik, O.E., Egeberg, G., Guðmundsdóttir, G.B., Loftsgarden, M., & Loi, M. (2013). *ITU Monitor*. Oslo, Norway: The Norwegian centre for ICT in Education.
- Jorde D., Strømme A., Sørborg Ø., Erlien W., & Mork S. (2003). Virtual environments in science. *Viten.no* (No. 17). Unipub, Oslo.
- Juuhl. K. G., Hontvedt, M., & Skjelbred, D. (2010). *Læremiddelforskning etter LK 2006. En kunnskapsoversikt*. Høgskolen i Vestfold, Rapport nr. 1/2010.
- Kjærnsli, M., Lie, S., Olsen, R. V., & Roe, A. (2007). *Tid for tunge løft: norske elevers kompetanse i naturfag, lesing og matematikk i PISA 2006*. Universitetsforlaget.
- Kjærnsli, M., & Olsen, R. V. (2013). *Fortsatt en vei å gå. Norske elevers kompetanse i matematikk, naturfag og lesing i PISA 2012*.
- Knudsen, S. V. et al. (2011). *Internasjonal forskning på læremidler: en kunnskapsstatus*. Tønsberg: Høgskolen i Vestfold.
- Krumsvik, R. J. (2013). Klasseleing i teknologitette klasserom i ungdomsskolen og den vidaregåande skulen. I: R.J Krumsvik og R. Säljö (Red). *Praktisk pedagogisk utdanning. En antologi*. Bergen. Fagbokforlaget. Kap. 20. ss. 553-590.
- 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., Clark, D., & Slotta, J. D. (2003). WISE design for knowledge integration. *Science education*, 87(4), 517-538.
- Linn, M. C., & Eylon, B. S. (2011). *Science Learning and Instruction: Taking Advantage of Technology to Promote Knowledge Integration*: ERIC
- Lou, Y., et al. (2001). Small group and individual learning with technology: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 71(3), 449–521.
- Mork, S. M. (2006). *ICT in Science Education. Exploring the Digital Learning Materials at viten.no*. PhD thesis in Science Education. University of Oslo.
- Ottestad, G. Throndsen, I., Hatlevik, O., & Rohatgi, A. (2014). *Digitale ferdigheter for alle? Norske resultater frå ICILS 2013*. Oslo: Senter for IKT i utdanningen og Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, Universitetet i Oslo.
- Pallant, J. (2005). *SPSS survival manual, 2nd edn*. New York: Open university Press.
- 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
- Skjelbred, D., Solstad, T., & Aamotsbakken, B. (2005). *Kartlegging av læremidler og Læremiddelpraksis*. Tønsberg: Høgskolen i Vestfold.
- Slavin, R. E., Lake, C., Hanley, P., & Thurston, A. (2014). Experimental evaluations of elementary science programs: A best - evidence synthesis. *Journal of Research in Science Teaching*.
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337-1370.

- Strømme T. Aa., & Furberg, A. (i review). Exploring teacher intervention in the intersection of digital resources, peer collaboration, and instructional design.
- TIMSS 2003 Assessment. Copyright © 2005 *International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA)*. Publisher: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- Trygstad, P. J., Smith, P. S., Banilower, E. R., & Nelson, M. M. (2013). The Status of Elementary Science Education: Are We Ready for the Next Generation Science Standards?. Paper presented at *NARST 2013 Annual International Conference*. Downloaded Nov. 2013 from: <http://www.horizon-research.com/2012nssme/research-products/conference-papers/>.
- Tytler, R., Prain, V., Hubber, P., & Waldrup, B. (Eds.). (2013). *Constructing Representations to Learn in Science*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Urhahne, D., Schanze, S., Bell, T., Mansfield, A., & Holmes, J. (2010). Role of the teacher in computer-supported collaborative inquiry learning. *International Journal of Science Education*, 32(2), 221-243.
- 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 1a: 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 læring hos elevene. Forskningsdesignet i *ARK&APP* inneholder ikke tester for å måle elevers motivasjon spesielt, men vi forstår elevenes deltagelse som et uttrykk for motivasjon i læringsaktivitetene. Våre observasjoner og opptak av elevsamtaler og elev-lærer-samtaler er et viktig datamateriale for å forstå motivasjon som 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 tre 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 et 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 irrettesettelser 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/N¹⁰: _____ 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:

¹⁰ 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)

Vedlegg 1c: 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 9. og 10.] 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 arv og miljø i naturfag i 10. 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 [digital læringsmiddel] fungerte? (dersom relevant)

Intervjuguide med elevene i fokus grupper

1. Opplever dere at det er forskjell mellom 9. og 10. trinn?

2. Hvis ja - hva består disse forskjellene av?

- Øker kravene til dere faglig?

