

Carola Kvam

**Hvilken forståelse av gener og arv har elever etter
grunnskolen?**

EDU 3910

Masteroppgave i naturfagdidaktikk

Våren 2012

Forord

Denne masteroppgaven er produktet av mitt arbeid, og selv om mye av det jeg har lært er å finne i teksten, er det ikke dette jeg vil huske som mest læringsrikt. For meg er prosessen bak dette arbeidet det som utmerker seg i aller størst grad. Det har vært en positiv opplevelse, men det har til tider vært både frustrerende og slitsomt. Det ble etter hvert tydelig for meg hvor viktig det er å ha mennesker rundt seg som forstår hva du driver med, eller som viser sin støtte bare i form av det å lytte og komme med oppmuntringer når du trenger det.

Først vil jeg takke min veileder Tone Nergård, for konstruktiv og god tilbakemelding. Du har bidratt til å holde meg på stø kurs og til å holde motivasjonen oppe.

En stor takk rettes også til de to skolene som var så vennlige å ta i mot meg. De la til rette for at denne undersøkelsen lot seg gjennomføre i en travel hverdag. Jeg setter også stor pris på elevenes innsats, og ble både glad og overrasket over å se hvor positive de var til å delta, og hvor grundig de gjennomførte undersøkelsen.

Familie, venner og medstudenter fortjener også en stor takk. En særlig takk rettes i den forbindelse til min samboer, Leif, og våre to barn. De har sørget for at hverdagen har opprettholdt sitt normale mønster i travle tider. Isabelle Stavrum fortjener også en oppmerksomhet for alle oppmuntrende ord, og hjelp til å holde orden og oversikt da datamaterialet så ut til vokse der det lå. Videre vil jeg takke Audun Brenne for å ta seg tid til å lese korrektur. Sist, men ikke minst, vil jeg takke Anders Skarland, som har vært en støttespiller hele veien.

Trondheim, mai 2012.

Carola Kvam

Sammendrag

Bioteknologi og genteknologi er dagsaktuelle tema. For at hver enkelt skal kunne ta selvstendige og opplyste valg innenfor dette området, både i forhold til sitt eget liv og i forhold til demokratiske avgjørelser, kreves en grunnleggende forståelse av gener og arv. Denne forståelsen har store deler av befolkningen tilegnet seg gjennom undervisning på grunnskolenivå. På bakgrunn av dette er problemstillingen for oppgaven:

Hvilken forståelse av gener og arv har elever etter grunnskolen?

For å kunne besvare problemstillingen tas det utgangspunkt i følgende forskerspørsmål:

1. Hvilket nivå av forståelse har elevene for temaet gener og arv?
2. Ser elevene sammenhengene mellom arv, gener, DNA og kromosomer?
3. Ser elevene hvorfor man trenger kunnskap om gener og arv?

Undersøkelsen benytter et mixed-methode-design. Datamaterialet er hentet inn ved hjelp av et semistrukturert spørreskjema, og i analysen av datamaterialet er det benyttet en kompletterende modell. Rekruttering ble gjort i to videregående skoler i Midt-Norge. Forhåndsbestemte kriterier ble etterstrebet, da utvalget i størst mulig grad skulle være representativt for elevmassen på nasjonalt nivå.

Av de samlede resultatene fra denne undersøkelsen ser man at elevene har en uutviklet forståelse av arv på celle- og mikronivå. Elevenes svar tyder på at de er usikre i sin bruk av begreper knyttet til temaet. Elevene har noe kunnskap om enkeltbegreper, men viser ikke at de er i stand til å sette dette i sammenheng, slik at de kan gi en vitenskapelig forklaring på strukturer og prosesser involvert ved arv. Elevene har en oppfatning av at de personlig trenger kunnskap om gener og arv for å kjenne seg selv bedre. Generelt setter de kunnskap om gener i sammenheng med områder hvor det kan bidra til stor nytte for samfunnet, men de ser ikke sin egen kunnskap i tilknytning til dette.

Det konkluderes med at de fleste elevene i denne undersøkelsen ser gener som passive partikler, og at elevene i hovedsak har en forståelse av arv på makronivå. Med et mål om å utdanne selvstendige og kritiske mennesker kan man spørre seg om dette er tilstrekkelig for dagens samfunn.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	iii
Sammendrag.....	v
Innholdsfortegnelse.....	vii
Diagrammer.....	ix
Figurer.....	ix
Tabeller.....	x
1. Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn for tema.....	1
1.2 Hva sier læreplanen.....	2
1.3 Problemstilling.....	3
1.4 Definisjon av begreper.....	3
2. Teori.....	5
2.1 Hva viser tidligere forskning?.....	5
Grunnleggende biologiske begreper.....	5
Biologisk arv.....	6
Bioteknologi og genteknologi.....	9
2.2 Forhold som påvirker begrepsdannelse og forståelse.....	10
Fagbegreper.....	10
Begrepslæring.....	11
Forståelse.....	12
3. Metode.....	15
3.1 Forskningsdesign.....	15
3.2 Utvalg.....	15
3.3 Spørreskjema.....	17
3.4 Metode for analyse av datamaterialet.....	19
4. Resultat.....	21
4.1 Interesse og kunnskapskilder.....	21
4.2 Elevenes forståelse av temaet arv.....	23
Åpne spørsmål.....	23
Lukkede spørsmål.....	25
4.3 Elevenes forståelse av temaet gener.....	31
Åpne spørsmål.....	31
Lukkede spørsmål.....	33

4.4 Elevenes forståelse av temaet DNA	36
Åpne spørsmål	36
Lukkede spørsmål.....	38
4.5 Elevenes forståelse av temaet kromosom.....	43
Åpne spørsmål.....	43
Lukkede spørsmål.....	45
4.6 Bioteknologi og genteknologi	48
4.7 Elevenes begrunnelser for å ha kunnskap om gener og arv	50
5. Analyse og drøfting	53
5.1 Elevenes forståelse av temaet arv.....	53
5.2 Elevenes forståelse av temaet gener	56
5.3 Elevenes forståelse av temaet DNA	59
5.4 Elevenes forståelse av temaet kromosom.....	63
5.5 Bioteknologi og genteknologi	67
5.6 Elevenes begrunnelser for å ha kunnskap om gener og arv	69
5.7 Kunnskapskilder og interesse	70
5.8 Elevenes forståelse av temaet gener og arv som helhet.....	71
5.9 Vurdering av oppgavens kvalitet.....	75
6 Konklusjon	79
7. Litteraturliste	81
8. Vedlegg	85

Diagrammer

<u>Diagram 1</u> Elevenes svar på spørsmål 6.....	21
<u>Diagram 2</u> Elevenes svar på spørsmål 7.....	22
<u>Diagram 3</u> Elevenes svar på spørsmål10.....	25
<u>Diagram 4</u> Elevenes svar på spørsmål 11.....	26
<u>Diagram 5</u> Elevenes svar på spørsmål 12.....	26
<u>Diagram 6</u> Elevenes svar på spørsmål 13.....	27
<u>Diagram 7</u> Elevenes svar på spørsmål 14.....	28
<u>Diagram 8</u> Elevenes svar på spørsmål15.....	28
<u>Diagram 9</u> Elevenes svar på spørsmål 16.....	29
<u>Diagram 10</u> Elevenes svar på spørsmål 22.....	33
<u>Diagram 11</u> Elevenes svar på spørsmål 23.....	34
<u>Diagram 12</u> Elevenes svar på spørsmål 24.....	34
<u>Diagram 13</u> Elevenes svar på spørsmål 25.....	35
<u>Diagram 14</u> Elevenes svar på spørsmål 29.....	38
<u>Diagram 15</u> Elevenes svar på spørsmål 31.....	39
<u>Diagram 16</u> Elevenes svar på spørsmål 32.....	39
<u>Diagram 17</u> Elevenes svar på spørsmål 33.....	41
<u>Diagram 18</u> Elevenes svar på spørsmål 34.....	42
<u>Diagram 19</u> Elevenes svar på spørsmål 35.....	42
<u>Diagram 20</u> Elevenes svar på spørsmål 37.....	45
<u>Diagram 21</u> Elevenes svar på spørsmål 39.....	46
<u>Diagram 22</u> Elevenes svar på spørsmål 40.....	47
<u>Diagram 23</u> Elevenes svar på spørsmål 41.....	47

Figurer

<u>Figur 1</u> Annonse i Dagbladet, onsdag 29. februar.....	7
<u>Figur 2</u> Blooms taksonomi, bearbejdet av Bjørke og Øysæd (2011).	13
<u>Figur 3</u> Spørsmål 41. Hvilket diagram viser hva som skjer med antall kromosomer i muskelceller hos en sjimpanse når èn enkelt muskelcelle deles og danner to muskelceller?	64

Tabeller

Tabell 1 Elevenes svar på

Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet arv. 23

Tabell 2 Elevenes svar på

Hvordan arves egenskaper? 24

Tabell 3 Prosentvis fordeling av elevenes svar på

Hva mener du har innvirkning i disse tilfellene? 30

Tabell 4 Elevenes svar på

Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet gen. 31

Tabell 5 Elevenes svar på

Hva er et gen? 32

Tabell 6 Elevenes svar på

Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet DNA..... 36

Tabell 7 Elevenes svar på

Hva er DNA? 37

Tabell 8 Elevenes svar på

Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet kromosom. 43

Tabell 9 Elevenes svar på

Hva er et kromosom? 44

Tabell 10 Elevenes svar på

Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet genteknologi. 48

Tabell 11 Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet bioteknologi..... 49

Tabell 12 Elevenes svar på

Hvorfor trenger du å ha kunnskap om gener og arv? 50

Tabell 13 Elevenes svar på

Hva kan kunnskap om gener brukes til? 51

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for tema

”Genteknologien og andre former for bioteknologi har på væsentlige punkter ændret verden.”
(Mikkelsen, 2004:5).

Siden 1970-tallet er det skjedd en rivende utvikling innen bioteknologi, og det aller mest oppsiktsvekkende har kanskje skjedd innen genteknologi. Dette har gitt muligheter man aldri ville ha drømt om for 40 år siden. Man kjenner enda ikke fullt ut omfanget, begrensningene eller konsekvensene av dagens kunnskap og teknologi, og enda vanskeligere vil det være å kunne forutsi hvor dette kan bringe menneskeheten i fremtiden.

Innen helsevesenet verden over ser man et økende tilbud av blant annet fosterdiagnostikk og gentester, og innen jordbruk og industri benyttes genmodifiserte dyr, mikroorganismer og planter. For at man skal kunne møte denne utfordringen, er grunnleggende kunnskap og forståelse hos befolkningen viktig. Dette blir viktig både for den demokratiske deltagelsen hos den enkelte borger, men også for å kunne ta opplyste avgjørelser om eget liv og helse. Dette er et dagsaktuelt tema, og den hurtige utviklingen innen kunnskap og teknologi, gjør at man i løpet av korte intervaller kan se seg nødt til å evaluere bruk og konsekvenser av dette. Dette viser blant annet Helse- og omsorgsdepartementets henvendelse til Helsedirektoratet, hvor det ble gitt i oppdrag å gjennomføre en evaluering av bioteknologiloven, etter at denne hadde vært praktisert over en periode på fem år (Helsedirektoratet, 2011).

Det er lenge siden generell kunnskap om gener og arv kun handlet om den enkeltes forståelse av hvordan nye individer blir til. Det handler etter hvert i like stor grad om evnen til å kunne ta hensiktsmessige valg i forhold til hvordan man skal leve sitt eget liv. Man kan også bli tvunget til å ta stilling til spørsmål knyttet til videre utvikling, og bruksområder, for kunnskap om gener og arv. Dette kan være utfordrende, og krever en viss kompetanse. Sjøberg (2009) viser til at alle fag må kunne rettferdiggjøre sin plass i skolen, og kunnskap om gener og arv er nettopp et slikt tilfelle hvor naturfag kan gjøre det. Elevene trenger kunnskap om gener og arv for å kunne ta stilling til ulike saker i tilknytning til temaet, og dette faller dermed inn under det Sjøberg (2009) refererer til som ”demokratiargumentet”. Kolstø (2006) påpeker flere utfordringer ved det å gjøre elevene kompetente til å ta stilling til kontroverser av naturvitenskapelig dimensjon, hvorav en manglende vektlegging av vitenskap som sosiale

institusjoner, samt vitenskap som prosess, er noen av dem. Det vises til at dette likevel ikke reduserer nødvendigheten av å inneha en viss basiskunnskap, det å ha kunnskap om naturvitenskapelige nøkkelbegreper på området man skal ta stilling til. Dette gjelder både for å forstå problemstillinger, og for å tolke synspunkter og argumenter.

I arbeidet med temaet gener og arv er det i denne oppgaven valgt et allmenndannende perspektiv. Begrepet *dannelse* er brukt slik Sjøberg (2009) definerer det:

Bak begrepet ligger forestillingen om at et menneske med dannelse er selvstendig og autonomt, at det kan ha grunnlag for å treffe sine egne avgjørelser, at det har kontroll over sitt eget liv, at det ikke lar seg manipulere, at det har et riktig sett av allsidig kunnskap og ferdigheter, osv. (Sjøberg, 2009: 40).

Videre viser han til at begrepet *allmenndannelse* gir tilknytningen til hele befolkningen i et samfunn: ”Begrepet *allmenndannelse* brukes ofte for å trekke fram at vi tenker på noe som er felles og som skal nå ut til alle – ikke bare en elite.” (Sjøberg, 2009: 41). For denne oppgaven innebærer dette at temaet gener og arv forsøkes undersøkt hos en uensartet gruppe elever, i forhold til kjønn og studieretning.

1.2 Hva sier læreplanen

I *Læreplanverket for kunnskapsløftet (Kunnskapsdepartementet, 2006)* finner vi kompetansemålene for elever i norsk skole. Disse viser da til minimumskravet av kunnskap innenfor de ulike fagene, med tilhørende valgte områder. I naturfag, under området *Mangfold i naturen*, finner man følgende kompetansemål etter 10. trinn som kan sies å ha med gener og arv å gjøre:

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- *beskrive oppbygningen av dyre- og planteceller og forklare hovedtrekkene i fotosyntese og celleånding*
- *gjøre greie for celledeling samt genetisk variasjon og arv*
- *forklare hovedtrekkene i evolusjonsteorien og grunnlaget for denne teorien (Kunnskapsdepartementet, 2006, p. :88).*

For de elevene som velger et yrkesfaglig utdanningsprogram vil ikke undervisning i naturfag innebære videre kompetanse innen temaet gener og arv. For elever som velger et studieforbereende utdanningsprogram, vil det derimot innebære undervisning i området *bioteknologi*, som går nærmere inn på temaet. Skal man se på hvilken kompetanse den norske

befolkning forventes å ha innen temaet gener og arv, må man altså gå til læreplanens kompetansemål etter 10. årstrinn.

1.3 Problemstilling

Med bakgrunn i den samfunnsnyttens, og den egenyttes en forståelse innen temaet gener og arv vil kunne gi, og med utgangspunkt i den kompetansen læreplanen i naturfag vil kunne medføre, er problemstillingen for denne oppgaven som følger:

Hvilken forståelse av gener og arv har elever etter grunnskolen?

For å kunne besvare denne problemstillingen er det tatt utgangspunkt i følgende forskerspørsmål:

1. Hvilket nivå av forståelse har elevene for temaet gener og arv?
2. Ser elevene sammenhengene mellom arv, gener, DNA og kromosomer?
3. Ser elevene hvorfor man trenger kunnskap om gener og arv?

1.4 Definisjon av begreper

Et sentralt begrep i problemstillingen er *forståelse*. Begrepet har hatt en sentral plass innen vitenskapsfilosofi, og da spesielt innen hermeneutikken. Haugen og Thomassen (1990) beskriver hermeneutikkens tilknytning til begrepet slik: ”*Til slutt ble termen hermeneutikk knyttet til en bestemt filosofisk posisjon hvor ”forståelse” betraktes som en grunnleggende egenskap ved menneskets eksistens (Heidegger, Gadamer) – her er forbindelsen med filologisk metode marginal.*” (Haugen & Thomassen, 1990:45). Innen naturvitenskapene står det å *forklare* som det sentrale, mens man innen de humanistiske fagene (åndsvitenskapene) søker å *forstå* (Store norske leksikon, 2012).

Begrepet *forståelse* er forsøkt beskrevet gjennom den hermeneutiske sirkel, hvor det kan billedliggjøres som en spiral. Dette fordi forståelsesprosessen alltid vil være uavsluttet. Dette kan beskrives ved at man har en helhetsforståelse av noe (som kan kalles førforståelse), men gjennom videre erfaringer kan man oppleve en ny forståelse (delforståelse), som virker tilbake på helhetsforståelsen. Slik er forståelse en evig prosess så lenge man gjør videre erfaringer (Snl, 2012).

I Johan Gustav Droysen (Krogh, Theil, Iversen, Reinton, & Egeland, 1998) sitt forsøk på å legitimere historieforskning som vitenskap, kan man si at begrepet *forståelse* problematiseres i tilknytning til naturvitenskap. Han viser til at forståelse er noe man stort sett opplever i tilknytning til det menneskeskapte (Krogh, et al., 1998). Dyrers adferd er også noe vi til en viss grad kan forstå, i den grad det tydelig er knyttet til noe indre, som for eksempel at en hund hopper unna i redsel ved en høy lyd.

Men når vi kommer til fysikk og kjemi, til planetbanenes form, er det ikke lenger noe å forstå, for vi oppfatter ikke disse naturfenomenene som uttrykk for noe, som frembrakt av vesener med bevissthet. Her kan vi forklare ved å henvise til naturlover som tyngdekraften.” (Krogh, et al., 1998:83).

Men det vises videre til at ”Også forståelse er knyttet til at vi sanser verden og samler data om den.”(Krogh, et al., 1998:83). Selv om begrepet forståelse problematiseres i Droysens forklaring, kan man vise til at undervisning i temaet gener og arv (av nødvendighet) i stor grad baserer seg på menneskeskapte modeller, og på tekst. I tillegg til at man vil kunne vise til det sansbare og observerbare.

Begrepets lange, og noe kronglete historie til tross, finner man korte definisjoner som hos Store norske leksikon:

forståelse – psykologi, filosofi, pedagogikk, betegner den menneskelige evne til å begripe, fatte, gjøre bruk av forstanden, innse, oppfatte; betegner også resultatet av å forstå (som i «å komme til en forståelse»), resultatet av en undersøkelse, det å gripe en mening med noe.” (Snl, 2012).

I denne oppgaven brukes *forståelse* om evnen til å kunne gjengi og forklare med egne ord, og å kunne anvende kunnskap i nye situasjoner.

2. Teori

2.1 Hva viser tidligere forskning?

Grunnleggende biologiske begreper

Wood-Robinson, Lewis, Laech og Driver (1998) har i et forskningsprosjekt sett nærmere på elevers kunnskap om, og forståelse av terminologien innen biologi. De har tatt for seg seks begreper de mener er grunnleggende. Dette er begrepene *gener*, *DNA*, *kjerne (cellekjerne)*, *kromosomer*, *alleler*, og *genetisk informasjon*. Resultatet viste at 98 % av elevene hadde hørt, og kunne si noe om begrepet gener, 97 % om begrepet cellekjerne, 95 % om begrepet kromosom, 93 % om begrepet DNA og 85 % hadde hørt om, og kunne si noe om begrepet genetisk informasjon. Undersøkelsen spurte også om begrepet alleler, da dette inngår i den nasjonale læreplanen i England og Wales, og 37 % av respondentene hadde hørt dette begrepet og mente at de kunne si noe om det (ibid.). Elevenes forståelse av disse begrepene vil kunne være avgjørende for en forståelse av temaet gener og arv som helhet.

Hovedfunnene viste at undervisningen etter den nasjonale læreplanen gjorde elevene klar over at en cellekjerne er å finne i alle celler, og de fleste elevene var kjent med begrepene de ble fremstilt for. Det var likevel en betydelig forvirring rundt forholdene mellom de ulike strukturene som var involverte (ibid.). Mange hadde hørt om kromosomer, men det var få som kunne vise til en forståelse av kromosomenes egenskaper, og to av tre respondenter kunne ikke redegjøre for begrepet alleler. Det var også stor forvirring rundt forholdet mellom begrepene gener og kromosomer, og mange assosierte kromosomer, gener og DNA til bestemte celler eller vevstyper. Det så ikke ut til at elevene hadde en forståelse av at disse var å finne i alle typer celler. Genetisk informasjon var et ukjent konsept for én av seks respondenter, og noen av elevene assosierte DNA og genetisk informasjon kun til sammenhenger i samfunnet hvor slik informasjon benyttes (ibid.).

Wood-Robinson et al. (1998) viser til at disse funnene bekrefter tidligere undersøkelser på området, og at en forklaring på denne forvirringen rundt begrepene kan være den oppstykkede undervisningen. Det vises til at lærebøker og lærere gjerne deler opp lærestoffet om gener og arv. Elevene presenteres først for oppbygningen av celler med tilhørende organeller, deretter tar man for seg kromosomer i forbindelse med celledeling, og til slutt gener og DNA i forbindelse med arv (ibid.).

Gjennom prosjekt NORDLAB-SE (Hagman, 2003) er det sett nærmere på ulike nivå i elevers forståelse av gener, og der viser de til at elever først ser genets rolle i sammenheng med arv, og at genenes rolle i individets utvikling og funksjon kommer senere. Her identifiseres fire tankemodeller for undervisning og formidling av hva gener er. I den første modellen fremstilles gener som passive partikler som overføres fra foreldre til barn. Denne utvikles videre til at disse genene er aktive ved at de bestemmer egenskaper, og på det tredje nivået er disse genene sett som informasjon som brukes til noe, i stedet for passive partikler. I den siste modellen er også proteinsyntesen tatt med. Her fremheves det at man for å gjøre undervisning om gener meningsfylt for elevene, først bør gi undervisning i hva genene gjør, før man tar tak i hva gener er (ibid.).

Biologisk arv

Lewis og Wood-Robinson (2000) viser til at det over flere år er blitt gjort undersøkelser av forståelse av biologisk arv. Dette gjelder både i undervisningssammenheng, med hensyn til læring, og i forhold til allmennheten. Gjennom slike undersøkelser er det avdekket dårlig forståelse og en rekke misforståelser knyttet til temaet. Med den raske utviklingen innen genteknologi, og det økende tilbudet av gentesting dette har gitt, påpeker Lewis og Wood-Robinson (2000) videre hvilken utfordring dette gir innen helsesektoren.

Gentester er blitt tilgjengelig for et økende antall arvelige sykdommer. Dette er særlig problematisk i forhold til hvordan allmennheten vurderer nødvendigheten av å la seg teste, om de virkelig forstår hva de testes for, hvorfor, og hvordan de skal forholde seg til resultatet av en eventuell test. I Storbritannia er ressursene innen helsevesenet for små til at nødvendig oppfølging av slike tester blir mulig. Gentester er i tillegg blitt tilgjengelig over post, noe som gjør at oppfølging uteblir fullstendig (Lewis og Wood-Robinson, 2000). Dette er, og kan i økende grad, bli tilfelle også her i Norge. Dette viser bl.a. annonsen trykt i Dagbladet 29.02.2012, hvor et dansk firma oppfordrer norske foreldre til å genteste sine barn:

Figur 1 Annonse i Dagbladet, onsdag 29. februar

NÅ LANSERES ALLE DE NYE GENTESTENE PÅ NORSK

Alle engler bør gentestet

Barn arver gener fra sine foreldre. DNA-stoffet ditt forteller hvem du er og hvilke sænngi du har arvet fra dine foreldre. Familiemedlemmer kjennetegnes av så mye: Noser, øyne, hår og kroppsbygning. Sykdommer kan være arvet fra sine gener og disponere i for det. Men det vet du som regel ikke før sykdommen er der. GONIDIOs gentester forteller deg blant annet om du har arvet: for diabetes, astma, allergi, abbeimere, kreft og benskjørhet. Mange av disse sykdommene kan du enten unngå i sin helhet, eller minske skadevirkningene av, om du lærer deg forholdsregler.

En gentest gir deg et klart svar på hvilke egenskaper du og dine barn er født med. Du får også vite hva du kan gjøre for å redusere risikoen for å få sykdommer du eller barnet ditt er disponert for. Du får en brukerveiledning til netts av livet.

Gentest familien din

Gentester.no
DNA-analyse fra GONIDIO

(Dagbladet, onsdag 29. februar 2012:15)

Annonseren blir kommentert i dagbladets nettutgave (Hansen & Tvedten, 2012) hvor det advares mot at folk skal benytte seg av slike tester. Lars Retterstøl, overlege ved Avdeling for medisinsk genetik ved Oslo Universitetssykehus, sier i en kommentar til avisen at testpersoner ofte vil overvurdere risikoen for å utvikle sykdommer vist i slike tester, og at mulighetene for misforståelser er mange. Lewis og Wood-Robinson (2000) viser til to punkter hvor lav kunnskap og forståelse hos befolkningen vekker særlig bekymring i slike tilfeller:

- *the extent to which consent to screening is 'informed';*
- *the extent to which people are able to interpret the results of screening, and the personal implications, correctly.* (Lewis et al. 2000:123).

Lewis og Wood-Robinson (2000) gjennomførte et eget forskningsprosjekt, hvor de tok utgangspunkt i det engelske skolesystemet, og hvilken kunnskap læreplanverket la opp til i temaet gener og arv. Dette ble gjort for å se om utdanningen kan bidra til å øke folks kunnskap og forståelse på området. Analysen av datamaterialet avdekket at opplæringen i liten grad ga kunnskap til å kunne forstå konseptet ved gentesting, eller genteknologi generelt. Også her fant forskerne at de fleste elevene hadde problemer med å skille mellom kromosomer og gener, og ikke alle kunne redegjøre for hvor i kroppen de fantes. Elevene

hadde også problemer med å avgjøre hvordan kromosomene fordelte seg ved celledeling, og forskjellen mellom mitose og meiose fremsto som uklar. Under halvparten av elevene gjenkjente at en befruktet eggcelle måtte inneholde det dobbelte antall kromosomer som man finner i en sædcelle (ibid). Hoveddelen av informantene kunne identifisere gener som en kilde til arvelige egenskaper, men kun få hadde en forståelse av gener som fysiske enheter. Det var også usikkerhet knyttet til forholdet mellom gener og genetisk informasjon. Mange trodde også at ulike celletyper hadde ulik genetisk informasjon. Bare 20 % av besvarelsene (12 % av de spurte) hadde en grunnleggende forståelse av at alle celler bar med seg den samme genetiske informasjonen (ibid.).

Gjennom Genetik-prosjektet i NORDLAB ble elever stilt spørsmålet: ”*Hur kommer det sig att du är ganska, men inte helt, lik dina föräldrar?*” (Hagman, 2003:9). Her vises det til at elevenes svar kan deles inn i tre nivåer: *makronivå*, *cellnivå*, og *mikronivå*. Makronivå innebærer at de vet at barn er et produkt av begge foreldrene, på cellnivå kan elevene grovt forklare strukturer og prosesser i cellen som bidrar til arv, og på mikronivå kjenner elevene til detaljer i disse strukturene og prosessene (ibid.). Videre vises det til at elever på 6. trinn har en forståelse av arv på makronivå, og at elever på 10. trinn i tillegg har en forståelse av at gener er involvert i biologisk arv, og at disse har en bestemmende funksjon i forhold til egenskaper. Likevel er det mange på 10. trinn som har en dårlig utviklet forståelse av arv på celle- og mikronivå (ibid.).

Williams, Debarger, Montgomery, Zhou og Tate (2012) har sett på elevers forestillinger av forholdet mellom genetisk arv og celledeling, og funnet at hovedtyngden av elevene har vanskelig for å skille mellom de særegne prosessene i mitose og meiose. Det vises til at elevene har problemer med å forstå skillet mellom det biologiske formålet med mitose og meiose, cellestrukturenes funksjoner i genetisk overføring, og det resulterende genetiske utfallet. Elevene i denne undersøkelsen (Williams, et al., 2012) hadde også vanskelig for å bruke den visuelle representasjon (the Punnett square representation) til å forutsi og forklare hvordan et homozygot avkom for en bestemt egenskap kan ha to heterozygote foreldre for samme egenskap. I analysen ble elevene definert i kategorier etter hvordan de gjorde det på testene, og elever som fikk en middels- eller lav poengsum, hadde også vanskelig for å redegjøre for sine ideer rundt cellestrukturer, cellestrukturenes rolle i celledeling, og hvordan dette innvirket på overføringen av genetisk informasjon ved arv (ibid.). Williams et al. (2012) viser til sine funn som en bekreftelse på at kunnskap om celledeling støtter opp om elevenes kunnskapstilegnelse om genetisk arv.

Bioteknologi og genteknologi

Utenfor skolesammenheng benyttes kunnskap om gener og arv blant annet i bioteknologi og genteknologi, og det er ofte i denne ”innpakningen” elevene møter dette emnet gjennom media og ellers i samfunnet. Hill, Stainstreet og Boyes (2000) undersøkte hvilket meningsinnhold elever, i alderen 16-19 år, la i begrepene ”bioteknologi” og ”genteknologi”. I forskningsprosjektet kom det frem at de fleste elevene mente at begrepene *bioteknologi* og *genteknologi* hadde ulik betydning. Elevene hadde ikke en helhetlig mening om genteknologi, på samme måte som de hadde om bioteknologi. Dette innebar at de i større grad vurderte hvert tilfelle, kontekst og hensikt. Det ble dermed konkludert med at man, i større grad, må ta hensyn til den sosiale og kulturelle sammenhengen når man underviser i disse emnene. Man må ha et bredere perspektiv på undervisningen, for slik å bidra til en modning av elevenes tenkning (ibid.). I undersøkelsen kom det også frem at elevene i stor grad er positive til bioteknologi og genteknologi. De som var negative, var negative til risikoer knyttet til bioteknologi, mens de var negative med hensyn til etiske sider ved genteknologi. Det kom frem at negative holdninger i forhold til bioteknologi, i stor grad, var knyttet til den praktiske gjennomføringen, altså prosessene. Ved genteknologi var negative holdninger mer av en filosofisk karakter (ibid.).

I et studentarbeid av Ervik (2009) undersøkes elevens kunnskap om og holdninger til bioteknologi, og etiske problemstillinger knyttet til bioteknologi. Her konkluderes det med at ”Noen har lært om bioteknologi i ungdomskolen, men de fleste har kunnskap om og holdninger til bioteknologi fra hva de har sett og hørt på TV, Internett og aviser.” (Ervik, 2009:77), og at elevene derfor kommer til videregående skole med en del kunnskap om, og en del holdninger til bioteknologi. Det vises også til at elevene er positive til utvikling innen bioteknologi, men at de også er skeptiske. I tillegg til at media og undervisning på vg 2 har innvirkning, kan det tyde på at det er undervisning i naturfag på vg 1 som påvirker elevens holdninger til, og kunnskap om bioteknologi i størst grad (Ervik, 2009).

2.2 Forhold som påvirker begrepsdannelse og forståelse

Fagbegreper

Ulike fag benytter seg av ulike begreper for å kunne uttrykke seg så presist som mulig, og dette er med på å forenkle kommunikasjonen. Maagerø (2007) har tatt for seg naturfaglige tekster, og peker på at naturfaget inneholder flere tekniske termer, enn andre fag. Dette kan være med på å gjøre det faglige innholdet vanskelig tilgjengelig. Maagerø (2007) viser også til at begreper i andre fag i større grad er del av vår hverdag, dette gjelder blant annet for samfunnsfag. Begreper innen samfunnsfag er ikke like snevert definert som i naturfag, og det blir opp til den som bruker dem å tolke dem riktig i forhold til konteksten. Innen naturvitenskapene er dette annerledes, og det kreves derfor at begrepene tolkes presist etter definisjoner om de skal kunne gi mening. Maagerø uttrykker det slik:

De naturfaglige begrepene ser i mindre grad ut til å prege denne verdenen, men er mer en del av den interne fagverdenen. Når man skal erobre det naturfaglige feltet, blir utfordringen derfor blant annet å komme på innsiden av de tekniske fagbegrepene, og få en presis forståelse av hva de står for,... (Maagerø, 2007:181).

Det er likevel slik at noe av terminologien fra fagområder etter hvert tas opp i hverdagspråket, hvor meningsinnholdet kan endre seg (Hill et al. 2000). Innen undervisning i temaet gener og arv kan elevene derfor sitte med et annet begrepsinnhold enn hva en faglærer gjør. I undervisningssammenheng blir det da viktig med en gjennomgang, og en definering av de ulike begrepene man bruker på området. Elevene må kanskje avlæres noe, i forhold til begrepsbruk de har tatt til seg gjennom media eller annen befatning med temaet. Dette må gjøres for å forhindre eventuelle misforståelser som kan bli et hinder for læring. Dette ble poengtert, og var noe av utgangspunktet, i arbeidet til Hill et al. (2000).

Carver, Waldahl og Breivik (2008) viser til at ingen andre vitenskapelige konsepter er mer grunnleggende for forståelsen av biologisk vitenskap enn gener. De har derfor sett på medias bruk av begrepet *gen*, nettopp fordi de mener media har stor innflytelse på vår oppfatning av dette begrepet:

The media therefore has a central role in furthering or modifying the public understanding of, and engagement with, scientific issues: it is the main source of information for many people, even more so than politician, educators or scientists. (Carver, et al., 2008:943).

De viser videre til at det bak begrepet gener kan ligge flere ulike meningsinnhold brukt både i vitenskapelig sammenheng og i media. I en systematisk tekstanalysen av 300 ulike avisartikler har de identifisert fem distinkte kategorier, kalt gen-rammer, for tolkning av

begrepet gen (ibid.). ”Hver av disse gen-rammene (*engelsk: gene frames*) formidler ulike perspektiver og har grunnleggende betydning for den vitenskapelige forståelsen.” (Carver & Breivik, 2010). Også Hill et al. (2000) viser til at begrepsbruk kan være følelsesladd, og at elevene derfor kan ha opparbeidet seg holdninger til deler av fagområdet, som kan bli et hinder for læring.

Carver et al. (2010) viser til at en bevisstgjøring av de ulike gen-rammene vil være fruktbar for elevers tolkning av tekster som omhandler gener. I et lengre tidsperspektiv vil dette kanskje kunne gi en befolkning med økt bevissthet rundt begrepet gen, og med en større evne til å vurdere det vitenskapelige nivået i uttalelser gitt i media.

Begrepslæring

Det er gjort mye forskning på elevers/barns begrepslæring, også spesifikt for naturfaget. Mye bygger på Piagets kognitive læringsteori (Scott, Asoko, & Leach, 2007), hvor læring anses som en individuell prosess hvor barnet aktivt konstruerer ny kunnskap. Denne kunnskapen dannes i kognitive strukturer Piaget omtalte som *skjema*. Denne struktureringen skjer ettersom barnet opplever ”ubalanse” i eksisterende kunnskap, og derfor aktivt endrer eller justerer kunnskapsinnholdet (akkomodasjon), eller benytter de erfaringene det har gjort til å tolke og legge til nye erfaringer (assimilasjon). Dette kalles adaptasjonsprosessen (Lyngsnes & Rismark, 1999).

Vygotskys sosiokulturelle læringsteori har også hatt mye å si for forskning på begrepslæring, og undervisning, i naturfag (Scott, et al., 2007). Denne vektlegger det sosiale samspillet i læringssituasjonen, og ser språket som det fremste verktøyet for kunnskapstillegg. Vygotsky skiller mellom det aktuelle utviklingsnivået, som er der eleven er i sitt kunnskapsnivå, og den potensielle utviklingssonen, som er dit eleven kan nå ved hjelp av støtte fra en mer kompetent person. Vygotsky viser til lærerens rolle som en ”stillasbygger”. Læreren er da en person med større kompetanse på området som kan bidra med nødvendig veiledning, uten å gi svaret, eller løse oppgaven for eleven. For at dette skal kunne være mulig må eleven være innenfor den potensielle utviklingssonen. (Lyngsnes & Rismark, 1999).

Scott et al. (2007) viser til at synet på begrepslæring også kan tolkes inn i to nøkkelmetaforer kalt ”*acquisition metaphor*” og ”*participation metaphor*” (Scott, et al., 2007:7). ”*Acquisition*” viser til et perspektiv på begrepslæring med hovedvekt på individets *ervervelse* av begreper og kunnskap, altså på den lærendes eierforhold til noe. Den lærende gjør begreper til sine

egne og lagrer dem i hukommelsen fordi dette gir en kontroll over noe. ”Participation” har et annet perspektiv, og vektlegger individets interesse for deltagelse i et samfunn (et samfunn kan her tolkes som et fagfelt). Den som lærer tar her til seg begreper som en inngangsport til et fellesskap. Begrepet fungerer som et middel til noe annet, fremfor en ”eiendel”. Disse ulike perspektivene viser til to klart ulike motiver for læring, men ingen av dem kan ses uavhengig av hverandre (Scott, et al., 2007).

I tråd med Piaget viser Scott et al. (2007) til at begreper kan forstås som grunnleggende enheter av kunnskap, som integreres i kognitive strukturer etter hvert som man har å gjøre med dem. Begrepene er ofte abstrakte, fordi man i faglig sammenheng ofte benytter begreper om fenomener, og ikke bestemte ting (Maagerø, 2007). Dette er blant annet gjeldende for elevers befatning med biologisk arv, og Williams et al. (2012) påpeker at elevene finner arbeid med genetiske prosesser vanskelig. Prosesser og strukturer på ulike nivå, som har med blant annet proteiner, gener og kromosomer å gjøre, er ikke synlig for elevene og det oppleves dermed som abstrakt og vanskelig.

Psykologen David Ausubel var en av dem som brøt med Piagets redegjørelse for begreplæring, da han mente at den faktoren som hadde aller størst innvirkning på elevers begreplæring var elevenes eksisterende begrepskunnskap på området (Scott, et al., 2007). Novak (2002) skriver om dette at ”*The construction and reconstruction of meanings by learners requires that they actively seek to integrate new knowledge already in their cognitive structure.*” (Novak, 2002:548). Dette bekrefter viktigheten av å kartlegge elevenes førforståelse, slik Hill et al. (2000) fremhever. Videre viser Novak (2002) til at elever oppnår høye karakterer gjennom å lære fagstoffet utenat, gjennom pugging, og at det meste av denne kunnskapen snart blir vanskelig å gjenhente, og hvis de husker det, klarer ikke studentene å utnytte det i nye kontekster.


Forståelse

I Hagman (2003) presenteres forskningsresultater på elevers hverdagsforestillinger innen genetikk, for å stimulere lærere til å videreutvikle sin undervisning på området. Her vektlegges forståelse, og det sies at:

Naturvetenskap går primärt ut på att förstå. Vi vill lyfta fram dette karaktärsdrag därför att vi tror att förståelse ger en inre tillfredsställelse och stimulerar till fortsatt lärande, oavsett om man är barn eller vuxen, novis eller expert.(Hagman, 2003:3).

Forståelse er en grad av kunnskap, men det finnes flere måter å klassifisere kunnskap på. Den mest berømte inndelingen av kognitiv kunnskap er gjort av Benjamin Bloom. Blooms taksonomi er mye brukt i læreplansammenheng, for utvikling og styring av læringsprosesser og læringsmål (Imsen, 2006). En norsk versjon av Blooms taksonomi er representert i figur 2:

Figur 2 Blooms taksonomi, bearbeidet av Bjørke og Øysæd (2011).

Nivå	Kunnskap	Assosiert aktivitet
 Høvt	Vurdering - Å kunne bedømme noe ut fra forskjellige kriterier.	Bedømme, vurdere, drøfte, kritisere, diskutere, avgjøre i forhold til indre/ytre kriterier <i>Utviklede ferdigheter:</i> kombinere, improvisere, videreutvikle
	Syntese - Å kunne trekke egne slutninger, utlede abstrakte relasjoner.	Generalisere, organisere, oppsummere, trekke konklusjoner. <i>Komplekse ferdigheter:</i> Bearbeide, tilvirke, vise presisjon
	Analyse - Å kunne se sammenhenger.	Dele opp, identifisere, sammenlikne, undersøke <i>Vanemessig handling:</i> Gjennomføre, tilpasse, rette feil, utføre selvstendig
	Anvendelse - Å kunne bruke kunnskap og forståelse i konkrete situasjoner.	Fortolke, tilpasse, overføre, kunne bruke <i>Imitasjon:</i> Gjenta, etterlikne, prøve Utøve
	Forståelse - Å kunne sammenfatte og gjengi kunnskap med egne ord.	Forklare, tolke, vise til forskjeller, likheter og særtrekk <i>Handlingsberedskap:</i> Forberede, vise interesse, benytte
	Deklarativ (fakta-) kunnskap - Å kunne gjengi innlært stoff.	<i>Persepsjon:</i> Iakttatte, registrere
Lavt		

Figur 2 viser at den laveste formen for kunnskap, er det man kaller deklarativ kunnskap. Bjørke et al. (2011) viser til en overfladisk og en dyp læringsstrategi, hvor den overfladiske læringsstrategien medfører kunnskap på laveste nivå. Dette er en type kunnskap man oppnår når man pugger innholdet i en tekst. Man kan gjengi innholdet, uten at man nødvendigvis trenger å kunne noe videre om innholdet. Her er det egentlig snakk om hukommelse, man husker et innhold eller en fremgangsmåte, men vil ikke ha evne til å kunne overføre dette til nye situasjoner (Imsen, 2006), slik også Novak (2002) viser til.

Forståelse ligger ett nivå høyere enn hva deklarativ kunnskap gjør, og er slik et resultat av en litt dypere læringsstrategi. Bjørke et al. (2011) bruker figuren ovenfor til å forklare læringsstrategier og grad av måloppnåelse for studenter, og har derfor tilført hvilke anstrengelser de ulike nivåene krever av studentene. For å oppnå forståelse ser man at man trenger å *forberede, vise interesse, og å benytte*. En forståelse for noe gir evne til å forklare med egne ord, og krever derfor at den som lærer har et forhold til det som læres. Dette er ikke nødvendig i samme grad om man tilegner seg deklarativ kunnskap. Imsen (2006) viser en litt

annen gjengivelse av Blooms taksonomi, hvor også det å kunne *trekke konsekvenser* er nevnt under det å oppnå forståelse.

Driver, Asoko, Leach, Mortimer og Scott(1994) har sett på hvordan elever konstruerer kunnskap i naturfag. De påpeker at å lære naturfag vil si å sosialiseres inn i den vitenskapelige tenkemåten, og at kunnskap i naturfag skal kunne fungere som et redskap elevene kan finne frem når de ser behovet for det. Dette innebærer at kunnskapen er integrert i elevene, og at de dermed kan identifisere situasjoner, og overføre riktig kunnskap til situasjoner hvor de har bruk for den (Driver, et al., 1994). Ser man dette i sammenheng med Bloom's taksonomi i figur 2, medfører dette en kunnskap som bringer elevene langt over nivå to, hvor man finner forståelse. Et nivå av kunnskap som det Driver et al. (1994) viser til, vil i det minste befinne seg på nivå med analyse, fordi det krever at elevene er selvstendige. Det krever også at elevene trekker egne slutninger, og bedømmer situasjoner og kunnskap ut fra ulike kriterier. En slik kunnskap i naturfag vil kunne bedømmes til å være kunnskap på høyeste nivå, og dermed fullstendig integrert i elevenes tankemåte.

3. Metode

3.1 Forskningsdesign

For å kunne besvare problemstillingen på en hensiktsmessig måte, og med et allmenndannende perspektiv, var det ønskelig å nå ut til mange elever. Dette gjorde det naturlig å benytte spørreskjema som metode, og ledet inn i et kvantitativt design. Under utformingen av spørreskjemaet ble det klart at et rent kvantitativt design, med en påfølgende kvantitativ analyse, ikke ville gi den dybden i datamaterialet og resultatet som ønsket. Spørreskjemaet inneholder derfor flere åpne spørsmål, noe som også medførte en kvalitativ tilnærming og analyse av disse spørsmålene, og forskningsdesignet ble dermed det man refererer til som ”mixed-metode” (Creswell, 2009).

Det kan argumenteres for at denne undersøkelsen hører til under et rent kvantitativt design, siden elevenes åpne svar kategoriseres, tallfestes, og disse tallene benyttes i analysen. Innholdet i de ulike kategoriene er likevel et resultat av tolkninger tatt etter hvert som datamaterialet er vurdert, og disse tolkningene er en så stor del av den videre analysen og drøftingen at strategien må sies å tilhøre det man kaller ”mixed methods” (Creswell, 2009). Denne undersøkelsen innehar tre kjennetegn som Creswell (2009) viser til ved bruk av mixed methods. Disse kjennetegnene er bruk av både åpne og lukkede spørsmål, at flere former for data åpner for ulike resultater, samt at det benyttes analyse av både statistikk og tekst. Creswell (2009) skiller mellom tre ulike tilnærminger til mixed methods, hvorav denne undersøkelsen faller inn under ”current mixed methods” fordi det i dette spørreskjemaet samles inn data av både kvalitativ og kvantitativ karakter til samme tid.

3.2 Utvalg

For å kunne se på elevenes forståelse av gener og arv i et allmenndannende perspektiv, var det hensiktsmessig å ha et størst mulig utvalg under datainnhenting. Oppgavens rammer setter likevel klare begrensninger for hvor stort utvalget kan være, og utvalgsstørrelsen er satt til 100-120 respondenter.

Rekrutteringen ble gjort gjennom skoleledelsen hos to videregående skoler i området. Forhåndsbestemte kriterier ble etterstrebet, da det var ønskelig at utvalget i størst mulig grad skulle være representativt for elevmassen på nasjonalt nivå. Dette refereres til som proporsjonal stratifisert utvelgelse (Johannessen, Tuft og Cristoffersen 2010). En fordeling mellom studieforbereidende og yrkesfaglig på 46 % og 54 % (Utdanningsdirektoratet, 2011)

ble derfor etterstrebet. Med utgangspunkt i 120 elever ville dette gi 56 elever fra studieforberevende, og 64 elever fra yrkesfaglig studieretning. Det var også ønskelig at halvparten fra hver gruppe skulle være jenter, og halvparten gutter, slik at begge kjønn var godt representert.

Arbeidspresset hos lærerne på de utvalgte skolene, samt ønsket om å samle mest mulig data i første semester tilsa at disse kriteriene ikke kunne vektlegges i den grad de opprinnelig var ment. De respondentene skoleledelsen og lærerne kunne avse ble derfor brukt uten videre sortering i forkant, og utvalgsstørrelsen endte på 104 elever. Sju av besvarelsene ble valgt bort, da disse ikke hadde norsk som morsmål. Dette ble gjort fordi det kan ha innvirkning på resultatet av undersøkelsen med hensyn til begrepsforståelsen. Høigård (2006) viser til at tospråklige elever kan ha en tilnærmet perfekt norsk uttale, og mestre kommunikasjon i det daglige uten problemer, men at dette ikke nødvendigvis innebærer at de benytter norsk som tankeredschap:

Men etter hvert som kravene til situasjonsuavhengig språkforståelse øker, og kommunikasjonen i klasserommet og lærebøkene blir tankemessig mer krevende, viser det seg at norsken ikke er tilstrekkelig utviklet til at barnet klarer de kravene som blir stilt. (Høigård, 2006:191).

For at andrespråket skal kunne fungere som et tankeredschap på det nivået spørreskjemaet krever, må utviklingen av det ha foregått med tilstrekkelig støtte, i en periode på 5-7 år (Høigård, 2006). Dette er det vanskelig å vurdere, og besvarelsene ble derfor tatt bort. I datamaterialet ble det derfor representert 57 elever fra yrkesfaglig studieretning, og 40 elever fra studieforberevende. Dette tilsvarer en fordeling på 59 % fra yrkesfag og 41 % fra studieforberevende, mot en ønsket fordeling på 54 % og 46 %. Dette viser at kravene til et proporsjonalt stratifisert utvalg ikke ble fullstendig oppfylt. Det er likevel nært, og fordelingen er riktig i forhold til at yrkesfag er representert med et flertall. Videre var det i det samlede utvalget representert 57 jenter og 40 gutter, noe som gir en liten overvekt av jenter, men begge kjønn er godt representert.

Johannessen et al. (2010) viser til at det i de siste årene er blitt vanlig med en svarrespons på 30-40 prosent. I denne undersøkelsen var svarresponsen på 100 prosent av de 104 som mottok spørreskjemaet, noe som nok skyldes måten datainnsamlingen var organisert på. Gjennom personlig oppmøte i alle de ulike gruppene ble prosjektet presentert, før spørreskjemaet ble delt ut. Elevene satt til de var ferdig med besvarelsene. Respondentene brukte ikke av fritiden sin, noe som nok var avgjørende for den høye svarprosent.

3.3 Spørreskjema

Å benytte spørreskjema kan fremstå som en enkel metode å innhente data på, men her er det mange hensyn å ta for å få et godt resultat. Man kan velge prestrukturerte spørreskjema, åpne spørsmål, eller semistrukturerte spørreskjema. De tre variantene byr alle på styrker og svakheter, alt etter hvordan materialet skal brukes (Johannessen, Tufte, & Cristoffersen, 2010).

Et prestrukturert spørreskjema byr på store muligheter for å sammenligne svarene fra de ulike respondentene, da respondentene skal merke av for forhåndsgitte svaralternativer. En ulempe ved å benytte denne løsningen er at man kan miste mye informasjon ut over akkurat det man spør om, og respondentene kan oppleve at ingen av de oppgitte alternativene er aktuelle for dem. Det krever derfor mange og nøye vurderinger under utarbeidingen (Johannessen, et al., 2010). Åpne spørsmål gir respondentene mulighet til å utforme et svar som er riktig for dem, men her kan man risikere å miste informasjon rett og slett fordi respondentene ikke behersker å uttrykke seg skriftlig. Videre byr svar utformet av respondentene på en utfordring om man ønsker å sammenligne resultatene (ibid.). Semistrukturerte spørreskjema benytter seg av både åpne og prekodete svar, og strukturen må vurderes etter hva man ønsker å få ut av skjemaet. Velger man å gå for mange åpne spørsmål, må man vurdere om spørreskjema er riktig metode for datainnhenting (ibid.).

I arbeidet med spørreskjemaet ble det i denne undersøkelsen valgt å benytte et semistrukturert spørreskjema. Til spørreskjemaet er det hentet inn spørsmål med forhåndsoppgitte svaralternativer, som allerede er benyttet i andre prosjekter. Dette fordi det er krevende å utforme spørsmål som vil gi gode svar på det man ønsker å undersøke (Johannessen, et al., 2010). En annen fordel med å benytte ferdig utviklede spørsmål, er at det gir mulighet for å sammenligne resultatene med et større utvalg. Innen temaet gener og arv finnes det relevante og ferdig kvalitetstestede spørsmål blant annet brukt i Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS Norge), og hos The American Association for the Advancement of Science (AAAS).