3. Brukte dere digitale læremidler i 8. og 9. trinn?

- Hvilke typer og til hva?

- Hva med lærebøker?

4. Bruker dere digitale læremidler i 10. 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. (vise de test items)?

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, K. E. (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, O. (2001). *Dialog, samspel og læring*. Oslo: Abstrakt forl.
- 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.
- Gee, J. P., & Green, J. L. (1998). Discourse Analysis, Learning, and Social Practice: A Methodological Study. *Review of Educational Research*, 23 (1998), 119-169.
- Gilje, Ø. (2008a). Digital medieproduksjon i nettverksklasserommet. In S. Østerud & E. G. Skogseth (Eds.), *Å være på nett - Kommunikasjon, identitets- og kompetanseutvikling med digitale medier* (pp. 60-79). Oslo: Cappelen Akademisk Forlag.
- Gilje, Ø. (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, O. E. (2011). *Monitor 2010: samtaler om IKT i skolen*. [Tromsø]: Senter for IKT i utdanningen.
- Haug, P. (2011). Klasseromsforskning - Kunnskapsstatus og konsekvensar for lærarrolla og lærarutdanninga. Rapport 21. Volda: Høgskulen i Volda.
- Hodge, B., & Kress, G. (1988). *Social Semiotics*. Cambridge: Polity Press.
- Jorde, D., Strømme, A., Sørborg, Ø., Erlie, W., & Mork, S. (2003). *Virtual environments in science*. *Viten.no* (No. 17). Oslo:Unipub.
- Juuhl, G. K., Hontvedt, M., & Skjelbred, D. (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, G. (2010). *Multimodality - A social semiotic approach to contemporary communication*. London/New York: Routledge.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rasmussen, I. (2012). Trajectories of participation: temporality and learning. In N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the Science of Learning* (pp. 3334-3337): Springer.
- Rogoff, B. (2003). *The cultural nature of human development*. Oxford: Oxford University Press.
- Rønning, W., Fiva, T., Henriksen, E., Krogtøft, M., Nilsen, N. O., Skogvold, A. S., & Solstad, A. G. (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, S., & Kress, G. (2010). *Design för lärande: ett multimodalt perspektiv*. Stockholm: Norstedts.
- Skjelbred, D., Solstad, T., & Aamotsbakken, B. (2005). Kartlegging av læremidler og Læremiddelp praksis. Tønsberg: Høgskolen i Vestfold.
- Utdanningsdirektoratet. (2005). Kartlegging av læremiddel og læremiddelp praksis. København: Rambøll Management AS.

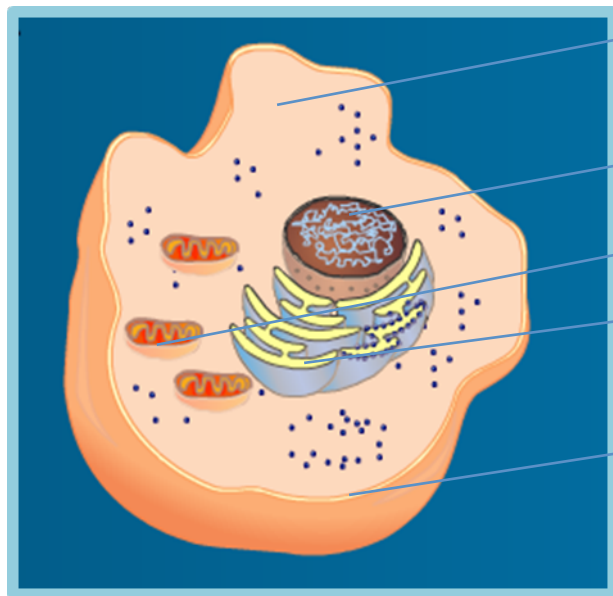
Vedlegg 2: Pre og posttestoppgaver

Pre-post test

Navn _____ Klasse _____ Dato _____

OPPGAVE 1

Sett navn på celledelene.