Fra TIMSS Norge er det hentet 3 spørsmål under *Frigitte oppgaver* (TIMSS, 2012), som ble benyttet direkte i spørreskjema til denne undersøkelsen. Dette gjelder for spørsmål nr 11, nr 13 og nr 15. Fra AAAS er det hentet 18 spørsmål fra *Prosjekt 2061* (AAAS, 2012), hvor man finner over 600 spørsmål knyttet til begreper i naturfag. Disse er utviklet og testet over en periode på over ti år. Spørsmålene hentet hos AAAS er på engelsk, og disse krevde derfor at

de ble oversatt til norsk¹. Opprinnelig var noe av hensikten ved å bruke slike spørsmål at resultatene skulle kunne sammenlignes om ønskelig, for slik å ha et bredere teoretisk grunnlag for å kunne vurdere resultatene, men dette kompliseres gjennom oversettelsen av spørsmålene. Johannessen et al. (2010) viser til at *”Dersom hensikten er å sammenlikne vår undersøkelse med andre undersøkelser – eller å sammenlikne et fenomen over lengre tid -, må dataene være sammenliknbare, og det forutsetter at indikatorene (spørsmålene og svaralternativene) er identiske.”* (Johannessen, et al., 2010:65). Å benytte spørsmålene fra AAAS er derfor problematisk med tanke på å ha et sammenlikningsgrunnlag.

Som nevnt innledningsvis i dette kapittelet er det for denne undersøkelsen også valgt å bruke åpne spørsmål for å få større dybde i besvarelsene. Dette resulterte i 13 egenformulerte spørsmål, ett av dem er en forlengelse av det ene avkryssningsspørsmålet. I spørreskjemaet er det i tillegg tatt med tre avkryssningsspørsmål som gir opplysninger om respondenten, og fem som gir informasjon rundt tema, dette gjør at spørreskjemaet inneholder i alt 41 spørsmål.

Størrelsen på spørreskjemaet kan ha innvirkning på respondentenes motivasjon for å fullføre besvarelsen, og slik også på svarprosenten. 41 spørsmål kan oppleves som mye, og det ble derfor valgt en tosidig utskrift, slik at spørreskjemaet ikke skulle virke for stort/mye. Kombinasjonen av forhåndsoppgitte og åpne svar kan også virke mer motiverende, fremfor å benytte mange åpne svar (Johannessen, et al., 2010), eller bare avkryssing.

For å sikre at respondentene ville forstå spørsmålene og begrepene som ble benyttet ble det gjennomført en pilottest da spørreskjemaet var ferdigstilt. Der deltok fire elever fra Vg 1, altså målgruppen. Her ble tiden de trengte vurdert, og det ble gjort en muntlig gjennomgang av hele spørreskjemaet i etterkant. Elevene gav tilbakemelding på hver enkelt spørsmålsformulering og de oppgitte svaralternativene. De gav uttrykk for at de forsto hva det ble spurt etter, og at de kunne vurdere de ulike svaralternativene. Besvarelsene tok ca 25 minutter, og dette ble vurdert til å være passende. Hadde besvarelsen tatt lengre tid kunne dette ha virket negativt på motivasjonen for å fullføre. Det ble foretatt kun små redigeringer i etterkant.

For å belyse problemstillingen var det ikke nødvendig at spørreskjemaet inneholdt noen form for personopplysninger, og prosjektet er derfor ikke meldepliktig og samtykkeerklæring ikke nødvendig. Av de tre spørsmålene som går på personopplysninger, gjelder det ene norsk som morsmål, og som tidligere nevnt var dette for å kunne ta bort de flerspråklige elevene. Dette

¹ I vedlegg nr. 1 er det lagt inn lenker til hvert spørsmål fra AAAS sine nettsider.

gir derfor ikke informasjon som kan spores tilbake til noen. De andre to spørsmålene er spørsmål om kjønn og studieretning, og disse var med kun for å se at utvalget oppfylte kriteriene til et proporsjonalt stratifisert utvalg. Siden respondentene er hentet fra to ulike skoler, og sju ulike klasser vil heller ikke dette kunne føres tilbake til enkeltpersoner.

3.4 Metode for analyse av datamaterialet

I arbeid med forskning innen "mixed method" står man ovenfor en rekke valg med hensyn til analysen av datamaterialet. Datamaterialet ble hentet inn ved hjelp av spørreskjema. I denne oppgaven var hovedtyngden av datamaterialet av kvantitativ karakter, men med ønske om en dypere forståelse ble det også naturlig å benytte åpne spørsmål med påfølgende tolkninger og kategorisering som medfører en kvalitativ analyse av resultatene fra disse spørsmålene. For analysen av datamaterialet i denne undersøkelsen er det derfor snakk om en kompletterende modell, og "*Målet med dette er å la deres respektive fordeler komplettere hverandre på en måte som innebærer at et større antall aspekter ved forskningsspørsmålet blir belyst.*" (Hjerm & Lindgren, 2011:139).

I analysen av de lukkede spørsmålene er utbredelsen av ulike oppfatninger prøvd kartlagt. Svarene i de åpne spørsmålene har gjennomgått en kvalitativ tolkning og er deretter kategorisert. Kategoriene var ikke forhåndsbestemte, men ble til etter hvert som ulike mønstre ble fremtredende i gjennomgangen av datamaterialet. Det er i denne sammenhengen gjort en helhetsvurdering av utsagnene, og det er ikke gjort noen sortering ut i fra om utsagnene er vitenskapelig korrekte. På spørsmål hvor elevene blir bedt om å skrive ned de tre første ordene de tenker på i tilknytning til et begrep, er ordgruppene kategorisert etter at det er foretatt en manuell optelling. Flere av elevene har her svart i hele setninger, men meningsinnholdet i disse er ikke vurdert. Det er gjort en ren optelling av de hyppigst benyttede ordene som har tilknytning til spørsmålet. Disse tallene representerer derfor ikke antall elever, da samme elev kan ha benyttet samme ord flere ganger.

Svarene på de ulike spørsmålene analyseres først enkeltvis, før de vurderes samlet for å prøve å belyse problemstillingen på en helhetlig måte. I tillegg til at dette er en kompletterende metode, kan fremgangsmåten også defineres inn under det Hjerm og Lindgren (2011) kaller "concurrent nested strategy". Dette fordi det i hovedsak benyttes tall i forhold til utberedelse av oppfatninger, i tillegg til at dette utdypes eller ses i sammenheng med, elevenes egne formuleringer hvor analysen også har hatt et innslag av kvalitativ karakter. Et kjennetegn ved

denne metoden er nettopp at hovedvekten av analysen beror på en av retningene, i dette tilfellet den kvantitative, mens dette støttes opp av den andre metoden der hvor dette oppleves som hensiktsmessig av forskeren.

Alt datamateriell er lagt inn i SPSS, hvor dataprogrammet er brukt til å gi en grafisk fremstilling av resultatene i de lukkede spørsmålene i form av søylediagrammer². Diagrammene viser prosentvis fordeling av elevenes svar, så lenge annet ikke presiseres. Elevenes svar på spørsmål 7 er lagt inn i en egen fil i sammenstillingen av datamaterialet. Flere elever valgte å oppgi flere kilder til kunnskap om gener og arv, noe som førte til at oversikten i den opprinnelige filen ble forstyrret.

² For det fullstendige datamaterialet, se SPSS-filer, vedlegg 15 og 16.

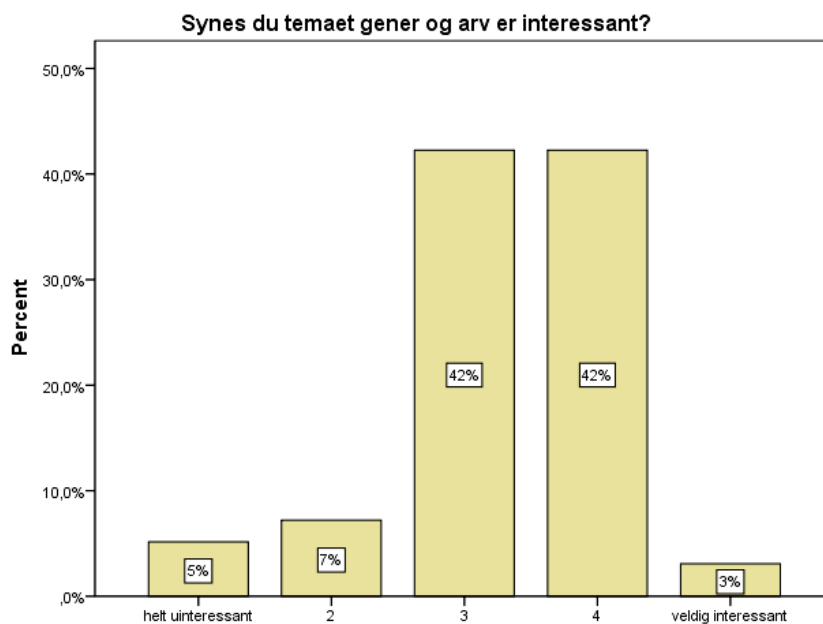
4. Resultat

Resultatene viser besvarelsene fra 97 elever, 57 fra yrkesfaglig studieretning, og 40 fra studieforberedende. Videre er det representert 57 jenter og 40 gutter. Det er ikke tatt hensyn til inndelingen etter kjønn og studieretning i fremstillingen av resultatene, da dette kun var tatt med for å sikre representasjonen av de ulike gruppene i datamaterialet. Resultatene presenteres etter temainndelingen i spørreskjemaet.

4.1 Interesse og kunnskapskilder.

I spørsmål 6 og 7 ble elevene bedt om henholdsvis å vurdere hvor interessert de er i temaet gener og arv, og hvor de opplever at de får mest kunnskap på området. Spørsmålet om interesse for temaet er tatt med fordi det kanskje kan si noe om motivasjonen for å oppnå forståelse hos elevene.

Diagram 1 Elevenes svar på spørsmål 6

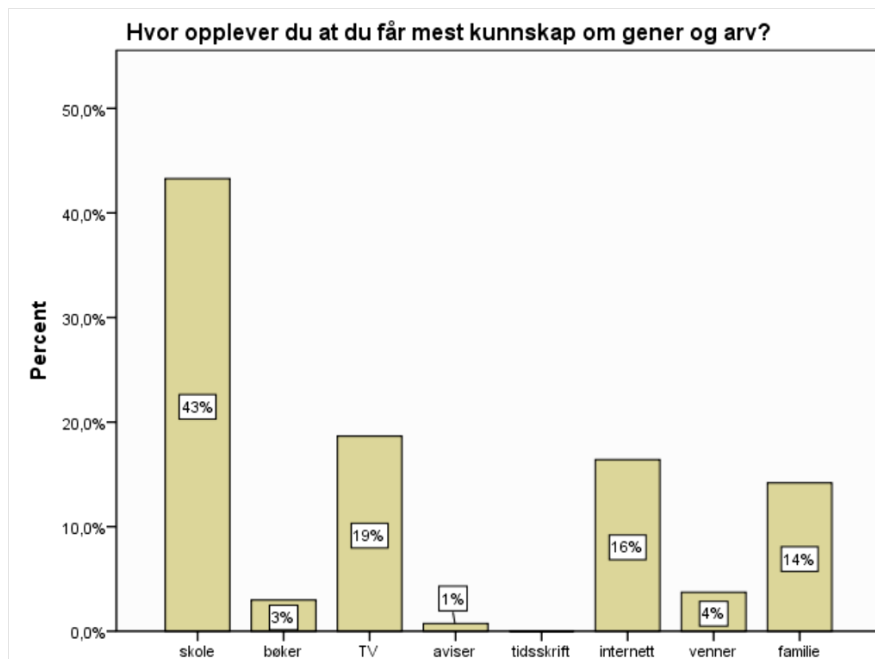


Her skulle elevene velge å krysse av på en skala fra én til fem, hvor én tilsvarte helt uinteressant, og fem tilsvarte veldig interessant. Diagrammet viser at hoveddelen av respondentene, 84 %, mener at de er nøytrale, eller litt interessert i temaet gener og arv.

På spørsmålet om hvor elevene opplever at de får mest kunnskap i temaet, ble de bedt om å velge ett alternativ, noe som ville ha gitt 97 ulike svar, men i diagrammet er det tatt med 134 svar. Dette skyldes at elevene enten ikke har oppfattet at de skulle velge bare ett alternativ, eller at de har hatt problemer med å velge bare én kilde som hovedkilde til sin kunnskap, dette

var tilfelle i 19 av besvarelsene. Alle valgte variabler er derfor tatt med i denne fremstillingen, og verdiene viser dermed ikke til prosentvis fordeling av antall elever, men en prosentvis fordeling av antall valgte kilder til kunnskap om gener og arv.

Diagram 2 Elevenes svar på spørsmål 7



Diagrammet viser at skole står for nesten halvparten av kildene til kunnskap om gener og arv (43 %). Videre følger TV (19 %), internett (16 %) og familie (14 %) som de største. I spørreskjemaet ble det spesifisert at variabelen *avis* også inkluderte aviser på internett, dette ble oppgitt med en andel på 1 %, og ingen valgte tidsskrift som kilde til kunnskap.

4.2 Elevenes forståelse av temaet arv

Åpne spørsmål

Tabell 1

Elevenes svar på: Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet arv.

Kategori:	Antall ganger ordet er benyttet:
Ord som har med familie å gjøre: Mor og far/foreldre/familie/slekt.	57
Ordet DNA/DNA-tråd.	29
Ordet gen/gener.	27
Ordet utseende.	24
Ordet egenskaper.	17
Ordet arv, eller ord som har "arv" i seg. For eksempel: arvelig og arver.	17
Ordet penger.	10
Ikke besvart/vet ikke.	0

Tabellen er en fremstilling av de sju hyppigst benyttede ordene. Her viser resultatene at alle respondentene hadde assosiasjoner til begrepet *arv*, og at ord som har med familie å gjøre står sentralt (benyttet 57 ganger). Videre knyttes ord om *DNA*, *gener*, *utseende* og *egenskaper* også til arv. Dette viser at assosiasjonene, i denne konteksten, i vesentlig grad knyttes til en vitenskapelig ide om begrepet.

Det refereres også til det materialistiske ordet *penger* (10 ganger), og det er viktig å ta høyde for den hverdagslige og materialistiske tilknytningen til begrepet *arv*, noe som også kan være knyttet til den hyppige bruken av ord knyttet til familie. Det vil ikke bli tatt med videre i analysen³.

³ For en fullstendig oversikt over besvarelsene, se vedlegg 2.

Elevene ble også bedt om å forklare hvordan egenskaper arves med egne ord.

Tabell 2

Elevenes svar på: Hvordan arves egenskaper?

Kategori:	Antall elever:
Kan forklare noe, og viser til arv fra foreldre, i tillegg til at de benytter relevante begreper. Eks.: <i>Kromosomene deler seg og vi får av både mor og far. Det er de dominerende genene vi får. Når man blir født lages man etter en oppskrift (DNA) som mor og far laget sammen. Det er derfor du kan ligne på mor, men ha samme allergi som far. Gjennom videreføring av egne gener til et avkom/foster. Formering gjør også sånn at ting "arves". Egenskaper arves fra de ulike parter så det er ikke bestemt hvilke (mennesker, dyr).</i>	28
Viser ikke til noen vitenskapelig forklaring. Eks.: <i>Gjennom familie (føres videre). Du arver fra faren og moren din. De blir satt sammen til noe nytt med hint fra mor og far. Av foreldre.</i>	17
Benytter relevante begreper, men kun enkeltstående. Eks.: <i>Egenskaper arves gjennom DNA'et til foreldrene. Gjennom arvestoff, DNA. Gjennom genene.</i>	17
Mener at egenskaper i hovedsak tilegnes, eller at noe kan arves. Eks.: <i>Det arves ikke i forhold til arv. Men heller ved at man lærer det. Det er veldig sjeldent å arve egenskaper, men det kan oppstå. Påvirkelse fra nære venner og familie.</i>	11
Sier at arv skjer i det man blir født, eller viser tydelig forvirring i bruk av begreper. Eks.: <i>Gjennom fødsel. Det er ulike celler du får fra foreldrene dine.</i>	10
Ikke besvart/vet ikke.	14

Tabell 2 viser at til sammen 21 elever hadde en oppfatning av at egenskaper i hovedsak tilegnes, eller at de arves i det man blir født. 34 elever viste ikke til noen vitenskapelig forklaring på hvordan egenskaper arves, de benyttet kun enkeltstående begreper, eller forklaringen var svært enkel. 28 elever viste til en forståelse av hvordan egenskaper arves, i den grad at de kunne gi en mer utfyllende forklaring hvor de tok i bruk relevante begreper. 14 elever ga ikke en forklaring på hvordan egenskaper arves⁴.

Lukkede spørsmål

Diagram 3 Elevenes svar på spørsmål10

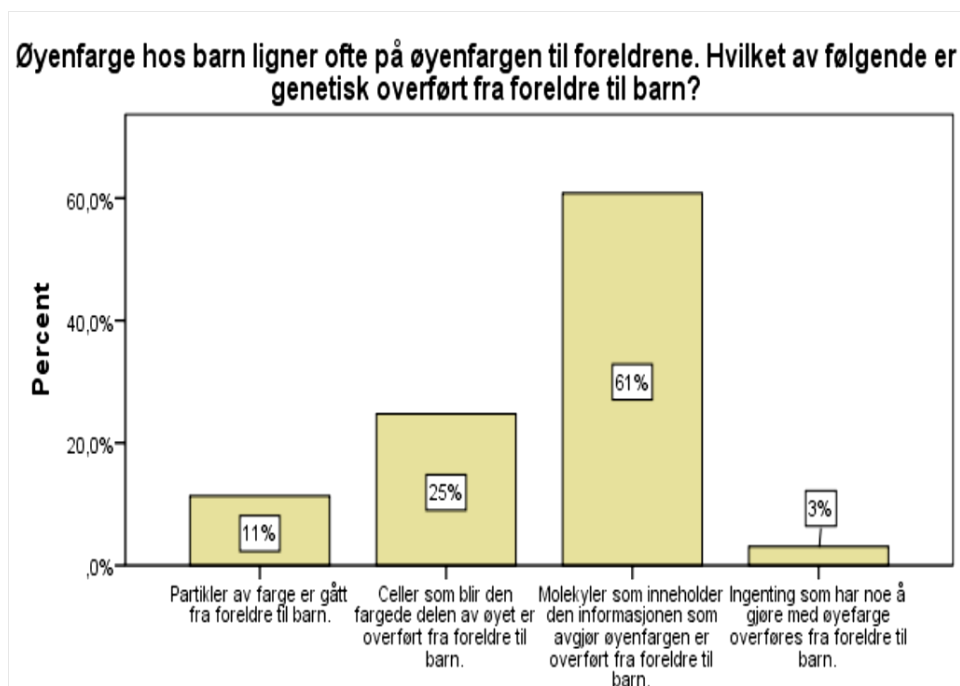


Diagram 3 viser at i overkant av 60 % av respondentene gjenkjenner at molekyler med informasjon overført fra foreldrene er avgjørende for øyefargen hos barn. En annen oppfatning som er utbredt, i dette tilfellet, er at det er celler som danner den fargede delen av øyet som er overført fra foreldre til barn. Dette er en oppfatning hos 25 % av respondentene.

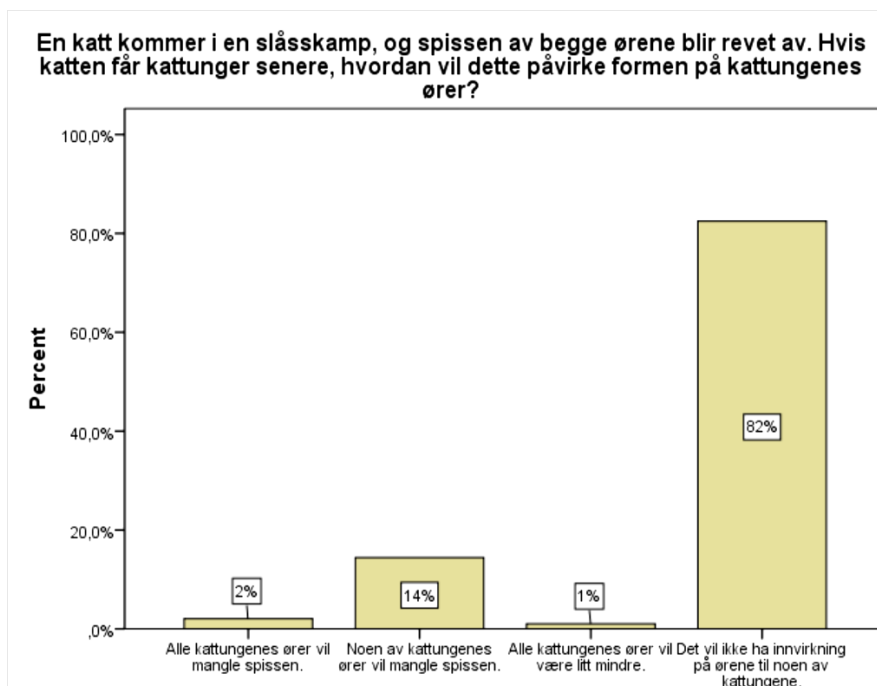
⁴ For en fullstendig oversikt over besvarelsene, se vedlegg 3.

Diagram 4 Elevenes svar på spørsmål 11



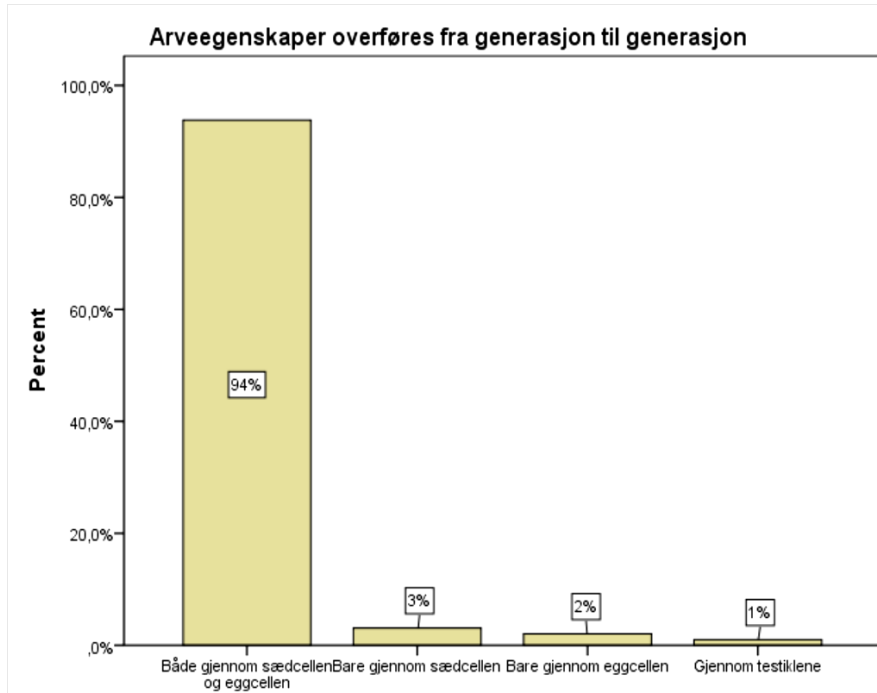
Diagram 4 viser at 97 % av respondentene har en forståelse av at en gutt vil arve egenskaper fra både sin mor og sin far. En liten andel av elevene (3 %) mener at man arver egenskaper fra bare den ene av foreldrene. Til dette spørsmålet var det to alternativer ingen av respondentene mente var riktig, dette var at en gutt kan arve egenskaper: ”Bare fra faren sin” og ”Bare fra moren sin”.

Diagram 5 Elevenes svar på spørsmål 12



Resultatene i diagram 5 viser at 82 % har en forståelse av at fysiske skader hos katten ikke vil påvirke eventuelle kattunger. Resultatene viser videre at i alt 17 % av elevene mener at en slik skade vil påvirke kattungene gjennom biologisk arv.

Diagram 6 Elevenes svar på spørsmål 13



Resultatene viser, i diagram 6, at de fleste elevene (94 %) har en forståelse av at egenskaper overføres gjennom kjønnscellene hos både mor og far. Her er det til sammen 5 % som mener at arveegenskaper overføres fra generasjon til generasjon bare gjennom én av kjønnscellene.

Diagram 7 Elevenes svar på spørsmål 14

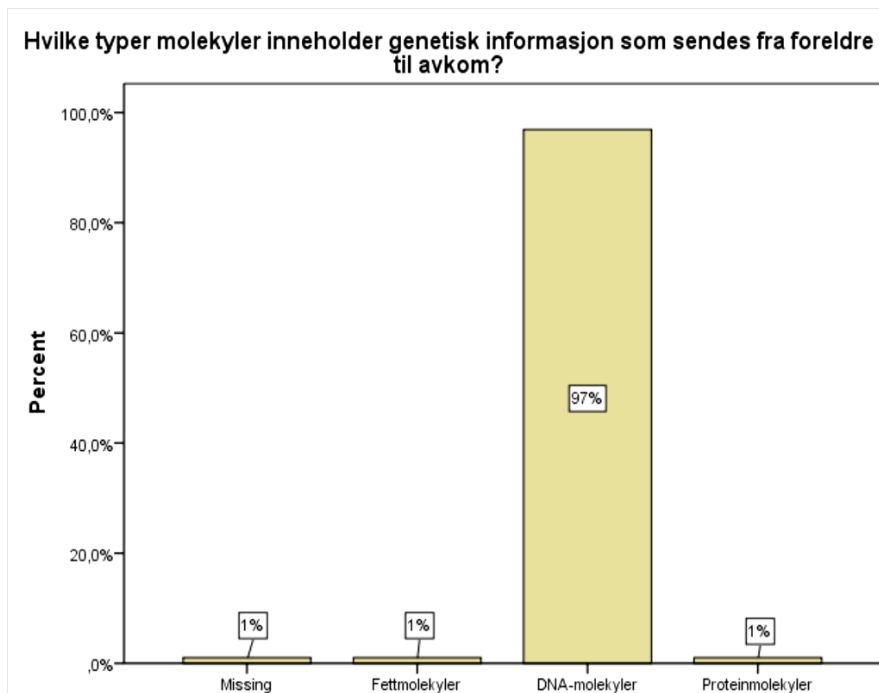
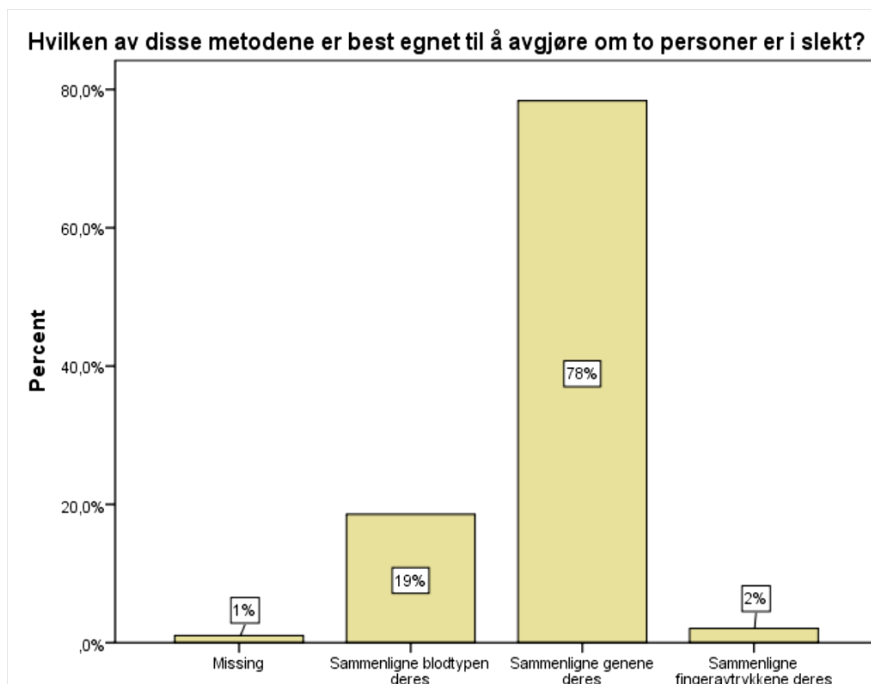


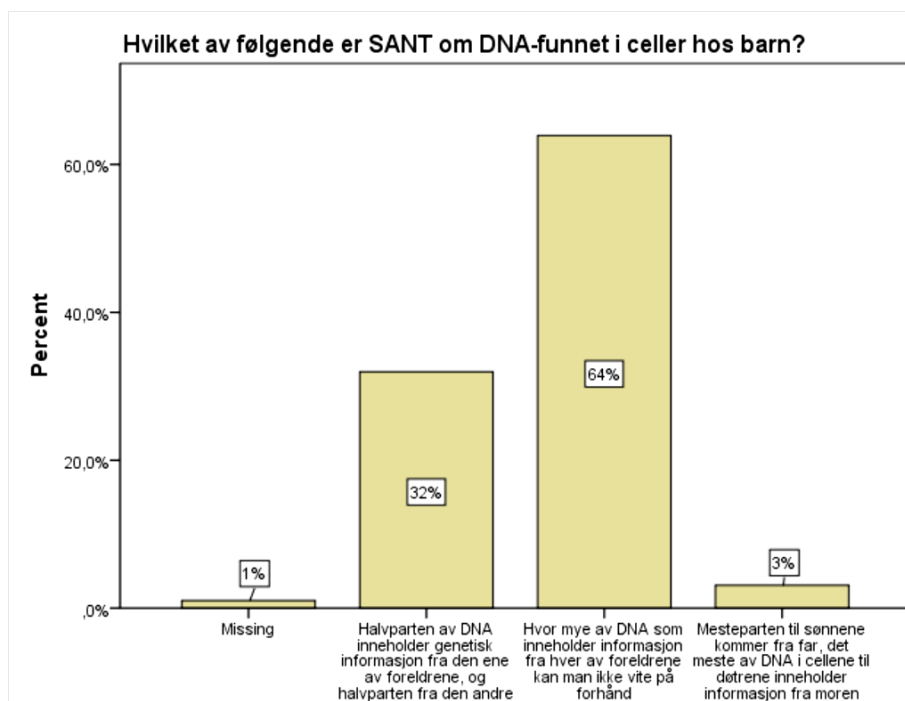
Diagram 7 viser at 97 % av respondentene gjenkjenner at DNA-molekylet er bærer av genetisk informasjon som videreføres fra foreldre til avkom. Her er det ett svaralternativ, *karbohydratmolekyler*, som ikke ble valgt av noen av respondentene. Én prosent har ikke svart på dette spørsmålet.

Diagram 8 Elevenes svar på spørsmål 15



Slik diagram 8 viser, er det 78 % av elevene som mener at en sammenligning av genene er det riktige alternativet. Videre er det 18 % som har valgt en sammenligning av blodtypen som den sikreste metoden, og svært få, 2 %, mener at man kan sammenligne fingeravtrykk for å avgjøre slektskap. På spørsmålet om hvilken metode som er best egnet til å avgjøre slektskap mellom to personer, var det ingen som valgte svaralternativet: *Sammenligne håndskriften deres*. Én prosent har ikke besvart spørsmålet.

Diagram 9 Elevenes svar på spørsmål 16



Resultatet viser at godt over halvparten (67 %) av elevene ikke har valgt et alternativ som medfører riktighet. 32 % av elevene gjenkjenner at hver av foreldrene står for en halvpart av den genetiske informasjonen. I spørsmålet fremstilt i diagram 9, var svaralternativet ”*All DNA i cellene til barn inneholder genetisk informasjon fra bare én av foreldrene.*” ikke valgt av noen av elevene. Én prosent har ikke svart.

Tabell 3

Prosentvis fordeling av elevenes svar på: Hva mener du har innvirkning i disse tilfellene?

Egenskaper	Arv	Miljø	Begge deler	Ikke besvart	I alt
God i matematikk	11 %	27 %	62 %	0 %	100 %
Lengde på foten	90 %	3 %	6 %	1 %	100 %
Øyenfarge	97 %	0 %	2 %	1 %	100 %
Dialekt	3 %	77 %	20 %	0 %	100 %
Hårfarge	76 %	0 %	23 %	1 %	100 %
Musikalske evner	13 %	13 %	73 %	0 %	100 %

Tabell 3 gir en oversikt over den prosentvise fordelingen av elever som har valgt de ulike alternativene. Resultatene viser at 62 % mener at man blir god i matematikk som en følge av både arv og miljø. 90 % mener at arv er avgjørende for lengden på foten, og 97 % mener at arv er avgjørende for øyenfarge. For dialekt oppgir hovedtyngden, 77 %, miljø som innvirkningsfaktor, mens 20 % mener at både arv og miljø har innvirkning på dialekt. 76 % mener at arv innvirker på hårfarge, og 73 % mener at musikalske evner påvirkes av begge deler.

4.3 Elevenes forståelse av temaet gener

Åpne spørsmål

Tabell 4

Elevenes svar på: Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet gen.

Kategori:	Antall ganger ordet er benyttet:
Ordet arv/arvelig/arvestoff, eller andre varianter av arv.	47
Ord som har med familie å gjøre: Mor og far/foreldre/familie/slekt	36
Ordet DNA/DNA-molekyl	29
Ordet gen/gener, eller ord som har "gen" i seg. For eksempel: Genmanipulering, genteknologi, genetisk.	20
Ordet celle, eller ord som har "celle" i seg. For eksempel: kjønnseller, cellekjerne og celledeling.	13
Ordet kropp, eller refererer til at det er noe vi har "i kroppen"	10
Ordet utseende	10
Ikke besvart/vet ikke.	5

I tabell 4 ser man at de ordene som hyppigst assosieres til begrepet gen er arv, foreldre/familie og DNA. Videre følger andre varianter av ordet gen og varianter som inneholder ordet celle. Det er fem respondenter som enten ikke assosierer noe til begrepet *gen*, eller ikke har villet uttrykke seg⁵.

⁵ For en fullstendig oversikt over besvarelsene, se vedlegg 4.

Tabell 5

Elevenes svar på: Hva er et gen?

Kategori:	Antall elever:
<p>Forklarer noe, men uten henvisning til plassering, og med lite eller ingen antydning om funksjon. Eks.:</p> <p><i>Det vi arver fra foreldre som gjør oss til hva vi er. Noe du har arvet av en av dine foreldre. Det kan være en egenskap. Noe som er likt på deg, som kommer fra dine foreldre.</i></p>	28
<p>Kan forklare noe. Viser til arv fra foreldre, og at det har bestemmende egenskaper. Benytter i tillegg relevante begreper. Eks.:</p> <p><i>Noe som bestemmer hvordan man er født, og hvilke egenskaper man har arvet fra sine foreldre. Har noe med hvordan du er og ser ut, og hva du kanskje arver fra slekten din. Mer vet jeg ikke. Noe som bestemmer utseende, og hvordan kroppen din fungerer. Et gen arves fra foreldre. Et gen kan også bestemme oppførsel/personlighet.</i></p>	16
<p>Viser til enkeltbegreper. Eks.:</p> <p><i>DNA. Arvestoff. Et molekyl.</i></p>	7
<p>Viser ikke til noen vitenskapelig forklaring, noen antyder funksjon. Viser til kroppen. Eks.:</p> <p><i>Noe i kroppen. Noe vi har i kroppen. Viser hvor vi kommer fra. Noe som finnes i kroppen. Arvelig (?).</i></p>	7
<p>Viser til både plassering og funksjon, og benytter relevante begreper. Eks.:</p> <p><i>En del av et DNA-molekyl. Ett enkelt gen inneholder info.om hvordan en liten del av kroppen vår skal være. Vi har forskjellige gener som gjelder de forskjellige egenskapene. En info.kilde som ligger i hver celle i kroppen. Det er en oppskrift på hvordan vi skal oppbygges og hvordan vi skal se ut.</i></p>	5
<p>Ikke besvart/vet ikke.</p>	32

Tabell 5 viser at 42 av elevene har svært begrensede forklaringer. 16 respondenter viser til både arv og egenskaper (noe ulikt hvor mye de utdyper dette), og fem av respondentene gir en mer detaljert beskrivelse av hva et gen er og hva det gjør (siste eksempel i tabell 5 er den enkleste av disse). 32 respondenter forklarte ikke med egne ord hva et gen er⁶.

Lukkede spørsmål

Diagram 10 Elevenes svar på spørsmål 22

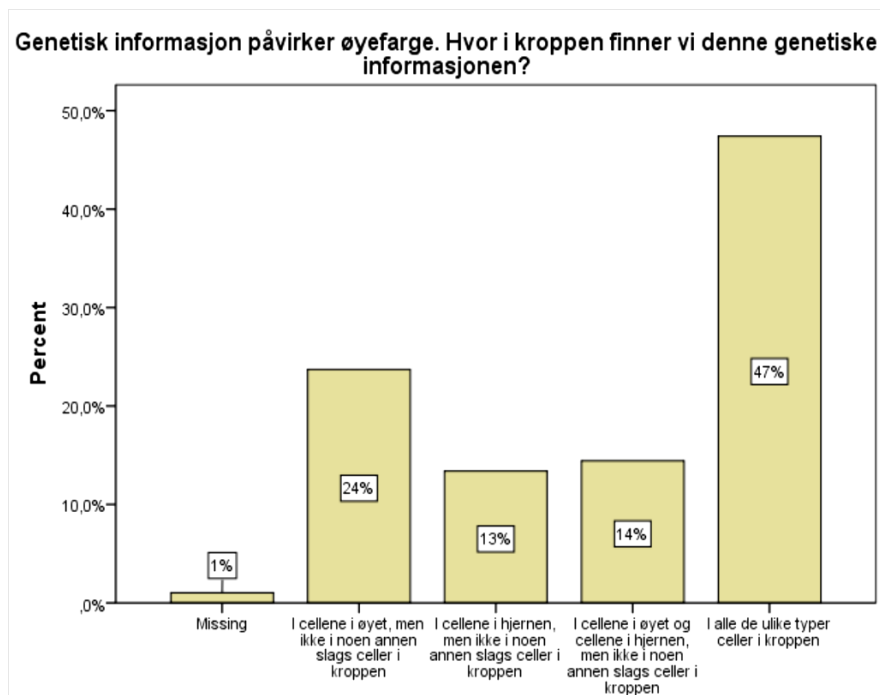
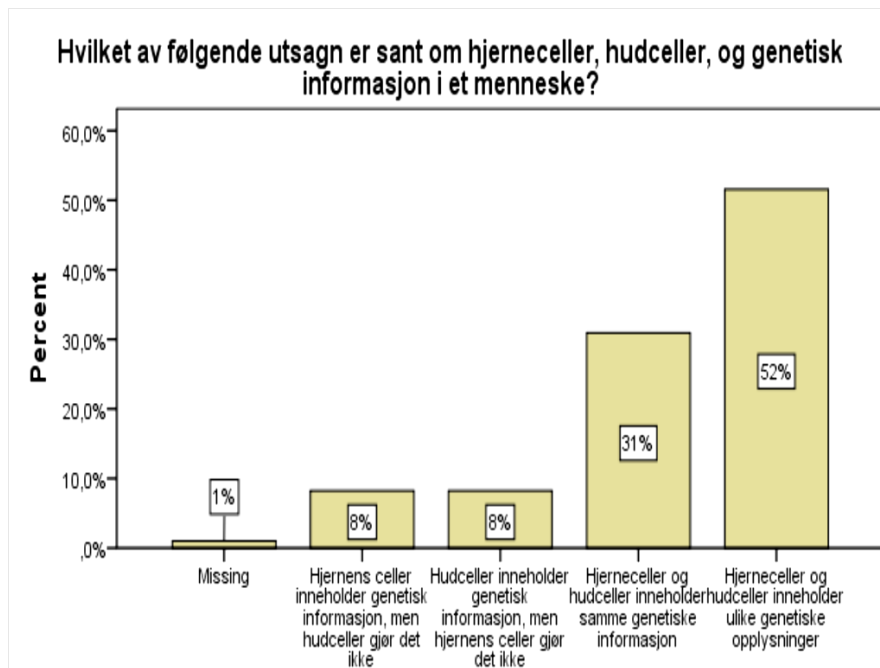


Diagram 10 viser at nesten halvparten (47 %) av respondentene gjenkjenner at den genetiske informasjonen som påvirker øyefarge finnes i alle kroppens celler. Av andre oppfatninger er det flest som mener at den genetiske informasjonen som avgjør øyefargen befinner seg i øyets celler (24 %).

⁶ For en fullstendig oversikt over besvarelsene, se vedlegg 5.

Diagram 11 Elevenes svar på spørsmål 23



Av diagram 11 ser man at over halvparten av respondentene (52 %) har en oppfatning om at hjerneceller og hudceller inneholder ulik genetisk informasjon. Det er 31 %, altså i underkant av én tredel som har en forståelse av at man finner det samme genetiske innholdet i de to ulike celletypene. Resterende 16 % har fordelt seg på de to alternativene som sier at én av celletypene ikke inneholder genetisk informasjon.

Diagram 12 Elevenes svar på spørsmål 24

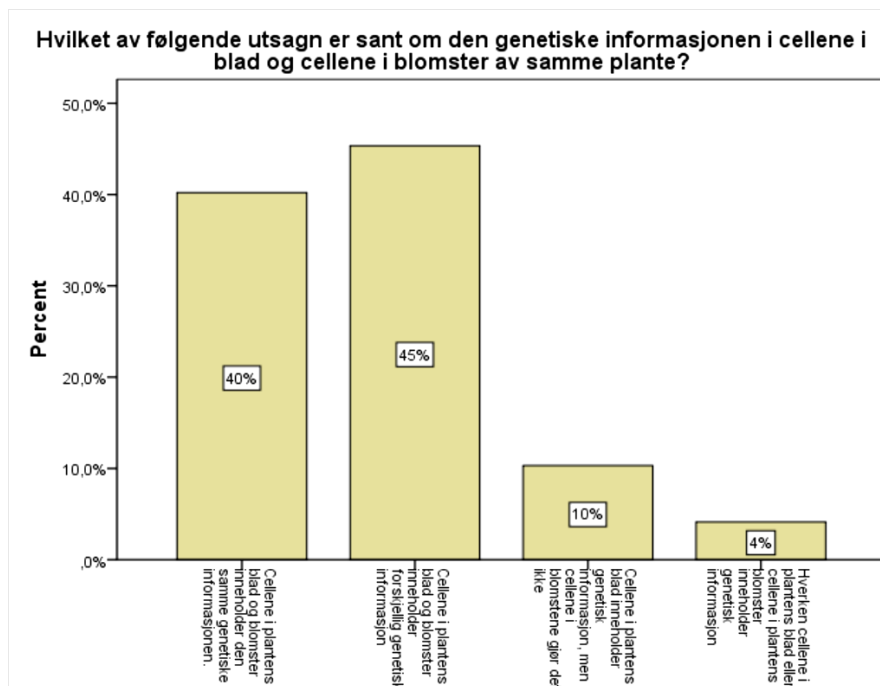


Diagram 12 viser at en stor del av respondentene også her ser ut til å ha en oppfatning av at det er ulikt genetisk innhold i de ulike cellene i organismen, som her er en plante. Dette er tilfelle for 45 % av respondentene. Her viser imidlertid en større andel (40 %, mot 31 % i forrige spørsmål), at de gjenkjenner at det er den samme informasjonen som finnes i de ulike celletypene. Her er det 14 % som har valgt et av alternativene som sier at det er celletyper som ikke inneholder genetisk informasjon.

Diagram 13 Elevenes svar på spørsmål 25

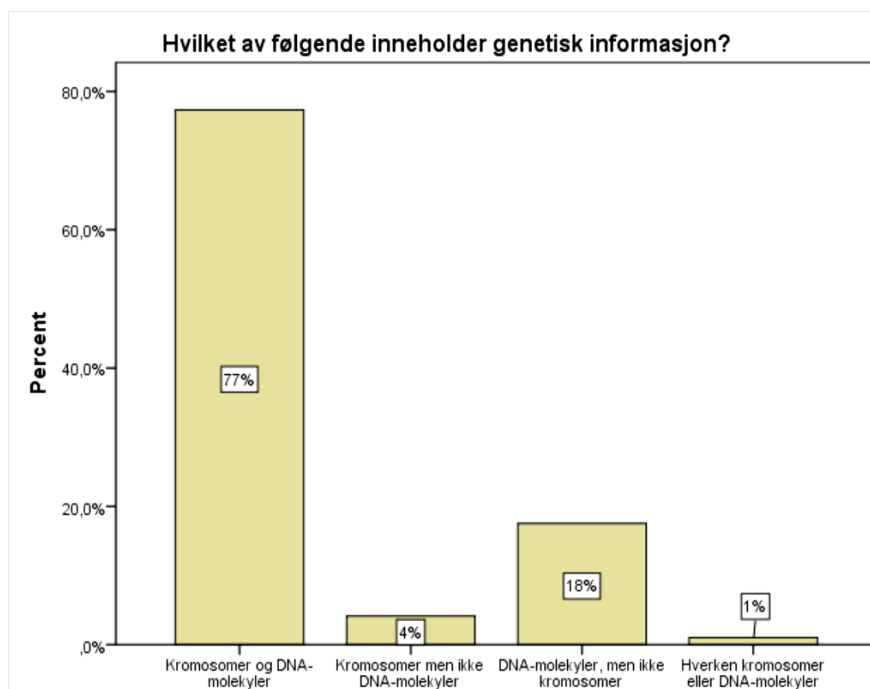


Diagram 13 viser at det er 1 % som ikke gjenkjenner at kromosomer og DNA-molekyler inneholder genetisk informasjon. Resultatet viser videre at den største andelen, 77 %, mener at man finner det i både kromosomer og DNA-molekyler. Alternativet som har fått nest mest oppslutning (18 %) er det som sier at denne informasjonen er å finne i DNA-molekylet, mens bare 4 % mener at det finnes i bare kromosomene.

4.4 Elevenes forståelse av temaet DNA

Åpne spørsmål

Tabell 6

Elevenes svar på: Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet DNA.

Kategori:	Antall ganger ordet er benyttet:
Ordet arv/arvelig/arvestoff/arvelighet.	31
Ordet molekyl, eller ord som har ”molekyl” i seg. For eksempel: molekyloppbygning og molekylmodell.	19
Ordet DNA/DNA-molekyl	15
Ord som inneholder ”blod”, for eksempel blod, blodprøve og blodtype.	13
Ordet gen/gener.	12
Ordet kropp, eller refererer til at det er noe vi har ”i kroppen”.	10
Ordet identitet/identifisering/identifikasjon.	10
Ordet hår/hårstrå.	10
Ikke besvart/vet ikke.	2

Tabell 6 viser at *arv*, eller andre varianter av ordet, er benyttet 31 ganger, og er noe mange assosierer med DNA (i denne konteksten). Et annet hyppig brukt ord er *molekyl* (benyttet 19 ganger). Man finner også at blod, identitet og hårstrå er noe respondentene assosierer til DNA. Det er to respondenter som enten ikke har svart noe, eller har sagt ”*vet ikke*”, om begrepet *DNA*⁷.

⁷ For en fullstendig oversikt over besvarelsene, se vedlegg 6.

Tabell 7

Elevenes svar på: Hva er DNA?

Kategori:	Antall elever:
<p>Hovedtyngden i forklaringene omhandler det at DNA er: Uniktpersonlig/forteller hvem du er/informasjon/identifikasjon. Eks.:</p> <p><i>DNA er hvem du er.</i> <i>DNA viser hvilken person du er.</i> <i>DNA inneholder info. om deg. I krim saker kan man sjekke DNA for å se om man har fanget den rette kriminelle. F.eks blod fra åstedet, eller spytt fra munnen. DNA inneholder molekyler med info'en om deg, blodtype, sykdom, osv.</i></p>	37
<p>Viser til at det er en oppskrift, ingen form for vitenskapelig forklaring, og benytter ingen andre sentrale begreper. Eks.:</p> <p><i>Forklarer hvordan kroppen bygges opp.</i> <i>DNA er oppskrift på hvem/hvordan vi er.</i> <i>Det som bestemmer hvordan vi skal bli eller være. Det arves av foreldre.</i></p>	13
<p>Kort om oppbygning, eller benytter enkeltbegreper. Refererer til molekyl/spiral/virvel. Eks.:</p> <p><i>En virvel som inneholder all info. om deg.</i> <i>Et molekyl som er satt sammen av to spiraler.</i> <i>En rekke molekyler.</i></p>	12
<p>Viser til at det er et arvestoff, uten videre utdyping. Eks.:</p> <p><i>Arvestoff, noe alle har forskjellig.</i> <i>DNA er arvestoffet vårt.</i> <i>Arvestoffet i cellene, det du arver fra foreldrene dine.</i></p>	8
<p>Forklarende, utdyper noe, bruker relevante begreper. Eks.:</p> <p><i>Molekyl, inneholder kromosomer med arvestoff og gener.</i> <i>I et DNA-molekyl er det "stiger" med kodene A, T og P. Rekkefølgen på disse bestemmer. De er proteiner.</i> <i>Et molekyl som finnes i cellekjernen (til kromosomene) og bestemmer utseende vårt, og enkelte trekk ved oss (ferdigheter). Er bygd opp av gener. Halvparten av mor, halvparten av far (altså oppskriften).</i></p>	5
<p>Annet. Disse svarene kunne vanskelig plasseres i noen av kategoriene:</p> <p><i>Det kroppen er bygd opp av.</i> <i>DNA-molekyler arver du av dine foreldre.</i> <i>Noe du finner ut i kroppen.</i></p>	3

Tabell 7 viser at det var 75 respondenter som kunne vise til noe kunnskap om DNA, og dette er delt inn i kategorier etter hvilken vinkling respondentene hadde på sine svar. Resultatet viser at den største gruppen innen disse, var de som hadde en personlig vinkling, og som ser DNA som en måte å identifisere på. En mer vitenskapelig forklaring var det fem respondenter som kunne vise til. Detaljeringsgraden hos disse varierte også noe. Tre besvarelser ble gitt en egen kategori, da de var vanskelig å plassere i noen av de andre. 19 av respondentene ga ikke noe svar på, eller sa ”vet ikke”, om hva DNA er⁸.