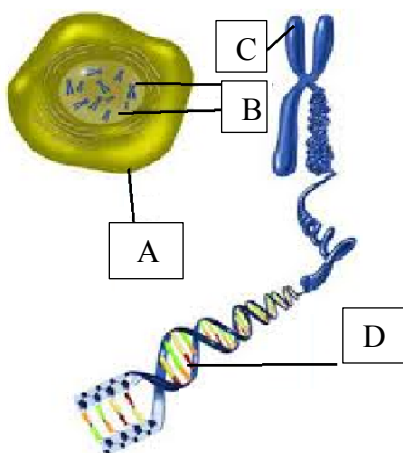
1.

2.

3.

4.

5.



OPPGAVE 2

Sett navn på de ulike delene:

A: _____

B: _____

C: _____

D: _____

OPPGAVE 3

Merk av hvilken påstand om DNA og kromosomer som du mener er riktig.

- A. Et DNA-molekyl er en sammenhengende rekke av atomer.
- B. DNA-molekylet kan vi sammenlikne med en spiralsnodd stige hvor trinnene dannes av baseparene A og G, C og T.
- C. Kromosomene i menneskeceller er skilt fra cytoplasma ved en membran.
- D. Alle kroppsceller hos et menneske inneholder like mange og likt oppbygde kromosomer.

OPPGAVE 4

Tegningen til høyre viser oppbygningen til den ene kjeden (halvparten) av et DNA-molekyl.

Hvilken av de fire DNA-kjedene merket A, B, C og D vil kunne koble seg til DNA-kjeden på høyre side?

Sett ring rundt riktig alternativ:

A	B	C	D
A	T	T	C
A	C	T	C
C	A	G	T
T	A	A	G



OPPGAVE 5

Velg riktig svar.

Mutasjoner er:

- A. Hormonforandringer i kroppen
- B. Forandringer i baserekkefølge i DNA
- C. Virus som kan føre til sykdommer
- D. Et annet ord for forkjølelse

OPPGAVE 6

Nedenfor finner du en del påstander om gener. Finn den riktige påstanden.

Et gen er ...

- A. et stoff som gir brune øyne hos noen mennesker og blå hos andre
- B. en bestemt baserekkefølge som finnes i enkelte celler (der genet skal brukes), men ikke i alle
- C. ei celleorganelle som forsyner cellen med energien
- D. en bestemt rekkefølge av kromosomer

OPPGAVE 7

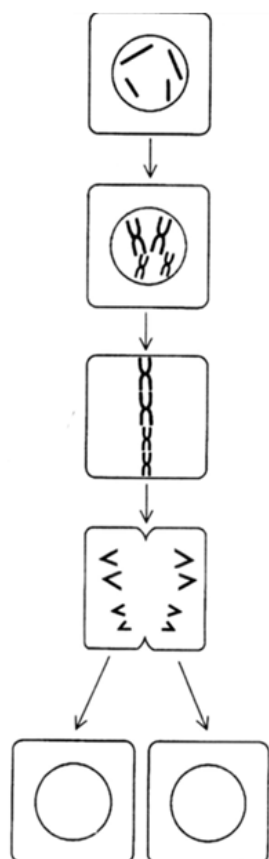
Koble disse ordene til riktig forklaring ved å sette inn tilhørende bokstav på streken foran hvert ord.

- ___ Dominant
- ___ Recessiv
- ___ Fenotype
- ___ Genteknologi
- ___ Genotype

- A. Teknologi som brukes til å forandre eller undersøke arvestoffet til en organisme
- B. Hvilken egenskap et individ har
- C. Genutgave man må ha to av for at det skal komme til uttrykk
- D. Hvilke genutgaver et individ har
- E. Genutgave som kommer til uttrykk selv om man bare har én av dem

OPPGAVE 8

Morcelle



Diagrammet til venstre viser noen av stadiene i celledelingen. Hvor mange kromosomer inneholder hver av dattercellene?