Lukkede spørsmål

Diagram 14 Elevenes svar på spørsmål 29

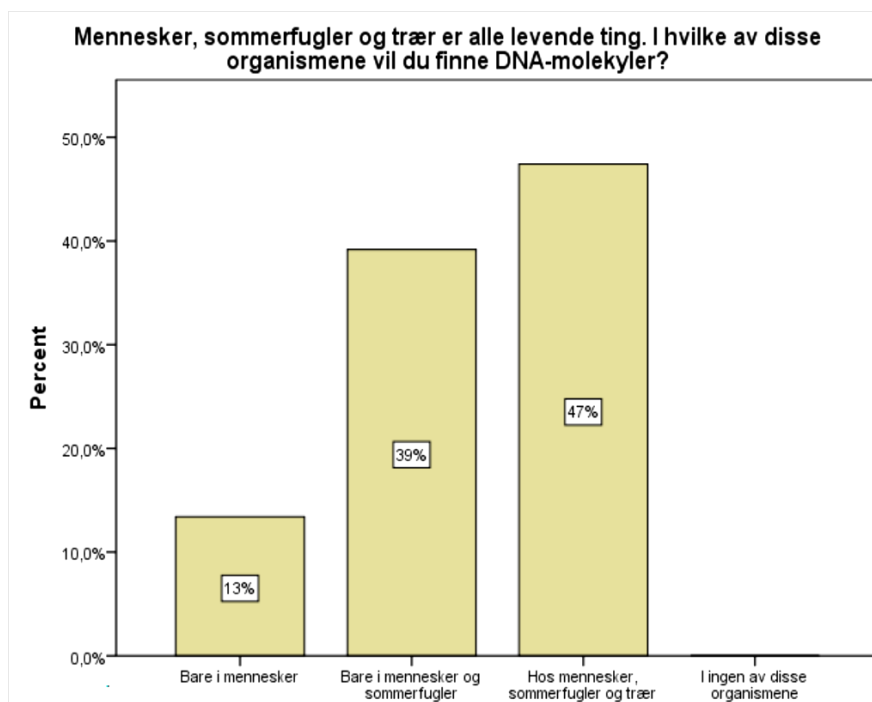


Diagram 14 viser at nesten halvparten av respondentene (47 %) har en forståelse av at alle de nevnte organismene innehar DNA-molekyler. Deretter følger oppfatningen om at trær ikke inneholder DNA, med 39 % av respondentene. Det er også 13 % som mener at det er bare mennesket som har DNA.

⁸ For en fullstendig oversikt over besvarelsene, se vedlegg 7.

Diagram 15 Elevenes svar på spørsmål 31

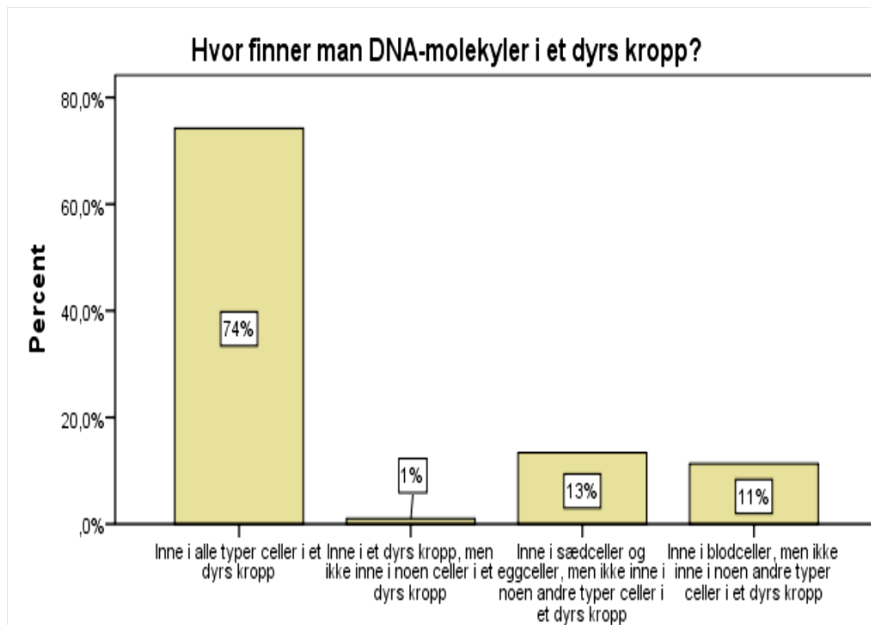


Diagram 15 viser at 74 % av respondentene gjenkjenner at man finner DNA i alle typer celler i et dyrs kropp. 13 % mener at DNA kun er å finne i kjønnscellene, tett etterfulgt av oppfattelsen av at det kun finnes i blodceller (11 %).

Diagram 16 Elevenes svar på spørsmål 32

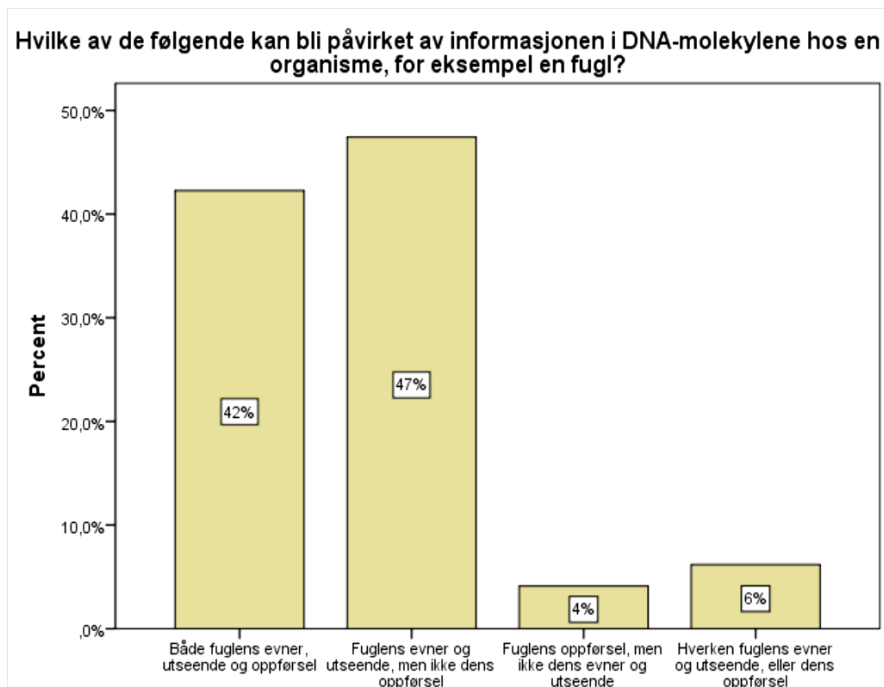


Diagram 16 viser at nesten halvparten av respondentene, 47 %, har valgt å svare at fuglens oppførsel ikke påvirkes av informasjon i DNA-molekylene, mens nesten like mange, 42 %

gjenkjenner at både fuglens evner, utseende og oppførsel påvirkes. 6 % mener at ingen av delene påvirkes. Resterende har valgt å svare at bare oppførsel påvirkes.

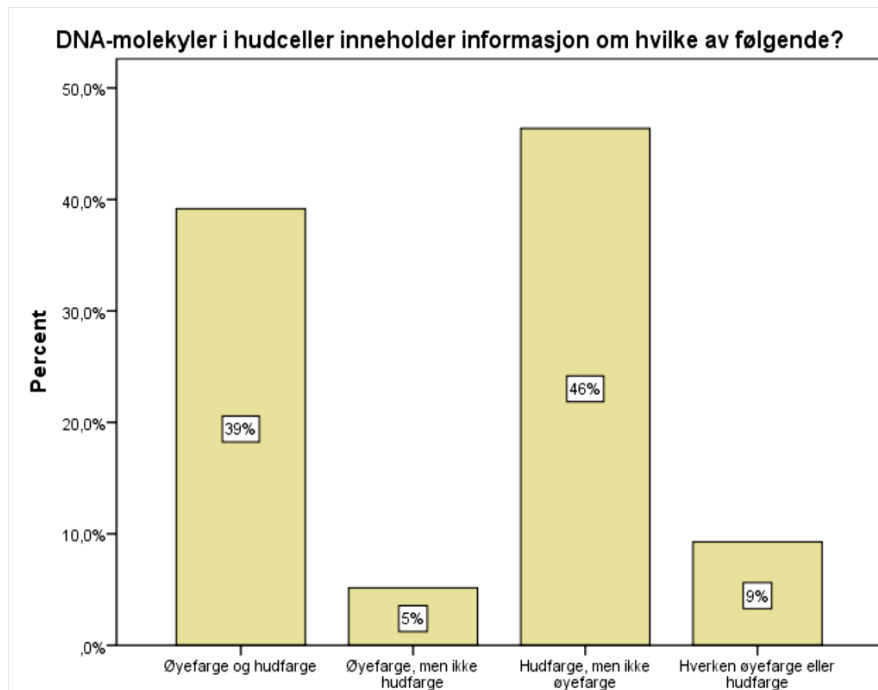
Spørsmål 32 blir etterfulgt av spørsmål om: *Hvorfor mener du at dette er riktig svaralternativ (i spørsmål 32)*. Av de 46 elevene som valgte å svare at fuglens oppførsel ikke ble påvirket av informasjonen i DNA-molekylene, var det 28 respondenter som forklarte at DNA bare påvirker evner og utseende, at oppførsel ikke kan arves, eller at oppførsel ikke har noe med DNA å gjøre. 2 respondenter svarte at oppførsel både arves og påvirkes av miljøet, og 4 respondenter gav svar som egentlig ikke var forklaringer på hvorfor de hadde valgt dette alternativet. 13 respondenter gav ingen forklaring.

Av de 41 elevene som valgte svaralternativ én, at både fuglens evner, utseende og oppførsel påvirkes av informasjonen i DNA-molekylene, er det 19 respondenter som gir forklaringer som sier at de mener at DNA påvirker alt hos en organisme, eller at man arver litt av alle disse tingene (evner, utseende og oppførsel). 9 respondenter gir svar som egentlig ikke er noen forklaring på hvorfor de valgte svaralternativ én, og 12 respondenter gir ingen forklaring i det hele tatt⁹.

For svaralternativ tre er det bare én av fire respondenter som prøver å forklare, og denne forklaringen stemmer ikke overens med valgte svaralternativ. For alternativ fire, er det fire av seks respondenter som gir et svar, men det er vanskelig å finne en logisk sammenheng mellom svaralternativet og forklaringen deres.

⁹ For en fullstendig oversikt over besvarelsene, se vedlegg 8.

Diagram 17 Elevenes svar på spørsmål 33



Resultatene presentert i diagram 17 viser at den største delen av respondenter, 46 %, mener at DNA-molekylene i hudcellene kun inneholder informasjon om hudfarge, mens 39 % gjenkjenner at de også inneholder informasjon om øyefarge. 9 % har valgt å svare at DNA-molekylene ikke inneholder informasjon om noen av egenskapene, og 5 % mener at det kun inneholder informasjon om øyefarge.

Diagram 18 Elevenes svar på spørsmål 34

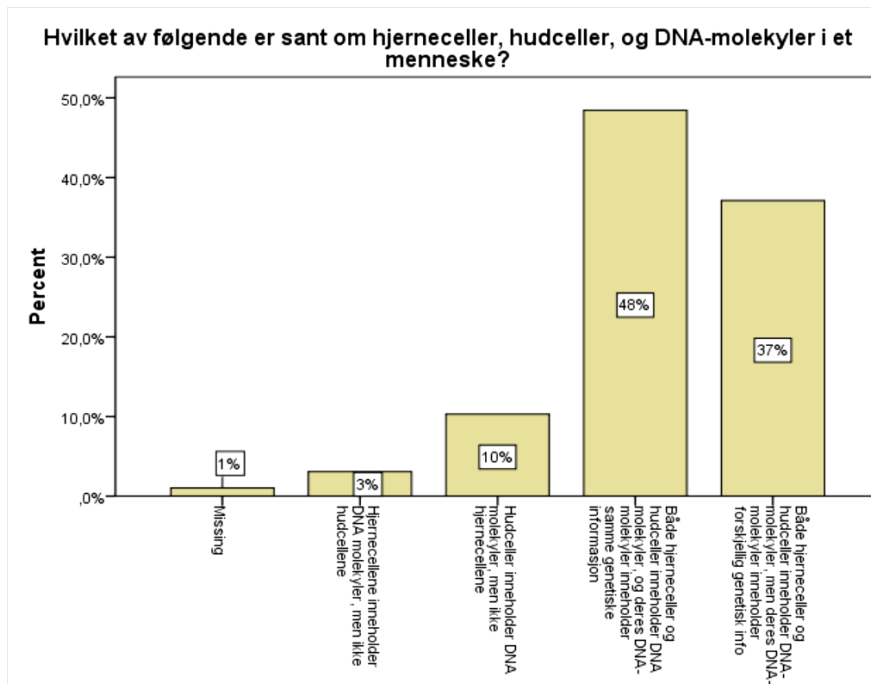
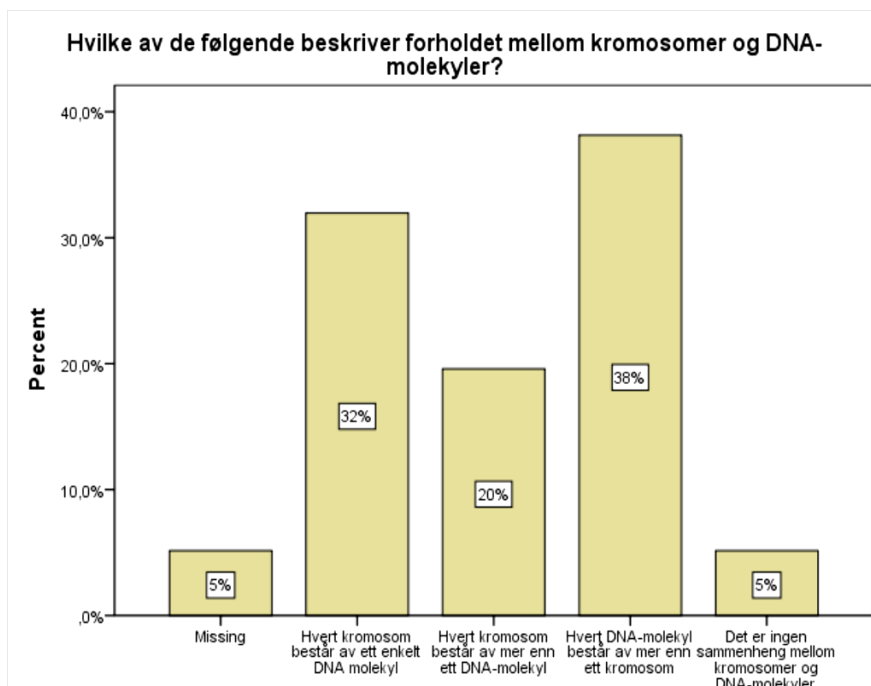


Diagram 18 viser at nesten halvparten, 48 % gjenkjenner at begge celletypene inneholder DNA-molekyler med samme genetiske informasjon. Deretter følger oppfatningen om at DNA-molekylene i de ulike celletypene inneholder ulik genetisk informasjon, med 37 %. Til sammen 13 % mener at man finner DNA-molekyler i bare én av celletypene.

Diagram 19 Elevenes svar på spørsmål 35



I diagram 19 ser man at 32 % gjenkjenner at hvert kromosom består av ett enkelt DNA-molekyl. Flest respondenter, 38 % har valgt å svare at DNA-molekyler består av mer enn ett kromosom, og 20 % velger å svare at kromosomer består av flere DNA-molekyler. 5 % mener at det ikke er noen sammenheng mellom kromosomer og DNA-molekyler, og like mange ga ikke noe svar.

4.5 Elevenes forståelse av temaet kromosom

Åpne spørsmål

Tabell 8

Elevenes svar på: Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet kromosom.

Kategori:	Antall ganger ordet er benyttet:
Ordet DNA, eller ord som har "DNA" i seg. For eksempel: DNA-tråd eller DNA-molekyl.	34
Ordet arv, eller ord som har "arv" i seg. For eksempel: arvelighet, arvelig og arvemateriale.	18
Ord som har med sykdom, syndrom eller mangler å gjøre. For eksempel: Downs syndrom, handicap, diagnose, kromosom-mangel, tilbakestående, CP, kromosomfeil og helseskade.	18
Ordet celle, eller ord som har "celle" i seg. For eksempel: celledeling, kjønnsceller, hudcelle og hjernecelle.	12
Ordet gen, eller ord som har "gen" i seg. For eksempel: gener, genetisk og genetikk.	12
Ikke besvart/vet ikke.	20

Resultatet i tabell 8 viser at *DNA* er benyttet 34 ganger, og er dermed noe de knytter opp mot begrepet kromosom, i denne konteksten. Ordet *arv*, eller ord som har med arv å gjøre, er benyttet 18 ganger. Ord som har med sykdom og gjøre ble også benyttet 18 ganger. Det var 20 respondenter som ikke svarte, eller svarte "vet ikke", om begrepet *kromosom*¹⁰.

¹⁰ For en fullstendig oversikt over besvarelsene, se vedlegg 9.

Tabell 9

Elevenes svar på: Hva er et kromosom?

Kategori:	Antall elever:
<p>Viser til DNA og oppbygning. Svært korte og enkle forklaringer. Eks.:</p> <p><i>Du har 22 kromosom i kroppen, halve fra far og halve fra mor. Det er en del av DNA-et.</i></p> <p><i>Noe utrolig smått som finnes i "DNA-bandet".</i></p> <p><i>Kromosomer er arvestoffet som danner DNA som danner gener.</i></p>	17
<p>Viser til antall, og antall i forhold til mangler/sykdom. Eks.:</p> <p><i>For å lage et barn trenger man 23 kromosomer fra far og 23 fra mor. Noen ganger kan det bli forlite og da vil barnet få en sykdom.</i></p> <p><i>Forteller om du er normal, eller om du er litt mindre normal</i></p> <p><i>En celle. Finnes i par. Ved for mange eller for få par vil det være en mutasjon.</i></p>	14
<p>Om funksjon. Viser til at det bestemmer hvordan vi skal se ut, eller at det bestemmer kjønn. Ingen eksakt forklaring. Eks.:</p> <p><i>Det som bestemmer hvordan vi skal se ut. Det finnes et kromosom for hver enkelt.</i></p> <p><i>Forteller noe om hvilket kjønn du er.</i></p> <p><i>Inneholder info. og gener. De bestemmer hvordan vi vil se ut.</i></p>	8
<p>Annet. Hører ikke inn i noen av de andre kategoriene. Eks.:</p> <p><i>Noe i cellene?</i></p> <p><i>Noe i kroppen.</i></p> <p><i>Husker ikke. Noe lite.</i></p>	3
Ikke besvart/vet ikke.	55

42 respondenter kunne vise til noe kunnskap om kromosom, og dette er delt inn i kategorier etter hvilken vinkling de har på sine svar. Resultatet viser at den største gruppen (17) av disse, var de som viser til DNA og oppbygning, og disse gir svært korte og enkle forklaringer. Deretter følger 14 besvarelser som viser til antall, og antall i forhold til mangler/sykdom. 8 respondenter viser til at kromosomer bestemmer kjønn, eller utseende, uten å gi noen videre forklaring. De kan gjengi noe, og til dels benytter relevante begreper. Tabell 9 viser at over

halvparten (55) av respondentene ikke ga noe svar, eller svarte ”vet ikke”, på hva et kromosom er. Dette er et høyere antall enn ved tilsvarende spørsmål om gen og DNA. Tre besvarelser ble gitt en egen kategori, da de var vanskelig å plassere i noen av de andre ¹¹.

Lukkede spørsmål

Diagram 20 Elevenes svar på spørsmål 37

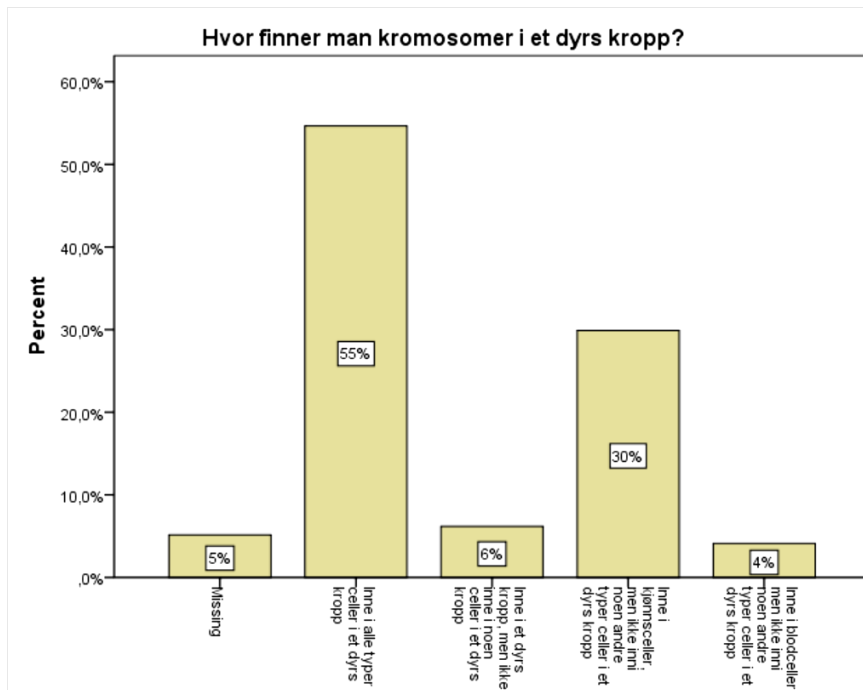
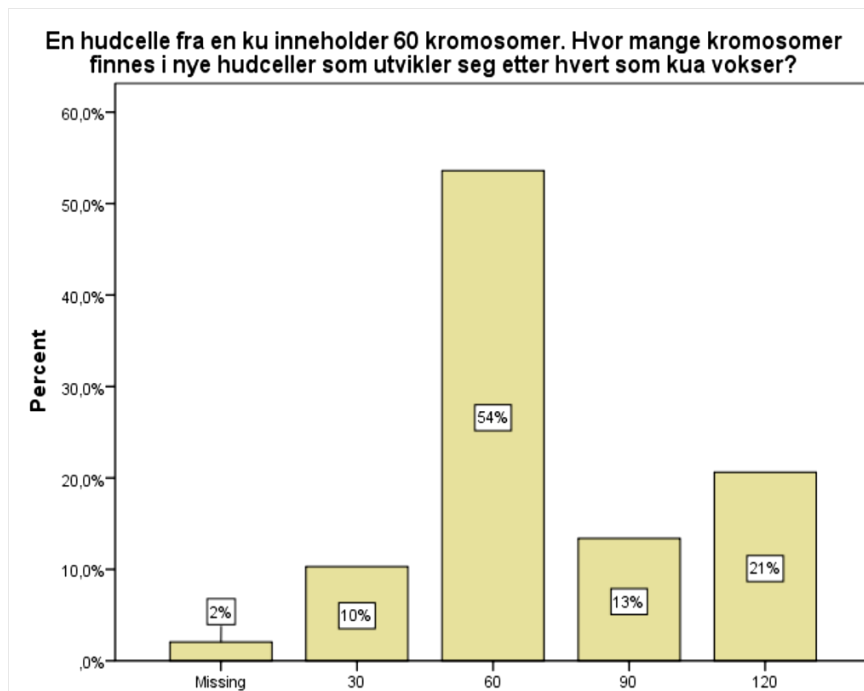


Diagram 20 viser at over halvparten, 55 %, av respondentene gjenkjenner at kromosomer finnes i alle typer celler i et dyrs kropp. 6 % mener at kromosomene ikke befinner seg inne i celler. I alt er det 34 % av respondentene som har en oppfatning av at kromosomer kun befinner seg i bestemte typer celler. 30 % mener at kromosomer bare befinner seg i kjønnscellene. På dette spørsmålet er det 5 % som ikke har svart.

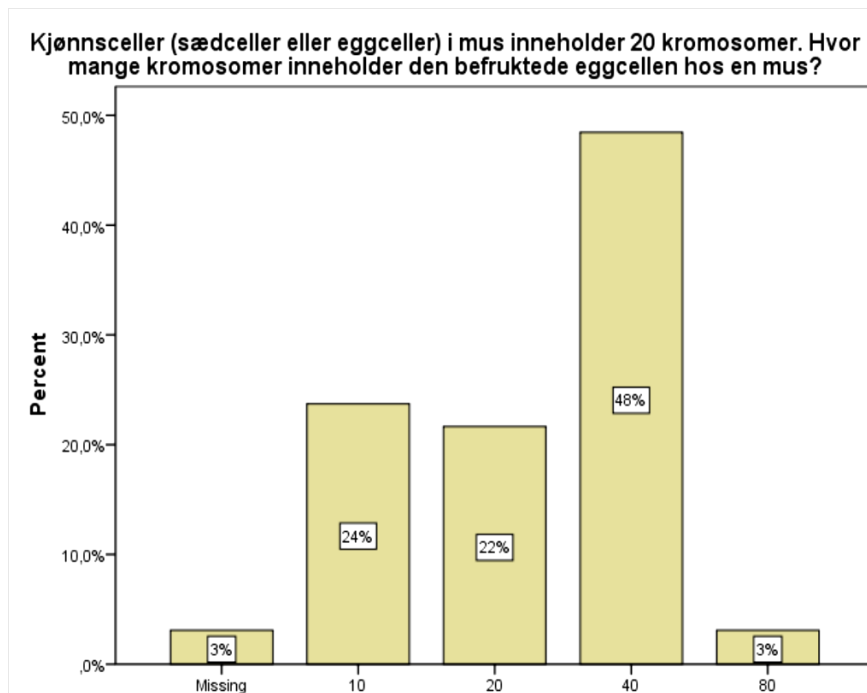
¹¹ For en fullstendig oversikt over besvarelsene, se vedlegg 10.

Diagram 21 Elevenes svar på spørsmål 39



Resultatet i diagram 21 sier noe om elevenes forståelse av mitose, og man ser at over halvparten, 54 %, gjenkjenner at dette gir like mange kromosomer som i den opprinnelige cellen. Hvorvidt de har forstått at den genetiske informasjonen er identisk sier ikke resultatet noe om. 10 % ser ut til å ha en oppfatning om at kromosomtallet fordeles i de to nye cellene, og at de nye cellene dermed inneholder halvparten av kromosomene i den opprinnelige cellen. 34 % av respondentene mener at kromosomtallet øker ved celledelingen. 2 % svarte ikke på dette spørsmålet.

Diagram 22 Elevenes svar på spørsmål 40



I diagram 22 ser vi at 48 % av elevene gjenkjenner at en befruktet eggcelle vil inneholde det dobbelte antall kromosomer. 22 % mener at den vil inneholde samme antall som kjønncellene. Videre er det 24 % som mener at antall kromosomer halveres, og 3 % som mener at det skjer en firedobling ved befruktning. 3 % av respondentene svarte ikke på dette spørsmålet.

Diagram 23 Elevenes svar på spørsmål 41

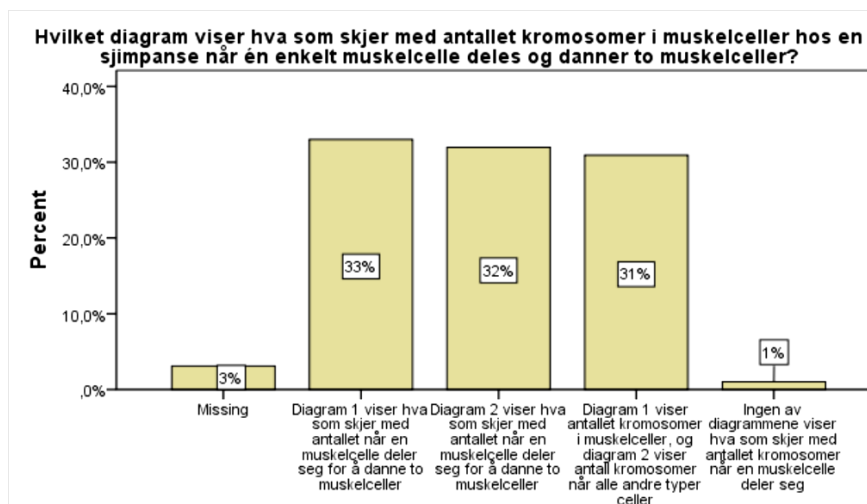


Diagram 23 viser at det er 32 % av elevene som gjenkjenner at antall kromosomer i muskelcellene er det samme etter celledeling (slik vist i spørreskjemaets diagram). 31 % har svart at antall kromosomer i muskelcellene vil halveres under celledeling, mens alle andre

typer celler vil bevare kromosomtallet. 33 % mener at det skjer en halvering av kromosomtallet når muskelcellene deler seg. 3 % har ikke svart på dette spørsmålet.

4.6 Bioteknologi og genteknologi

I spørreskjemaet var det også tatt med spørsmål om bioteknologi og genteknologi. Det var kun ett spørsmål om hver av dem, av typen ”Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet...”. Dette er gjort fordi bioteknologi og genteknologi er dagsaktuelle tema, og fordi det krever noe forståelse innen temaet gener og arv, for blant annet å kunne følge ordentlig med i slike saker i media.

Tabell 10

Elevenes svar på: Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet genteknologi.

Kategori:	Antall ganger ordet er benyttet:
Ordet gen/gener/genetisk.	34
Ordene forsker/forskere og forskning.	31
Ordet DNA, og ord med ”DNA” i seg, for eksempel: DNA-prøver, DNA-undersøkelse og DNA-bytting.	21
Sammensatte ord med ”gen”, for eksempel: genmanipulering, gendoping, genoverføring og genutvikling. Samt manipulering.	11
Ordet arv/arvelig.	9
Ordet kloning/Dolly.	9
Ordene forandring, endringer og ”tukle”.	9
Ikke besvart/vet ikke.	16

Tabell 10 viser at det hyppigst benyttede ordet er *gen* (eller *genetisk*), og dette viser at gener er noe flere av respondentene assosierer med genteknologi. Forsker, eller forskning, er benyttet nesten like mange ganger (31), og *DNA* er benyttet 21 ganger. Respondentene

assosierer også kloning og forandringer til genteknologi. 16 av respondentene svarte ikke, eller sa ”vet ikke”, på dette¹².

Tabell 11

Elevenes svar på: Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet bioteknologi.

Kategori:	Antall ganger ordet er benyttet:
Ordet natur, eller ord med ”natur” i seg. For eksempel: Naturlig, naturvennlig.	17
Ordene forskning og forskere.	16
Ordene planter og dyr, eller ord som går inn under disse. For eksempel: trær, blomster, bie, og rotte.	16
Ordet bio, eller ord som inneholder ”bio”. For eksempel: Biobrensel, bio-hus, biologi, bioenergi eller biodrivstoff.	16
Ordene miljø/miljøet og miljøvennlig.	12
Ordet teknologi.	11
Ordet levende.	5
Ikke besvart/vet ikke.	37

Av tabell 11 ser man at ord som har med natur å gjøre er benyttet 17 ganger, og er noe flere av respondentene knytter til bioteknologi. Første del av begrepet, ordet bio, er oppgitt av flere respondenter. I tillegg til bruk i sammensatte ord, er bio benyttet 16 ganger. Samme antall gjelder for forskere/forskning, og om planter og dyr. Respondentene benytter også miljøvennlig 12 ganger. 37 av respondentene svarte ikke, eller sa ”vet ikke”, om bioteknologi¹³.

¹² For en fullstendig oversikt over besvarelsene, se vedlegg 11.

¹³ For en fullstendig oversikt over besvarelsene, se vedlegg 12.

4.7 Elevenes begrunnelser for å ha kunnskap om gener og arv

Tidligere i kapittelet har respondentenes egne vurderinger av interesse for temaet blitt presentert, fordi dette er vurdert til å kunne ha noe å si for motivasjonen til å lære noe om emnet. Den samme vurderingen er gjort i forhold til om elevene ser noen nytteverdi av kunnskap og forståelse om gener og arv. To åpne spørsmål omhandler dette.

Tabell 12

Elevenes svar på: Hvorfor trenger du å ha kunnskap om gener og arv?

Kategori:	Antall elever:
<p>Som en del av det å kjenne seg selv/vite hvor man kommer fra/hvorfor man er blitt som man er. Eks.:</p> <p><i>For å vite hvordan du kan finne ut av hvordan du er i slekt med noen og om du har arvet av de forskjellige personene.</i> <i>Det er veldig interessant å vite litt om hvorfor man ikke fikk blå øyne istedet for brune, men det er jo fordi brun dominerer over blå.</i> <i>Det trenger jeg for å forstå livet rundt meg, og ting om meg selv og andre.</i></p>	39
<p>Oppgir utdanning, yrke eller lignende. Viser også til forskning. Eks.:</p> <p><i>Vet ikke. Kanskje om du skal bli forsker da. Kanskje pga. slekt og slikt.</i> <i>Allmennkunnskap.</i> <i>Fordi vi kan få det på eksamen. Eller hvis du planlegger å jobbe med et yrke innen dette.</i></p>	12
<p>Fordi det er interessant/lurt/viktig. Eks.:</p> <p><i>Det kan være nyttig, sikkert.</i> <i>Det kan jo være viktig med tanke på å videreføre slekt. Men det er viktig fordi du kan møte på dette temaet i mange saker i framtiden.</i> <i>Det er allmenn kunnskap som det er interessant å kunne noe om.</i></p>	12
<p>Setter kunnskap på området i sammenheng med sykdom/helse. Eks.:</p> <p><i>For å øke kunnskapen om et viktig tema som omhandler alle mennesker, og det kan forhindre sykdommer.</i> <i>I tilfelle man får en sykdom som kan være arvelig er det greit å vite. Hvorfor jeg er som jeg er.</i> <i>Hvis jeg har en sykdom som kan gi barnet mitt den sykdommen, så burde jeg vite hvor stor sjanse det er for at ungen min får det.</i></p>	11

Trenger ikke å kunne noe om det/annet. Eks.: <i>Føler ikke at jeg har noe stort behov for å vite noe om det. Det er ihvertfall ikke noe som har engasjert meg til å vite om det. Trenger det ikke enda, men kanskje senere i livet. Kunnskap for å føre det videre til neste generasjon. Om ikke jeg synes jeg har noe bruk for det, kanskje de har det.</i>	3
Ikke besvart/vet ikke.	20

Tabell 12 viser at den største gruppen, 39 respondenter, mener at man trenger å ha kunnskap om gener og arv ”for å kjenne seg selv”. 12 respondenter oppgir egen utdanning eller forskning som grunn for å trenge kunnskap på området. Like mange oppgir egen interesse, eller det at det er viktig. En tredje gruppe, 11 respondenter, mener man trenger det i forhold til sykdom og helse. 20 respondenter ga ikke noe svar, eller svarte ”vet ikke”, på hvorfor man trenger kunnskap om gener og arv¹⁴.

Tabell 13

Elevenes svar på: Hva kan kunnskap om gener brukes til?

Kategori:	Antall elever:
Utsagn som har mye med genteknologi/kloning å gjøre. Eks.: <i>Kloning. Genmanipulasjon, styrking av svakheter, og lage det perfekte mennesket. Følge videreutviklingen av mennesker, planter og dyr. Samt kombinere gener for å få mer "ønsket" resultat.</i>	22
Helse/sykdom. Eks.: <i>Skal du f.eks ha p-piller, blir du spurt om noen i familien din har hatt blodpropp osv., det kan ligge i genene. Det kan være at flere i slekta dør av kreft. Da er det greit å ha kunnskap om noe som evt. ligger i blodet. Medisin til sykdom som er arvelig. Forebygging av sykdom, å finne ut hvorfor vi er som vi er osv.</i>	16

¹⁴ For en fullstendig oversikt over besvarelsene, se vedlegg 13.

<p>Forskning. Eks.:</p> <p><i>Til å forske på gener, og finne ut mer om de, og hvordan de fungerer. Vi kan finne ut nye metoder innen genmanipulering.</i></p> <p><i>Til å forske på mennesker som levde for mange år siden. Og til å se på om mennesker er i slekt.</i></p> <p><i>Til å forklare hva gen er, og hvis du har jobb innen genforskning.</i></p>	15
<p>Arv, vite noe om seg selv. Eks.:</p> <p><i>Finne ut hvem foreldrene dine er. Se hva du har arvet fra hvem.</i></p> <p><i>Hjelp folk og finne ut ting om seg selv.</i></p> <p><i>Å lære bort, vite hvordan vi blir til, finne ut noe om kroppen.</i></p>	12
<p>Annet, utsagn som ikke passer i de øvrige kategoriene. Eks.:</p> <p><i>Kan brukes til å se hvem som hører sammen av ulike arter.</i></p> <p><i>Forutse hva ungen kommer til å bli.</i></p> <p><i>Du kan fortelle det videre til folk.</i></p>	9
<p>Ikke besvart/vet ikke.</p>	23

Tabell 13 viser at den største gruppen, 22 respondenter, mener at kunnskap om gener og arv kan brukes til genteknologi og kloning. Da gjerne i sammenheng med det å lage et bedre menneske. Respondentene viser også til helsemessige bidrag (16) og forskning (15). 10 av utsagnene var vanskelig å plassere i felles kategorier, og er derfor plassert som en egen gruppe. 23 respondenter ga ikke noe svar, eller svarte ”vet ikke”, på hva kunnskap om gener og arv kan brukes til ¹⁵.

¹⁵ For en fullstendig oversikt over besvarelsene, se vedlegg 14.

5. Analyse og drøfting

5.1 Elevenes forståelse av temaet arv

Av resultatene presentert i diagram 6, ser det ut til at 94 % av elevene har en forståelse av at egenskaper overføres gjennom kjønnscellene hos både mor og far, dette bekreftes av resultatene i diagram 4, hvor 97 % av respondentene viser en forståelse av at en gutt vil arve egenskaper fra både sin mor og sin far. Selv om den prosentvise andelen ikke kan overføres direkte mellom svarene i de ulike spørsmålene, er andelen så lik at man må kunne si at de fleste elevene har en forståelse av arv på det Hagman (2003) refererer til som makronivå. Selv om elevene her tilsynelatende forstår hovedtrekkene ved seksuell reproduksjon, om at begge foreldre bidrar til overføring av egenskaper, viser imidlertid resultatene kun elevenes forståelse av arv i tilknytning til mennesker. Man kan ikke uten videre trekke paralleller til elevenes forståelse av generell seksuell reproduksjon.

På det Hagman (2003) har kalt cellenivå, viser resultatene i diagram 7 at 97 % av respondentene gjenkjenner at DNA-molekylet er bærer av genetisk informasjon som videreføres fra foreldre til avkom. Diagram 8 viser at en noe mindre andel av elevene, 78 %, gjenkjenner at sammenligning av genene er en bedre egnet metode for å avgjøre slektskap, fremfor sammenligning av blodtype, fingeravtrykk eller håndskrift. Resultatene i diagram 7 viser til kunnskap av den laveste formen, da dette i hovedsak stiller krav til elevenes hukommelse. Til spørsmålet om best egnede metode for å avgjøre slektskap må elevene overføre det de vet om gener og arv, og trekke konsekvenser av dette for å vurdere hvilket svar som er det riktige. Her er det snakk om en annen form for kunnskap, og det er nærmere det man kan kalle en forståelse (Bjørke & Øysæd, 2011). Bruk av ulike begreper (DNA-molekyl og gener) i de to spørsmålene, kan også bidra til at differansen mellom andelen som gjenkjenner riktig svar er på 19 %.

I følge Hagman (2003) skal kunnskap på mikronivå gjøre elevene kompetente til å kjenne til detaljer i strukturene og prosessene ved arv. Resultatene i diagram 9 viser at 32 % av elevene gjenkjenner at hver av foreldrene står for en halvpart av den genetiske informasjonen. På dette detaljnivået er andelen av elever som kan gjenkjenne riktig svaralternativ dermed falt betraktelig. 64 % av elevene har valgt svaralternativet som sier at *”Hvor mye DNA som inneholder informasjon fra hver av foreldrene kan man ikke vite på forhånd”*. Dette kan tyde på at de involverte cellestrukturene og prosessene ikke er godt nok integrert i elevenes kunnskap. Benytter man seg av Imsen (2006) sin utgave av Bloom`s taksonomi, som tilsier at

forståelse gir evne til å trekke konsekvenser, mangler 64 % av eleven forståelse på dette detaljnivået. I tillegg er dette gjeldende for i alt 4 % av elevene, som enten ikke svarte, eller sa at sønner arver mest fra far, og døtre mest fra mor. Dette er i samsvar med resultatene fra genetik-prosjektet hos NORLAB-SE (Hagman, 2003), som sier at elever på 10. trinn har en utviklet forståelse av arv på celle- og mikronivå.

Av spørsmålet om hvordan kattunger av en skadet katt vil påvirkes, kommer det frem av resultatene presentert i diagram 5, at 82 % gjenkjenner at ervervede fysiske skader ikke kan overføres gjennom arv fra foreldre til avkom. Det er likevel en vesentlig del, 17 %, som mener at dette vil få følger for kattungene. Dette tyder på at grunnleggende kunnskap om gener og arv, og den vitenskapelige tankemåte, ikke er grundig nok integrert i alle elevene. Dette kan være et eksempel på at kunnskap tilegnet i klasserommet forblir nettopp der, slik for eksempel både Driver et al. (1994) og Novak (2002) viser til i sin forskning.

Av de hyppigst benyttede ordene om arv ser man av tabell 1, at ord som har med familie å gjøre blir benyttet 57 ganger, dette kan knyttes til kunnskap på makronivå. Deretter følger DNA, eller DNA-tråd, og gener, og dette viser at elevene har assosiasjoner til arv som også går på cellenivå. Det er ikke benyttet ord som kan knyttes til strukturer eller prosesser, og dermed til mikronivå, men dette er kanskje ikke naturlig for et slikt spørsmål.

Elevenes egne formuleringer om hvordan egenskaper arves, i tabell 2, viser i all hovedsak tilsvarende kunnskapsnivå som svarene i de lukkede spørsmålene. 17 elever viser til en enkel forklaring på arv, på makronivå, og refererer hovedsakelig til at egenskaper er noe man arver fra mor og far. Like mange gir sin forklaring i form av enkeltord, eller svært kort. Disse benytter i hovedsak relevante begreper på cellenivå. Hvilken type forståelse disse har tilegnet seg på området kan vanskelig tolkes, men det er nærliggende å tro at de har benyttet det Bjørke og Øysæd (2011) omtaler som en overfladisk læringsstrategi, og at dette derfor har gitt kunnskap på laveste nivå, og slik Novak (2002) viser til, klarer ikke elevene å overføre dette til denne testsituasjonen. Elevene skriver derfor ned ord de husker er knyttet til temaet, uten å ha forutsetninger for å kunne gi en grundigere forklaring på hva dette innebærer.

28 elever gir en forklaring på cellenivå. Disse elevene kan forklare noe, viser til arv fra foreldre, i tillegg til at de benytter relevante begreper på cellenivå. Slik Hagman (2003) sier om elevers forståelse av arv på 10. trinn, er også elevenes forklaringer i denne oppgaven relativt enkle, og kan derfor ses som en utviklet forståelse av arv på celle- og mikronivå.

Om man summerer antall elever som ikke har svart, elever som sier at arv skjer i det du blir født, og i tillegg viser tydelig forvirring i bruk av begreper, samt de som mener at egenskaper i hovedsak tilegnes, gir dette 35 elever. Disse kan vanskelig defineres inn i noe nivå av vitenskapelig forståelse for arv. Dette kan skyldes mangel på motivasjon for å svare, eller motivasjon til å svare ordentlig. Forhold som kan påvirke denne andelen av elever kan være at de ikke har forstått spørsmålet, at formuleringen var vanskelig, og at de derfor er usikre på hva det egentlig blir spurt om. Det kan også skyldes at de ikke vet hvordan egenskaper arves.

Elevene ble også bedt om å vurdere om det er arv, miljø, eller begge deler, som har innvirkninger på ulike egenskaper. Egenskapene de ble bedt om å ta stilling til var gode evner i matematikk, lengde på foten, øyefarge, dialekt, hårfarge og musikalske evner. Den prosentvise fordelingen av svarene er vist i tabell 3. Resultatene viser at hovedtyngden av elevene ser at arv er den dominerende faktoren ved egenskaper som har med utseende å gjøre. Når det kommer til evner, matematiske og musikalske, mener godt over halvparten av elevene at både arv og miljø har innvirkning i begge disse tilfellene.

Det er 23 % som mener at både arv og miljø har innvirkning på hårfarge, men her er det mulig at elevene blander inn farging av hår, noe som etter hvert er like vanlig som å beholde den naturlige hårfargen. Videre er det 6 % som viser til både arv og miljø om lengden på foten, og her er det mulig at elevene har tatt høyde for faktorer som underernæring og sykdom, men dette blir kun spekulasjoner. Det som utpeker seg i denne sammenhengen er at 20 % har vurdert både miljø og arv som innvirkende faktorer på dialekt, det er også 3 % som viser til arv alene. Dette gir en sum på 23 % som mener at arv er innblandet i utviklingen av dialekt. Hvordan elevene har tenkt her er det vanskelig å si noe om, men det er også her nærliggende å tro at de ikke har evnet å sette kunnskapen på området i sammenheng med spørsmålet de blir bedt om å ta stilling til.

Når det gjelder påvirkning av arv og miljø påpekes dette som problematisk av Hagman (2003), og det fremheves at media og skole har en tendens til å fremstille dette som et spørsmål om enten det ene, eller det andre. Dette har også vært heftig debattert i media de senere årene. Resultatene presentert i tabell 3 viser likevel at elevene i størst grad har valgt å svare *både arv og miljø* der det kanskje er mest nærliggende, nemlig for matematiske og musikalske evner.

Ser man resultatene fra spørsmålene om arv under ett, ser man at elevene har en forståelse av at begge foreldre bidrar med genetisk informasjon til avkommet hos mennesker, og at dette

skjer gjennom kjønncellene. Elevene er også klar over at DNA-molekyler er bærere av denne informasjonen. Elevene ser at både arv og miljø har innvirkning på mange av egenskapene hos mennesker. Elevenes egne formuleringer om arv, samt at godt over halvparten av elevene ikke gjenkjenner at begge foreldre bidrar like mye til den genetiske informasjonen hos avkommet, viser at elevene i hovedsak har en forståelse av arv på makronivå. Noen av elevene kan vise noe kunnskap på celle- og mikronivå, men det er lite som tyder på at denne kunnskapen er godt nok integrert til at den bidrar til en vitenskapelig forståelse av arv.

5.2 Elevenes forståelse av temaet gener

På spørsmål 25, presentert i diagram 13, viser resultatet at 77 % av elevene mener at kromosomer og DNA-molekyler inneholder genetisk informasjon. Spørreskjemaet inneholder ingen spørsmål som binder denne oppfatningen direkte til gener. Lewis og Wood-Robinson (2000) fant i sin forskning at *“There was also confusion and uncertainty about the relationship between genes and genetic information.”* (Lewis & Wood-Robinson, 2000:126), og det vises til at elevene ikke så ut til å se noen direkte sammenheng mellom gener og genetisk informasjon. Resultatene fra spørsmål 17 viser også at det er 17 % som mener at bare DNA-molekyler, og ikke kromosomer, inneholder genetisk informasjon. Dette kan tyde på at disse elevene i denne undersøkelsen heller ikke ser noen direkte sammenheng mellom DNA-molekyler og kromosomer.

I spørsmål 22, blir elevene bedt om å ta stilling til hvor i kroppen man finner den genetiske informasjonen som påvirker øyefarge. Diagram 10 viser at nesten halvparten (47 %) av respondentene gjenkjenner at den genetiske informasjonen som påvirker øyefarge finnes i alle kroppens celler. På spørsmål 23 (se diagram 11), om hva som er sant om genetisk informasjon i hjerneceller og hudceller, er det 31 %, altså i underkant av én tredel, som har en forståelse av at man finner det samme genetiske innholdet i de to ulike celletypene. Dette kan tyde på at et noe høyere antall elever, enn bl.a. i Lewis og Wood-Robinson (2000) sine funn, har den grunnleggende oppfatningen om at alle celler hos et individ vil inneholde den samme genetiske informasjonen. Hos Lewis og Wood-Robinson var denne andelen på 20 % av de som svarte (12 % av de som deltok) i undersøkelsen. Det er likevel slik at over halvparten (52 %) av respondentene i denne undersøkelsen svarte at hjerneceller og hudceller inneholder ulik genetisk informasjon, og i alt 16 % valgte et alternativ som sier at en av celletypene ikke inneholder genetisk informasjon. Til sammen utgjør dette en andel på 68 %. Ser man dette i

sammenheng med at 47 % mente at genetisk informasjon som påvirker øyefarge finnes i alle de ulike typer celler i kroppen, viser dette at ikke alle elevene er konsekvente. Dette kan tyde på at elevene har svart vilkårlig, ikke har klart å tolke spørsmålene, eller at kunnskapen ikke er tilstrekkelig integrert til at de klarer å overføre den til nye situasjoner. De to siste alternativene kan begge tyde på kunnskap på et lavt nivå, da de husker eller gjenkjenner noe, men ikke evner å bruke det i en ny situasjon (Novak, 2002).

Av andre oppfatninger på spørsmålet om genetisk informasjon om øyefarge var det flest elever som mener at den genetiske informasjonen som avgjør øyefargen bare befinner seg i øyets celler (24 %). Dette er en lav andel i forhold til tall fra Lewis og Wood-Robinson (2000) sin undersøkelse, hvor 60 % av de som svarte, så ut til å ha en oppfatning av at ulike cellertyper kun innehar den genetiske informasjonen de har bruk for. I spørreskjemaet i tilknytning til denne undersøkelsen var det ikke flere spørsmål som direkte omhandlet genetisk informasjon i de ulike celletypene, og man kan derfor ikke vite sikkert om elevene ville vist samme oppfatning i en videre undersøkelse.

I spørsmål 24 måtte elevene ta stilling til samme type problemstilling som i de to foregående, men her er organismen en plante. Hos Williams et al. (2012) påpekes det at flere forskningsprosjekter har funnet at elever ikke uten videre overfører det de har lært om strukturer og prosesser i cellene, og seksuell reproduksjon hos mennesker, til andre organismer. Bare 50 % av elevene i Lewis og Wood-Robinson (2000) sin undersøkelse gjenkjente at genetisk materiale var å finne i alle levende organismer.

I denne undersøkelsen var det i alt 14 % som valgte et alternativ som sa at det var celletyper i en plante som ikke inneholdt genetisk informasjon. Det var likevel 40 % som mente at celler i blad, og celler i blomsten hos samme plante inneholdt den samme genetiske informasjonen. Dette er et høyere antall enn de som hadde en forståelse av at man finner det samme genetiske innholdet i hjerneceller og hudceller hos mennesket. Også til dette spørsmålet var det en relativt stor andel av elevene som mente at den genetiske informasjonen i plantens celler i blad og blomster inneholdt ulik genetisk informasjon, og dette var gjeldende for 45 % av dem.