- A. 6
- B. 4
- C. 8
- D. 12

OPPGAVE 9

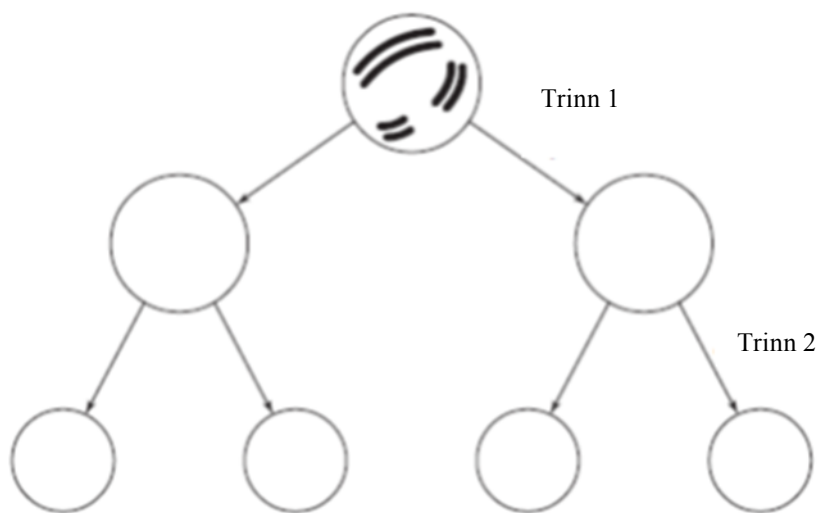
Hvilke to egenskaper kan overføres fra foreldre til barn?

1. å være flink i matematikk
2. øyenfarge
3. å tegne bra
4. å synge bra
5. et arr på kinnet
6. å kunne tre språk
7. munnens form
8. å kunne løpe fort

OPPGAVE 10

Følgende diagram viser hvordan kjønnsceller blir produsert.

Tegn antall kromosomer på hvert trinn.



OPPGAVE 11

Musenes celler inneholder 20 kromosomer. Hvor mange kromosomer tror du det er i eggcellene til en mus?

- A. 10
- B. 20
- C. 30
- D. 40

OPPGAVE 12

Øyenfarge kan bli påvirket av dominante og recessive gener. Genet for brune øyne, B, er dominant til gen, b, for blå øyne. Diagrammet viser hvordan øyenfarge kan være arvelig.

		far	
		B	b
mor	B	BB	Bb
	b	Bb	bb

a) I dette eksempelet er forholdet mellom mulig øyenfarge hos barnet:

- A. 1:1
- B. 3:1
- C. 4:1
- D. 5:1

b) Hvilken påstand er riktig?

- A. Brunøyde foreldre får alltid brunøyde barn
- B. Brunøyde foreldre får noen ganger blåøyde barn
- C. Blåøyde foreldre får noen ganger brunøyde barn
- D. Blåøyde foreldre får alltid brunøyde barn

OPPGAVE 13

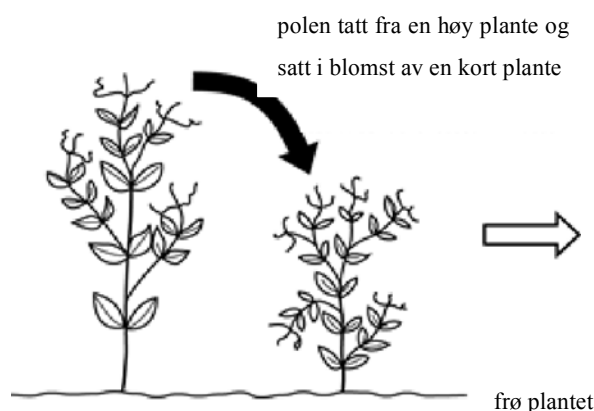
Hvorfor er det viktig at celler i en organisme deler seg?

OPPGAVE14

Barn ligner ofte på sine foreldre, men er ikke helt identiske som dem. Forklar hvorfor barn ikke er identiske med sine foreldre.

OPPGAVE15

Gregor Mendel var en munk som avlet erteplanter. Diagrammet til høyre viser et av hans forsøk. Gener for høyde i erteplanter er T og t. Genet for høye planter (T) er dominant og genen for korte planter (t) er recessiv. Tegn et genetisk diagram til å vise hva som kan skje når en høy plante (Tt) er krysset med en kort plante. Vis på diagrammet hvilke planter er høye og hvilke er korte.



OPPGAVE 16

- a. Hvor mange kromosomer er det i et menneskes kroppsceller?

- b. Hvorfor er det totale antall kromosomer i en celle et partall?