Ser man resultatene av spørsmål 22-24 under ett, ser man at 47 % mente at genetisk informasjon som påvirker øyefarge finnes i alle de ulike typer celler i kroppen, 31 % har en forståelse av at man finner det samme genetiske innholdet i hjerneceller og hudceller i et menneske, og 40 % som mente at celler i blad, og celler i blomsten hos samme plante inneholdt den samme genetiske informasjonen. Kanskje kan disse tallene tyde på at et sted

mellom 30 % og 50 % har en begynnende forståelse av hvor den genetiske informasjon befinner seg hos en organisme. Det kan også tyde på at elevene ikke har en grundig nok forståelse av hva genetisk informasjon er, eller prinsippene bak, til å kunne overføre det fra situasjon til situasjon. I tillegg må det tas høyde for at elevene kunne ha foretatt avkryssninger basert på gjetning.

Elevene ble bedt om å skrive ned de tre første ordene de tenkte på når de hørte ordet *gen*, slik vist i tabell 4. Her benyttet elevene ordet arv, eller andre varianter av ordet arv, 47 ganger. Videre fulgte ord som har med foreldre og familie å gjøre, og disse ble benyttet 36 ganger. Dette viser igjen til makronivå (Hagman, 2003). Av ord som kan knyttes til cellenivå var det hyppigst benyttet ordet DNA eller DNA-molekyl, dette gikk igjen 29 ganger. Ordet celle, eller ord som har med celle å gjøre, gikk igjen 13 ganger. Elevene benyttet også selve ordet gen eller ord med gen i. Dette gikk igjen 20 ganger, men denne kategorien kan knyttes til både celle- og makronivå, da den også inneholdt ord som genteknologi og genmanipulering. Besvarelsene på dette spørsmålet viser at elevene i stor grad har assosiasjoner til begrepet *gen* som knyttes til biologisk arv.

I elevenes besvarelser på hva et gen er, bekreftes elevenes assosiasjoner til arv når de hører ordet gen. Den største gruppen som gir en slags forklaring består av 28 elever. Disse sier noe om gen, men gir ingen antydning om hvor man finner gener, og lite eller ingen antydning om funksjon. Dette kan tyde på at elevenes forståelse av gener faller inn under den første tankemodellen av gener som Hagman (2003) viser til. Elevene refererer gjerne til at gener er noe man arver, eller får fra foreldrene, men det kan se ut som om det tolkes som passive partikler. Videre følger en gruppe på 16 elever, som kan forklare noe ved hjelp av enkelte relevante begreper, og som viser til at gener har bestemmende egenskaper. Også denne gruppen viser til arv. I Hagman (2003) sin presentasjon av tankemodeller av gener, har denne gruppen en forståelse av gener som nærmer seg modellens andre nivå, da de refererer til gener som noe som i større grad gjør noe, da de bestemmer egenskaper.

Begge disse gruppene, i alt 44 elever, viser til en kunnskap om gener som er nært knyttet til arv, og som igjen må sies å ligge på makronivå (Hagman, 2003). Slik det vises til hos Hagman (2003), ser det til at de aller fleste elevene har en utviklet forståelse av arv på celle- og mikronivå. Dette bekreftes videre av at 7 elever kun oppgir enkeltbegreper i sin forklaring, og like mange nesten bare viser til at det er noe vi har i kroppen. 32 elever ga ikke noe svar på spørsmålet om hva et gen er.

Samlet viser resultatene fra spørsmålene om gener og genetisk informasjon at elevenes forståelse av dette er nært knyttet til arv. De fleste elevene ser gener som passive partikler, og det Hagman (2003) viser til som første tankemodell for gener. Noen elever har også en begynnende forståelse som ligger i andre modell, hvor genene oppfattes som aktive, gjennom at de har bestemmende egenskaper. Nesten tre firedeler av elevene har en forståelse av at genetisk informasjon er å finne i kromosomer og DNA-molekyler, men hvordan denne genetiske informasjonen er fordelt hersker det tydelig stor forvirring om. Elevenes kunnskap omkring genetisk informasjon i celler, og ulike celletyper, er ikke godt nok integrert til at elevene klarer å overføre det fra en problemstilling til en annen. Dette kommer tydelig frem gjennom de ulike andelene som velger riktig svaralternativ, selv om spørsmålene i hovedsak handler om det samme.

5.3 Elevenes forståelse av temaet DNA

I spørsmål 29 presentert i diagram 14, måtte elevene ta stilling til hvilke organismer som inneholdt DNA-molekyler, av mennesker, sommerfugler og trær. Her var det 47 % som gjenkjente at man ville finne DNA-molekyler hos alle de tre organismene, deretter fulgte oppfatningen av at DNA-molekyler bare er å finne i mennesker og sommerfugler, med en andel på 39 %. Sistnevnte utelater da trær fra sin oppfatning av organismer som inneholder DNA. Hagman (2003) har sammenlignet Lewis og Wood-Robinson (2000) sine resultater med resultatene fra et spansk studie av Banet og Ayuso (2000), og funnet at planter utgjør et problemområde i forhold til elevers forståelse av gener og arv. I disse studiene kom det frem at 40 % av elevene var av den oppfatning at planter ikke inneholder genetisk materiale.

I denne undersøkelsen skulle elevene avgjøre dette i forhold til DNA-molekyler, så resultatene i dette eksakte spørsmålet kan ikke sammenlignes direkte. Det kan likevel gi en pekepinn på at det samme kan være tilfelle også hos elevene i denne undersøkelsen. Ser man tilbake på resultatet av spørsmålet om genetisk informasjon i en plantes ulike celletyper, var det også 14 % som valgte et alternativ som sa at det var celletyper i en plante som ikke inneholdt genetisk informasjon, men bare 4 % av disse mente at verken cellene i blad eller blomst inneholdt genetisk informasjon.

Resultatene av spørsmål 29 viste også at alle elevene mente at DNA-molekyler er å finne i et menneske. I spørsmål 31, presentert i diagram 15, ble elevene spurt om hvor man finner DNA-molekyler i et dyrs kropp. Her svarte 74 % av elevene at DNA-molekyler var inne i alle

typer celler i et dyrs kropp. Ser man de to spørsmålene under ett, kan dette kanskje tyde på at 74 % av elevene også mener at DNA-molekyler finnes i alle typer celler hos et menneske. Tilsvarende fant Wood-Robinson et al. (1998) at nesten 70 % av de som svarte på deres undersøkelse, mente at DNA var å finne i store deler av kroppen. Disse resultatene var mer nyanserte, og viste at 21 % av elevene mente DNA befant seg i gener, og 19 % svarte at det var å finne i celler.

I spørsmål 33 ble det spurt etter hvilken informasjon DNA-molekyler i hudceller inneholder. Her kunne elevene velge mellom informasjon om hudfarge, øyefarge, både hudfarge og øyefarge, eller ingen av delene. Resultatene er presentert i diagram 17. Her er det flest elever, 46 %, som har valgt å svare hudfarge, men ikke øyefarge. Det er nærliggende å tro at dette viser til samme oppfatning som Lewis og Wood-Robinson (2000) fant hos sine elever, hvor 60 % mente at celler bare inneholder den genetiske informasjonen de trenger for å utføre den funksjonen de har. Lewis og Wood-Robinson spurte etter genetisk informasjon, mens det i denne undersøkelsen spørres etter informasjon i DNA-molekyler. Selv om man ikke kan ta for gitt at elevene oppfatter genetisk informasjon og informasjon i DNA som samme sak, så viser resultatet presentert tidligere, på spørsmål 25 (diagram 13), at 77 % av elevene mener at både kromosomer og DNA-molekyler inneholder genetisk informasjon. Dermed kan man anta at 46 % også mener at cellene bare inneholder den genetiske informasjonen de trenger.

Det var 39 % av elevene som valgte å si at hudceller inneholder DNA-molekyler med informasjon om både hudfarge og øyefarge. Slik nevnt tidligere, i forbindelse med elevenes svar på spørsmål 22, var det 47 % av elevene som mente at genetisk informasjon som påvirker øyefarge finnes i alle de ulike typene celler i kroppen. På de ulike spørsmålene om genetisk informasjon, varierte andelen som gjenkjente at all genetisk informasjon finnes i alle typer celler mellom 31 % og 47 %, og man ser at den andelen som gjenkjenner at hudceller inneholder DNA-molekyler med informasjon om både hudfarge og øyefarge ligger i omtrent midt i mellom dette.

På spørsmål 34, hvor elevene skal ta stilling til hva som er sant om hjerneceller, hudceller, og DNA-molekyler i et menneske, er det 48 % som gjenkjente at både hjerneceller og hudceller inneholder DNA-molekyler, og at deres genetiske informasjon er den samme. 37 % av elevene hadde en oppfatning av at man fant DNA-molekyler i begge celletypene, men at de inneholdt ulik genetisk informasjon. Også her var det en del av elevene, i alt 13 %, som valgte et svaralternativ som sa at en av celletypene ikke inneholdt DNA-molekyler.

I spørsmål 32 blir det spurt om hva som påvirkes av informasjonen i DNA-molekylet hos en organisme. Her er det 47 % som mener at evner og utseende, men ikke oppførsel, påvirkes av denne informasjonen. Elevenes egne forklaringer viser at de ikke ser noen sammenheng mellom DNA og oppførsel. 42 % har den oppfatning at informasjonen i DNA-molekylene påvirker både evner, utseende, og oppførsel, og av disse er det 19 elever som forklarer sine svar, og disse sier at de tror denne informasjonen påvirker alt ved en organisme. Kanskje hadde denne andelen vært større om man kalte oppførsel for adferd, noe som er den vanlige benevnelsen for dyr. Adferd styres av instinkter, og det kan tenkes at flere elever derfor hadde vurdert dette til å bli påvirket av informasjonen i DNA-molekylene. Av de 19 elevene som kommer med en forklaring på hvorfor de mener at informasjonen i DNA-molekylene påvirker alt, gir ingen noen nærmere forklaring på dette. Det kan derfor ikke knyttes opp mot noen vitenskapelig forståelse av det. Mange av forklaringene gir ingen mening, men det er mulig at denne oppfatningen opprinnelig bygger på kunnskap, uten at den er godt nok integrert til at elevene kan gjenhente den.

Ser man videre på cellenivå, på oppfatninger av forholdet mellom kromosomer og DNA-molekyler, viser svarene på spørsmål 35 vist i diagram 19, at disse varierer mye. Det er 5 % som ikke har oppfattet noen sammenheng mellom kromosomer og DNA, og like mange har valgt å ikke svare. Det som ser ut til å være den oppfatningen de fleste elevene har, med en andel på 38 %, er at DNA-molekyler er bygd opp av flere kromosomer. Wood-Robinson et al. (1998) viste til at elever ser ut til å være usikre på relasjonene mellom cellekjerne, kromosomer og DNA. Mye tyder på at også elevene i denne oppgaven er det.

Av elevenes egne ord om DNA vist i tabell 6, ser man at *arv*, eller andre varianter av ordet, er benyttet 31 ganger. Arv viser seg dermed å være noe mange assosierer med DNA, slik de gjør med ordet *gen*. Om DNA er et annet hyppig brukt ord *molekyl*, eller ord som inneholder molekyl (benyttet 19 ganger). Det at elevene refererer til molekyl/molekyloppbygning/molekylmodell kan tyde på at elevene også i stor grad knytter DNA til strukturer ved DNA-molekyler i seg selv. Man finner også at ord som inneholder blod, identitet og hårstrå er noe elevene assosierer til DNA. Dette er ord fra tre ulike kategorier, som til sammen benyttes 33 ganger, og kan ses i sammenheng med samfunnsrelaterte prosesser hvor DNA blant annet blir benyttet til identifisering. Wood-Robinson et al. (1998) fant i sin undersøkelse at 13 % av de som svarte på hvorfor DNA er viktig, ikke så DNA i biologisk sammenheng i det hele tatt, og at de kun viste til samfunnets bruk av det til identifisering.

Av elevenes egne forklaringer om hva DNA er, presentert i tabell 7, er forklaringene også i noe grad knyttet til samfunnets bruk av det. Den største gruppen, 37 elever, knytter hovedtyngden av sin forklaring opp i mot at DNA er unikt. De har en personlig vinkling, og ser DNA som en måte å identifisere noen på. Hos Wood-Robinson et al. (1998) fant de lignende responser på hvorfor DNA er viktig. Der viste 59 % av de som svarte til at DNA definerer levende ting, hvorav nesten like mange foreslo at DNA bidro med informasjon. I nesten alle disse tilfellene var denne informasjonen vist til som personlig eller unik, og i forhold til identifisering av individer. De 37 elevene i denne undersøkelsen viser, i hovedsak, ikke til noen form for vitenskapelig forklaring på hva DNA er, og forståelsen av DNA kan derfor sies å være lav. Til sammenligning med elevenes forståelse av arv, er nok denne gruppens forståelse av DNA å definere som på makronivå (Hagman, 2003). Det samme kan sies om den påfølgende gruppen på 13 elever, som viser til at DNA er en form for oppskrift. Disse elevene benytter hverken relevante begreper, eller gir noen vitenskapelig forklaring.

En tredje gruppe, på 12 elever, viser til DNA-ets oppbygning, og disse forklaringene befinner seg slik på et større detaljnivå. Forklaringene er likevel så korte, eller elevene benytter bare enkeltbegreper, slik at det er vanskelig å si noe om elevenes forståelse av DNA. Det samme gjelder for en gruppe på åtte elever, som viser til at DNA er et arvestoff. I disse tilfellene kan det være at elevene har hatt en overfladisk læringsstrategi (Bjørke & Øysæd, 2011), og at de derfor kun innehar kunnskap på lavt nivå, noe som gjør at de ikke evner å videreføre denne kunnskapen til en fullstendig forklaring.

Om DNA var det fem elever som kunne gi en noe mer utdypende forklaring av hva det er, på celle-/mikronivå. Disse viser at de har fått med seg flere begreper de evner å sette i en sammenheng, selv om ikke alt er korrekt, og viser slik at de har mer kunnskap enn de øvrige elevene. De har altså ikke utviklet en vitenskapelig forståelse av hva DNA er, men det kan tyde på at de har kunnskap nok til å danne et grunnlag for en gryende forståelse på et større detaljeringsnivå enn noen av de andre elevene. Om DNA var det en vesentlig større gruppe elever, 19 stykker, som ikke ga noe svar, eller svarte ”*vet ikke*”. Dette kan i seg selv tyde på at DNA, i større grad enn gener og arv, oppleves som vanskelig for mange elevene.

Resultatene til temaet DNA viser at alle elevene har en forståelse av at DNA-molekyler finnes i mennesket, og nesten tre firedeler har en oppfatning av at DNA-molekyler finnes i alle celletyper. Det kan også tyde på at elevene har en oppfatning av at DNA-molekyler finnes i ulike organismer, men nesten 40 % utelater trær. Det er vanskelig å vise til at en bestemt

andel av elevene har noen forståelse av at DNA-molekyler, med lik genetisk informasjon, er å finne i alle celletyper. Andelen som har denne oppfatningen varierer fra spørsmål til spørsmål. Dette tyder på, lik elevenes forståelse av gener, at elevene ikke har en grundig nok forståelse av hva DNA er til å kunne overføre sin kunnskap fra situasjon til situasjon. Videre er elevene usikre på relasjonen mellom DNA-molekyler og kromosomer. De fleste elevene assosierer DNA til noe personlig og unikt, og til samfunnets bruk av det, og elevene evner ikke å gi noen vitenskapelig forklaring på hva DNA er. Elevene har noe kunnskap, men viser tydelig forvirring i sin bruk av den. DNA fremstår som mindre kjent for elevene, enn hva gener gjør. Som med elevenes forklaringer om, og assosiasjoner til gener, var også mange av elevenes forklaringer og ord omkring DNA knyttet til arv. Dette viser at også elevenes forståelse av DNA i hovedsak ligger på makronivå.

5.4 Elevenes forståelse av temaet kromosom

På samme måte som elevene ble spurt om hvor man finner DNA-molekyler i et dyrs kropp, ble de i spørsmål 37 spurt om hvor man finner kromosomer i et dyrs kropp. Resultatene er presentert i diagram 20. Mens 74 % av elevene har en oppfatning av at man finner DNA-molekyler i all typer celler i et dyrs kropp, er det bare 55 % som mener at det samme er tilfelle for kromosomene. En differanse på nesten 20 % kan tyde på at elevene ikke nødvendigvis ser noen sammenheng mellom DNA-molekyler og kromosomer.

Den oppfatningen som hadde nest størst utbredelse, blant 30 % av elevene, var at man bare finner kromosomer inne i kjønncellene. Dette kan kanskje henge sammen med at elevene gjerne blir introdusert for kromosomer i forbindelse med (kjønns-) celledeling, og at de kjenner til at kromosomer har en bestemmende egenskap i forhold til avkommets kjønn. Wood-Robinson et al. (1998) viser til at oppstyking av undervisningen kan ha en uheldig effekt på elevenes forståelse. Det påpekes at elever gjerne først får undervisning om celler med tilhørende organeller og prosesser. Senere presenteres kromosomer i tilknytning til celledeling, og til slutt introduseres elevene for gener og DNA i forbindelse med arv. Man ser at undervisning i temaet kan skje i tre adskilte deler. Vektlegges ikke sammenhengene godt nok, evner ikke elevene å koble dette sammen slik at de ser helheten i de cellulære strukturene og prosessene. Dette kan ha bidratt til at 30 % har en oppfatning av at kromosomer bare finnes inne i kjønncellene.

Resten av de lukkede spørsmålene elevene svarte på i forbindelse med kromosomer, var satt i sammenheng med celledeling. I spørsmål 39, presentert i diagram 21, fikk elevene spørsmål om hvor mange kromosomer nye hudceller hos en ku ville inneholde, når en opprinnelig hudcelle inneholdt 60 kromosomer. Her gjenkjente 54 % av elevene at de nye cellene har like mange kromosomer som de opprinnelige cellene. 10 % mente at kromosomantallet ville halveres ved celledeling.

I spørsmål 41, presentert i diagram 23, må elevene ta utgangspunkt i to diagrammer. Spørsmålsformuleringen er som følger: *Hvilket diagram viser hva som skjer med antall kromosomer i muskelceller hos en sjimpanse når én enkelt muskelcelle deles og danner to muskelceller?* Figuren i spørreskjemaet så slik ut:

Figur 3 Spørsmål 41. Hvilket diagram viser hva som skjer med antall kromosomer i muskelceller hos en sjimpanse når én enkelt muskelcelle deles og danner to muskelceller?



Selv om man kanskje kunne tro at den visuelle fremstillingen kunne hjelpe elevene i sin resonnering, viser resultatene at elevenes oppfatninger er jevnere fordelt, enn for spørsmålet om kromosomantallet i nye hudceller hos en ku. 33 % mener at det skjer en halvering av kromosomantallet når muskelcellene deler seg, 32 % av elevene gjenkjenner at antall kromosomer i muskelcellene er det samme etter celledeling, og 31 % har svart at diagram 1 viser hva som skjer med antall kromosomer i muskelcellene ved celledeling og diagram 2 viser antall kromosomer ved alle andre typer celler under celledeling.

Den prosentvise fordelingen av elevenes svar på spørsmål 39 og 41, kan kanskje antyde at et sted mellom 30 % og 50 % av elevene har en forståelse for celledeling og den biologiske prosessen for kopiering av det genetiske materialet, men det viser nok i like stor grad at det hersker stor forvirring rundt dette temaet. Elevenes kunnskap på området kan tolkes til å være lite integrert, og overfladisk. Av alternative oppfatninger funnet hos Lewis og Wood-Robinson (2000) var den at kromosomer fordeles, og ikke kopieres ved vanlig celledeling, funnet hos opp til 9 % i de ulike spørsmålene.

Det som utpeker seg blant svarene på de to spørsmålene om vanlig celledeling i denne undersøkelsen, er at i alt 34 % av elevene mener at kromosomtallet øker ved celledelingen i spørsmål 39. 13 % av elevene har svart at nye hudceller, av en hudcelle med 60 kromosomer, vil ha 90 kromosomer etter celledeling. Rent matematisk er det særlig vanskelig å tenke seg til hvordan disse har resonnert, og det er derfor svært nærliggende å tro at de har foretatt en gjetning. 21 % svarer at de nye hudcellene vil ha 120 kromosomer, dette tilsvarer da en fordobling, og kanskje kan assosiasjoner til befruktning ha medført at noen av elevene har valgt å svare slik. Også i dette tilfellet må man selvfølgelig ta høyde for at en del av eleven kunne ha foretatt rene gjetninger.

Spørsmål 40, vist i diagram 22, omhandler kromosomtall i kjønnsceller, og hvordan befruktning påvirker dette antallet. Her viser resultatene at 48 % av elevene gjenkjenner at en befruktet eggcelle vil inneholde det dobbelte antall kromosomer som før befruktning. Det er også en vesentlig andel, 22 %, som mener at kromosomtallet vil forbli uendret etter befruktning. Videre er det også 24 % som mener at kromosomtallet hos kjønnsceller halveres etter befruktning. Sistnevnte gruppe kan nok ha dratt med seg misoppfatningen noen har fra vanlig celledeling, om at innholdet i en opprinnelig celle fordeles i de nye cellene, og ikke oppfattet at det her er snakk om befruktning. Dette kan skyldes spørsmålsformuleringen, som inneholder begrepene kjønnsceller, kromosomer, befruktete og eggcellen. Slik Maagerø (2007) påpeker, krever alle disse begrepene en presis tolkning for at de skal gi mening for elevene. Om elevene har problemer med å forholde seg til ett av dem, kan dette gi utslag i forvirring, og medføre at elevene drar feilaktige konklusjoner. Slik Williams et al. (2012) viser, kan elevene også ha problemer med å forstå skillet mellom det biologiske formålet med mitose og meiose, cellestrukturenes funksjoner i genetisk overføring, og det resulterende genetiske utfallet. I tillegg må det også tas høyde for at eleven her har opplevd et metningspunkt, og at motivasjonen for å bruke tid til å resonere har begynt å avta, da dette var det nest siste spørsmålet i spørreskjemaet.

Resultatet av elevenes egne ord om kromosom, presentert i tabell 8, viser at ordet *DNA* er benyttet 34 ganger, og er dermed noe elevene assosierer til begrepet kromosom. Ordet *arv*, eller ord som har med arv å gjøre, er benyttet 18 ganger, og ord som har med sykdom, eller syndrom og mangler å gjøre, ble benyttet like mange ganger. At ord med arv og ord som viser til sykdom, syndrom eller mangler er benyttet like mange ganger, kan bety at elevene assosierer genetisk overførbare sykdommer, mutasjoner eller feil som oppstår ved meiose til kromosomer.

Videre viser resultatene i tabell 8 at det er 20 elever som ikke har skrevet noe, eller svart vet ikke. I de andre spørsmålene hvor elevene skal skrive ned de tre første ordene de tenker på, som hittil er kommentert i dette kapittelet, er det på det meste 5 elever som ikke har svart. Dette kan i seg selv tilsa at kromosomer er noe som oppleves mer diffust og fremmed for elevene, enn hva arv, gener og DNA gjør. Dette er en oppgave som tillater elevene å benytte laveste form for kunnskap (Bjørke & Øysæd, 2011), og elevene trenger bare å bruke hukommelsen til å huske enkeltord de setter i sammenheng med temaet.

På spørsmålet om hva et kromosom er, presentert i tabell 9, var det hele 55 elever som ikke svarte, eller svarte "vet ikke". Dette tilsvarer at bare 41 % har svart på dette spørsmålet. Til sammenligning var det hos Wood-Robinson et al. (2000) bare 40 % av elevene som svarte på spørsmålet om hvorfor kromosomer er viktige. Selv om disse spørsmålene ikke er like, kan man anta at elever som ikke evner å forklare hva et kromosom er, heller ikke vil kunne svare på hvorfor kromosomer er viktige. Av de som svarte var det flest elever, 17 stykker, som la hovedvekten av sin forklaring på DNA og oppbygning, og disse forklaringene var svært korte og enkle, og ikke alle medførte riktighet. Som i tabell 8 var det også her flere elever som knyttet sin forklaring til antall av kromosomer. Dette var tilfelle hos 14 elever, og de knyttet dette til sykdom, syndromer eller mangler. 8 elever viste til at kromosomer har bestemmende egenskaper i forhold til egenskaper og kjønn, uten å gi noen utdypende forklaring på dette.

Resultatene fra tabell 9 viser at selv om 41 % av elevene kunne vise til noe kunnskap om kromosomer, er denne kunnskapen svært begrenset og overfladisk. Det ser ikke ut til at mange elever ser kromosomer i sammenheng med celler eller celledeling. Ett av hovedfunnene hos Wood-Robinson et al. (2000) var nettopp at selv om mange elever så ut til å ha hørt om kromosomer, så var det få som kunne vise til noen forståelse av deres rolle i cellene.

Ut fra de samlede resultatene om temaet kromosomer kan man si at ca 50 % av elevene viser en forståelse av kromosomantallet ved vanlig celledeling, og at omtrent like mange så ut til å gjenkjenne at kromosomantallet i kjønnsceller fordobles ved befruktning. Det siste spørsmålet om vanlig celledeling, hvor elevene skal velge riktig diagram, kan se ut som om det har forvirret elevene, og det kunne vært interessant å se nærmere på hva dette skyldes. Disse spørsmålene er likevel for få til å kunne si mer om elevenes forståelse på dette området. Elevene ser ut til å assosiere kromosomer til arv og sykdommer, syndrom eller mangler. Selv om elevene ikke nødvendigvis ser sammenhengen mellom kromosomer og DNA-molekyler,

er det likevel mange som også assosierer nettopp DNA-molekyler til kromosomer. Videre ser kromosomer ut til å være mer fremmed for elevene, enn hva arv, gener og DNA er, og nesten en tredel av elevene viser en oppfatning av at kromosomer bare finnes i kjønnceller. Den kunnskapen de har ser ut til å være løsrevet fra kromosomenes rolle i cellene. I den grad elevene viser forståelse, er denne på makronivå, og det er ingen av elevene som viser til celler eller celledeling.

5.5 Bioteknologi og genteknologi

Elevene ble bedt om å skrive ned de tre første ordene de tenkte på når de hørte ordet genteknologi. Dette ble tatt med i spørreskjemaet fordi det kan tenkes å være et naturlig innslag i undervisning om gener og arv, da det er et dagsaktuelt tema. Tabell 10 viser at elevene benyttet ordet *gen* (eller *genetisk*) 34 ganger om genteknologi, og dette viser at gener er noe flere av elevene assosierer med genteknologi. Dette trenger nok ikke skyldes videre kjennskap til området, da *gen* ligger i ordets første del. Forsker, eller forskning, er benyttet nesten like mange ganger (31), og viser tydeligere at elever som knytter genteknologi til dette er noe kjent med emnet. Det er også brukt sammensatte ord som inneholder ordet *gen*, og også disse viser et bedre kjennskap til området. Disse går igjen 11 ganger, og gjelder ord som for eksempel gendoping og genutvikling. Manipulering er satt under samme kategori, fordi det er benyttet i tilknytning til ordet *gen*, eller andre ord som har med prosesser innen genteknologi å gjøre. Under kategorien med ordet DNA, eller ord som inneholder DNA, er flere av disse også knyttet til prosesser som tar i bruk teknologi i sammenheng med DNA. Dette gjelder for eksempel ord som DNA-prøver og DNA-undersøkelser.

Respondentene assosierer også kloning og forandringer med genteknologi. Her er ordet kloning og navnet Dolly samlet under samme kategori, da Dolly er vurdert til at elevene refererer til den første klonede sauen. Det er likevel ikke sikkert at elevene er klar over at Dolly ble klonet. Videre kan man ikke vite om noen av elevene i denne kategorien vet hva kloning innebærer. Under kategorien med ord som innebærer forandring, benyttet ni ganger, finner man ordet *tukle*. At noe er ”tuklet” med, kan sies å være en negativ vinkling på at noe er forandret eller påvirket på en eller annen måte. Dette ordet ble bare benyttet tre ganger, av tre ulike respondenter. 16 av respondentene svarte ikke, eller sa ”vet ikke”, på dette spørsmålet, og man må derfor anta at disse ikke kjenner til genteknologi. Av resultatene i tabell 10 ser man at de ordene, eller gruppene av ord, som går igjen flest ganger kan sies å

være nøytrale. Dette fordi de i hovedsak refererer til gener og forskning, eller prosesser i tilknytning til dette.

Resultatene i tabell 11 viser at det er hele 37 elever som ikke svarer, eller svarer ”vet ikke” om bioteknologi. Man må derfor anta at bioteknologi er et fremmed område for disse elevene. Hos de som har svart er ord som har med natur å gjøre benyttet 17 ganger, og er den gruppen ord som er benyttet flest antall ganger. Forskning eller forskere assosieres også til bioteknologi, på samme måte som om genteknologi, og dette er benyttet 16 ganger. Det samme antallet er gjeldende for ordene planter og dyr, eller ulike arter av disse, samt ordet ”bio”, eller sammensatte ord av dette. Videre følger ordene miljø/miljøet og miljøvennlig, benyttet 12 ganger. Ser man bort i fra gruppen ord som omhandler forskning, viser resultatene av elevenes ord om bioteknologi at dette er noe de knytter til naturen, og noe som er positivt for miljøet. Det viser også at det er mer ukjent for elevene, enn hva genteknologi er.

Resultatene fra Ervik (2009) viste at noen elever hadde noe kjennskap til bioteknologi fra ungdomskolen. Som vist ovenfor, er ikke dette gyldig for mange av elevene i denne undersøkelsen. I Ervik (ibid) sin undersøkelse kom det også frem at elevene var positive, men skeptiske til utviklingen innen bioteknologi. Elevene i denne undersøkelsen ser også ut til å ha positive holdninger til bioteknologi, men ut i fra de hyppigst benyttede ordene, er det lite som vitner om noen av elevene har forbehold i henhold til utviklingen på området. Dette kan likevel ikke sammenlignes, for Ervik (ibid) har sett på hvordan disse holdningene påvirkes av undervisning på videregående. Hos Hill et al. (2000) kom det frem at negative holdninger i forhold til bioteknologi, i stor grad, var knyttet til den praktiske gjennomføringen, altså prosessene. Selv om elevene i denne undersøkelsen ikke direkte ble spurt om dette, tyder elevenes ordvalg på at de har så liten kunnskap på området, at de vanskelig kan gjøre seg opp noen mening i denne retningen.

Hill et al. (2000) fant at de fleste elevene mente at begrepene *bioteknologi* og *genteknologi* hadde ulik betydning. Dette ser det ut til at også elevene i denne undersøkelsen har en klar oppfatning av. Det er stor forskjell på antallet som svarer på de to ulike spørsmålene. Mange av ordene brukt om bioteknologi viser til natur og miljø, mens ordene om genteknologi viser en større detaljeringsgrad, hvor flere av dem kan knyttes direkte til prosesser og teknikker innen genteknologi. Bioteknologi fremstår derfor som mer ukjent for elevene, enn hva genteknologi gjør.

5.6 Elevenes begrunnelser for å ha kunnskap om gener og arv

I spørsmål 20, presentert i tabell 12, er elevene spurt om hvorfor de mener de trenger å ha kunnskap om gener og arv. Elevene er delt inn i kategorier etter hvor de legger hovedtyngden av sin forklaring. Resultatene viser at den største gruppen, 39 elever, oppgir at de trenger kunnskap på dette området for å kjenne seg selv, vite hvor man kommer fra og hvorfor man er blitt som man er. Ser man på dette som en motivasjonsfaktor til å lære om gener og arv, er det kanskje ikke overraskende at elevenes forståelse på celle- og mikronivå (Hagman, 2003) fremstår som uutviklet. En videre forståelse av de strukturer og prosesser som virker ved arv er ikke nødvendig for den betydningen det ser ut til at elevene legger i det ”å kjenne seg selv”. Her kunne det vært interessant å se nærmere på hva elevene faktisk legger i det å kjenne seg selv, som igjen gjør at de mener at kunnskap om gener og arv kan hjelpe dem med dette.

12 elever oppgir yrke, utdanning, eller lignende i sin forklaring på hvorfor de trenger kunnskap på området, og like mange oppgir interesse, og det at det er lurt, eller viktig kunnskap. Samlet utgjør disse elevene en gruppe på 24 elever. For disse elevene kan man kanskje lettere se for seg at en mer detaljert kunnskap og forståelse kan være interessant, enn for de som oppgir at de kan bli bedre kjent med seg selv. Her kan ytre motivasjonsfaktorer spille inn, som karakterer og karriere, men også indre motivasjonsfaktorer som opplevelsen av læring i seg selv. Videre er det 11 elever som setter egen kunnskap på området i sammenheng med hels og sykdom. Dette blir gjerne sett i sammenheng med arvelige sykdommer, i forhold til seg selv, eller egne barn. Dette kan være et argument for å lære om gener og arv på et større detaljeringsnivå, men mange av uttalelsene kan ligne på de i gruppen som omhandler det å kjenne seg selv. Det er derfor nærliggende å tro at også disse elevene er tilfredse med en forståelse som ligger på det Hagman (2003) refererer til som makronivå. Det var også 20 elever som ikke svarte, eller svarte ”vet ikke”, på dette spørsmålet, og dette kan tolkes til at 20 elever ikke ser noen hensikt i å ha kunnskap om gener og arv, eller ikke vet hva de skal bruke kunnskapen til.

I spørsmål 27 ble elevene spurt om hva kunnskap om gener kan brukes til, og det var 74 elever som svarte på dette. Resultatene presentert i tabell 13, viser at den største delen av de som svarte, 53 elever, setter kunnskap om gener i sammenheng med samfunnsnytte. Flere av disse elevene viste til det at man for eksempel kan lage ”det perfekte mennesket”, drive forebyggende helsearbeid, kurere sykdommer, og foredle det genetiske materialet hos planter og dyr. 12 elever hadde fokus på at kunnskap om gener kunne brukes til å vite noe om seg selv, samt at de viste til arv.

Av spørsmål 20 og 27, ser man at over én tredel av elevene har en oppfatning av at de personlig trenger kunnskap om gener og arv kun for å kjenne seg selv bedre. Flere av de andre svarene omhandler også egen interesse og helse. Dette kan tyde på at elevene ikke ser noen grunn til å oppnå noen dypere forståelse av gener og arv. Over halvparten av elevene setter likevel kunnskap om gener generelt, i sammenheng med områder hvor det kan bidra til stor nytte for samfunnet. Sett i tilknytning til svarene på hvorfor elevene selv trenger kunnskap på området, er det tydelig at elevene ikke tillegger seg selv noen rolle i dette.

5.7 Kunnskapskilder og interesse

I spørsmål 7 ble elevene bedt om å velge den kilden de mente ga dem mest kunnskap om gener og arv. Som nevnt i resultatkapittelet, var det her flere av elevene som likevel krysset av for flere kilder, og alle er tatt med i resultatet presentert i diagram 2. Dette viser altså den prosentvise fordelingen av kilder til kunnskap om gener og arv. Av resultatene ser man at det som oppleves som den største kilden til kunnskap på området er skole, med en andel på over 40 %. Videre følger TV (19 %), internett (16 %) og familie (14 %) som de største kildene til kunnskap om gener og arv. Avis har fått bare 1 % av andelen kilder, selv om det var presisert i spørreskjemaet at dette også innebar nettaviser.

Dette viser at elevenes kunnskap i stor grad er avhengig av skole, og undervisning i emnet. Dette kommer kanskje ikke som noen overraskelse, da det er et krevende tema å sette seg inn i. Det som likevel kan være oppsiktsvekkende, er at nesten ingen har valgt å oppgi avis som kilde til kunnskap. Avisene inneholder ofte nyhetsoppslag som omhandler bioteknologi eller genteknologi, og derfor elementer som kan gi kunnskap om gener og arv. Kanskje er det også naturlig å se for seg at dette kunne inspirere til interesse for gener og arv. Resultatene fra dette spørsmålet tyder likevel på at slike nyhetsoppslag i avisene ikke når ut til elever i denne alderen.

Internett er oppgitt som kilde til kunnskap med en andel på 16 %, og siden dette ikke innebærer aviser på nett, kunne det være interessant å se nærmere på hvilke nettkilder elevene støtter seg til, eller finner interesse av å oppsøke. Her er det mulig at internett har fått en så stor andel fordi elevene ikke har skilt mellom nettaviser, og internettkilder for øvrig, selv om dette ble presisert under alternativet avis.

At TV bidrar med en andel på 19 % er kanskje ikke så oppsiktsvekkende, da man vet at barn og unge ser mye TV. Her er det jevnlig nyhetsoppslag som kan være en kilde til kunnskap, og med et økende antall kanaler finnes det mange alternativer for elevene. Kanskje ser disse elevene også dokumentarer som omhandler arbeid, eller kontroverser, i tilknytning til temaet. Man ser også at TV-serier kan bygge på ulike fagdisipliner som benytter kunnskap om gener og arv, og teknologi bak slik anvendelse er etter hvert blitt særlig fremtredende. Dette gjelder blant annet for noen av krimseriene, deriblant CSI, som flere av elevene viser til i andre spørsmål. Sett under ett er det likevel skole som er den største bidragsyteren til kunnskap om gener og arv.

På spørsmål 6, om hvordan elevene vurderer sin egen interesse for temaet gener og arv, viser resultatet at hoveddelen av elevene, 84 %, mener at de er nøytrale, eller litt interessert i temaet gener og arv. Dette innebærer at utgangspunktet for å kunne lære noe om temaet ikke er negativt. Altså kan det tyde på at elevene er åpne for å motta kunnskap på området, men også at de ikke uten videre sitter med en indre motivasjon for å gjøre det. Siden skole viser seg å være den største bidragsyteren til kunnskap om gener og arv, kan det se ut som om man i første omgang trenger å gjøre elevene mer nysgjerrige på temaet. Selv om undersøkelser viser til at elevene opplever temaet som vanskelig, kan resultatene presentert i diagram 1 tyde på at elevene i utgangspunktet ikke har en negativ holdning til det.

5.8 Elevenes forståelse av temaet gener og arv som helhet

Av de samlede resultatene fra denne undersøkelsen, ser man at elevene i hovedsak har en forståelse av arv på makronivå. Noen av elevene kan vise noe kunnskap på celle- og mikronivå, men det er lite som tyder på at denne kunnskapen er godt nok integrert til at den bidrar til en vitenskapelig forståelse av arv. Elevene ser også at både arv og miljø har innvirkning på mange av egenskapene hos mennesker. Elevenes utviklede forståelse på celle- og mikronivå kommer tydelig frem i elevenes svar under temaene gener, DNA, og kromosomer, og resultatene viser at elevenes forståelse av disse begrepene også er nært knyttet til forståelsen av arv.

De fleste elevene ser gener som passive partikler, og det Hagman (2003) viser til som første tankemodell for gener. Noen elever har også en begynnende forståelse som ligger i andre modell, hvor genene oppfattes som aktive, gjennom at de har bestemmende egenskaper. Elevene gjenkjenner av og til at den samme genetiske informasjonen er å finne i alle

celletyper, men kan i senere, lignende problemstillinger, vise stor forvirring. Det samme kommer frem i tilfeller hvor elevene skal ta stilling til dette i forhold til genetisk informasjon i DNA-molekyler. Elevene har en forståelse av at DNA-molekyler finnes i mennesket, og nesten tre firedeler har en oppfatning av at DNA-molekyler finnes i alle celletyper. De fleste elevene assosierer DNA til noe personlig og unikt, og til samfunnets bruk av det, og elevene evner ikke å gi noen vitenskapelig forklaring på hva DNA er. Elevene har noe kunnskap, men viser tydelig forvirring i sin bruk av den. DNA fremstår som mindre kjent for elevene, enn hva gener gjør. Som med elevenes forklaringer om, og assosiasjoner til gener, var også mange av elevenes forklaringer og ord omkring DNA knyttet til arv. Dette viser at også elevenes forståelse av DNA i hovedsak ligger på makronivå.

Elevene er usikre på relasjonen mellom DNA-molekyler og kromosomer. Elevene ser ut til å assosiere kromosomer til arv og sykdommer, syndrom eller mangler. Selv om mange elever assosierer DNA-molekyler til kromosomer, er elevene usikre på relasjonen mellom dem. Videre ser kromosomer ut til å være mer fremmed for elevene, enn hva arv, gener og DNA er, og nesten én tredel av elevene viser en oppfatning av at kromosomer bare finnes i kjønnsceller. Elevene viser svært lite kunnskap om kromosomer, og kunnskapen de har ser ut til å være løsrevet fra kromosomenes rolle i cellene. Elevene viser også forvirring i forbindelse med kromosomenes rolle ved celledeling. I den grad elevene viser forståelse av kromosomer, er denne på makronivå.

Svarene gitt på de ulike avkryssningsspørsmålene i spørreskjemaet, samt elevenes egne formuleringer, tyder på at elevene er usikre i sin bruk av de ulike begrepene knyttet til temaet. Om man betrakter begreper som grunnleggende enheter av kunnskap, slik Scott et al. (2007) viser til, innebærer dette at grunnlaget til elevenes forståelse av gener og arv er for ustabil. I tillegg kan det se ut som om elevene i liten grad knytter sin kunnskap om gener og arv opp i mot kunnskap om celler og celledeling. Denne undersøkelsen sier ikke noe om hva slags, eller hvor mye, kunnskap elevene har om celler og celledeling. Willams et al. (2012) viser i sine funn til at en styrking av elevenes kunnskaper om cellestrukturer, og prosesser, vil kunne ha positiv effekt på elevers kunnskapstilegnelse om genetisk arv. Kanskje kan det være tilfellet også her.

Kunnskapen elevene viser kan ses opp i mot det Scott et al. (2007) viser til som to nøkkelmetaforer for begrepslæring, ”*acquisition metaphor*” og ”*participation metaphor*”. ”*Participation*” vektlegger individets interesse for deltagelse i et samfunn eller fagfelt, i dette

tilfellet temaet gener og arv. ”*Acquisition*” viser til at den lærende gjør begreper til sine egne, og lagrer dem i hukommelsen fordi dette gir en kontroll over noe. Av resultatene i denne undersøkelsen er det vanskelig å se at elevenes kunnskap kan plasseres i noen av disse metaforene. I mange tilfeller viser elevene en slik forvirring i sitt forhold til, og bruk av begreper, at de ikke kan sies å ha noe særlig forhold til dem. Dette gjelder særlig for begreper som knyttes til celle- og mikronivå.

Det at elevene viser en forståelse for gener og arv som i hovedsak knyttes til makronivå, at de er tydelig forvirret i begrepsbruken, samt at bioteknologi og genteknologi fremstår som noe ukjent for dem, tyder på at begrepslæringen ikke kan knyttes til ”the participation metaphor”. Elevene viser ingen særlige tegn på at kunnskapen har gitt dem innpass til et vitenskapelig felt som omhandler gener og arv. Dette bekreftes av elevenes egne svar på spørsmål angående kunnskap om gener og arv. Resultatene viste at over en tredel av elevene har en oppfatning av at de personlig trenger kunnskap om gener og arv kun for å kjenne seg selv bedre. Over halvparten av elevene setter likevel kunnskap om gener i sammenheng med områder hvor det kan bidra til stor nytte for samfunnet, men sett i tilknytning til svarene på hvorfor elevene selv trenger kunnskap på området, er det tydelig at elevene ikke tillegger seg selv noen rolle i dette.

Kunnskapen elevene viser, samt den tydelige forvirringen i forhold til begreper knyttet til temaet, kan tyde på at de har hatt en overfladisk læringsstrategi (Bjørke & Øysæd, 2011). Dette kan i så fall knytte elevenes tilnærminger til begrepslæring i temaet til ”the acquisition metaphor”. Elevene kan ha hatt et ønske om å mestre begreper og kunnskapen for å oppnå noe, og det er nærliggende å tro at dette er et godt resultat på en prøve i temaet. Dette har medført at kunnskapen ikke er godt nok integrert til at de mestrer å bruke den i nye situasjoner, og mye kan også være glemt.

Carver et al. (2010) har sett på medias bruk av begrepet gen, fordi de mener at ingen andre vitenskapelige konsepter er mer grunnleggende for forståelsen av biologisk vitenskap, og at media har stått innflytelse på vår oppfatning av begrepet. De viser til at en bevisstgjøring av ulike gen-rammer vil være fruktbar for elevens tolkning av tekster som omhandler gener. Resultatene på spørsmålet om hvor elevene opplever at de får mest kunnskap om gener og arv, viser at bøker, TV, internett og aviser, samlet står for 39 % av kunnskapskildene. Om man utelukker TV, står tekst uten tilknytning til levende bilde for 20 % (gitt at elevene ikke ser filmer på internett). Om bidraget av kunnskap om gener og arv fra disse mediene dermed

kan sies å være lav, eller ikke, kan vanskelig vurderes. Det kan likevel tenkes at denne andelen ville vært høyere om elevene hadde hatt en bedre forståelse for gener og arv i utgangspunktet. Kanskje forholder ikke elevene seg til nyheter i form av tekst, i den grad de kunne ha gjort, fordi de har en for dårlig utviklet begrepsforståelse på området. Er innholdet i en tekst utilgjengelig for leseren på grunn av en dårlig utviklet begrepsforståelse, vil teksten neppe vekke interesse hos leseren. Carver et al. (2010) sin tilnærming til genbegrepet ble gjennomført på videregående, og kan derfor likevel være hensiktsmessig. Kanskje kunne dette vært en nyttig innfallsvinkel til temaet også i grunnskolen, da det kunne inspirert til videre lesning om temaet. Det kunne også ha fremhevet hvor dagsaktuelt kunnskap om gener og arv er, samt bidratt til en bevisstgjøring av medias bruk av begrepet gen slik det opprinnelig var tenkt.

Elevenes svar i forhold til interesse for temaet viser at 84 % mener at de er nøytrale, eller litt interessert i temaet gener og arv. Ser man dette som et utgangspunkt for undervisning og læring om gener og arv, tilsier det at mulighetene er mange til å vekke, eller videreutvikle elevenes interesse for temaet. Videre ser man at elevene oppgir skole som den største enkeltstående kilden til kunnskap i temaet. Dette fremhever den viktige rollen skolen har ovenfor befolkningen, når det kommer til formidling av kunnskap på dette området. Denne rollen kan knyttes opp i mot det Sjøberg (2009) viser til som demokratiargumentet for en legitimering av naturfagets plass i skolen. Gjennom naturfag skal elevene oppnå nok kompetanse om gener og arv til å kunne ta selvstendige og opplyste valg, både i forhold til sitt eget liv, og i forhold til demokratiske avgjørelser. Slik resultatene viser i denne undersøkelsen er nok ikke dette tilfellet.

Befolkningen får stadig flere tilbud som krever et visst nivå av kunnskap om gener og arv for å kunne ta stilling til dem, dette viser for eksempel Dagbladets annonse den 23. februar i år. Lewis og Wood-Robinson (2000) viser til to punkter som vekker særlig bekymring i forhold til det økende antallet av tilbud om gentester. Dette er hvorvidt samtykke til slike tester er informert, og hvorvidt folk har grunnlag for å kunne tolke utfallene og implikasjonene av dem. Tar man utgangspunkt i hoveddelen av elevenes oppfatninger, som sier at man trenger kunnskap om gener og arv for å kjenne seg selv, kan det godt være at mange av disse elevene vil vurdere en slik test til å være noe de trenger, eller kan få bruk for. På bakgrunn av kunnskapen elevene har om gener og arv, som har vist seg å være på makronivå, er det lite som tilsier at de har forutsetning for å kunne vurdere nødvendigheten og nytten av en slik test, og langt mindre utfallene og implikasjonene.

I læreplaneverket for kunnskapsløftet står det at ”*Opplæringen skal gi god allmenndannelse.*” (Kunnskapsdepartementet, 2006:14). Slik Sjøberg (2009) viser til, innebærer dette at elevene får en opplæring som gir dem evne til å opptre selvstendige i forhold til egne liv og avgjørelser. Elevene skal etter endt opplæring ikke kunne manipuleres, da de skal ha oppnådd kunnskaper og ferdigheter nok til at dette kan unngås. Ser man på den kunnskapen elevene viser om gener og arv i denne undersøkelsen kan det se ut som om læreplanen ikke strekker til på dette området. I følge læreplanens kompetansemål skal elevene blant annet kunne *beskrive* oppbygningen av dyre- og planteceller, *gjøre greie for* celledeling, genetisk variasjon og arv, og *forklare* hovedtrekkene i evolusjonsteorien og bakgrunnen for denne. Å beskrive noe kan tolkes til å falle inn under Bloom`s første, og enkleste nivå av kunnskap, da dette innebærer deklarativ kunnskap (Bjørke & Øysæd, 2011). Å gjøre greie for noe, og å kunne forklare, krever et høyere nivå av kunnskap og kan derfor sies å høre til under Bloom`s andre nivå hvor man finner forståelse (ibid.). Dette bringer likevel ikke elevene til en form for allmenndannelse som gjør dem selvstendige nok til å ta avgjørelser i spørsmål tilknyttet temaet gener og arv, og man må derfor anta at de kan bli manipulert til å ta avgjørelser både på vegne av seg selv og samfunnet. Slik står ikke kompetansemålene i tilknytning til temaet gener og arv i samsvar med opplæringens ideal, og uttrykte mål, om det allmenndannede menneske.

5.9 Vurdering av oppgavens kvalitet

Det er flere faktorer ved et spørreskjema som kan ha innvirkning på datamaterialet man henter inn. I denne oppgaven ble det valgt å bruke et semistrukturert spørreskjema, med de styrker og svakheter dette kan innebære. Et semistrukturert spørreskjema kan styrke datamaterialet. Dette fordi de åpne spørsmålene kan fange opp informasjon de lukkede ikke gir, og som i dette tilfellet, kan være vesentlig i forhold til å belyse elevenes forståelse av gener og arv. Det er likevel en del faktorer i dette spørreskjemaet som kan ha påvirket datamaterialet. Dette kan være spørreskjemaets størrelse, at elevene har opplevd spørsmålsformuleringene som vanskelige, og at det ikke er med et alternativ der de kan svare ”vet ikke” i de lukkede spørsmålene.

Spørreskjemaet inneholder 41 spørsmål, og dette kan føre til at noen elever trøttes ut underveis og ikke svarer like konsentrert på siste del av skjemaet. Det ble prøvd å ta hensyn til dette ved å begynne skjemaet med det som ble regnet som enkle spørsmål, og i tillegg ble

noen av de åpne spørsmålene plassert slik at elevene skulle oppleve en viss variasjon. Spørreskjemaet ble trykt på begge sider slik at det ikke skulle fremstå som tykt, og dermed ikke gi elevene inntrykk av at det var mye arbeid. Etter pilottesten, som tok 20-25 minutter, ble spørreskjemaet vurdert til ikke å være for stort, da elever i videregående skole bør kunne holde konsentrasjonen i en hel undervisningsøkt på 45 minutter. Måten datainnsamlingen ble gjennomført på var en styrke for undersøkelsen, da dette ble gjort ved personlig oppmøte i alle de ulike gruppene. Oppgaven ble presentert av forskeren, spørreundersøkelsen gjennomført og datamaterialet innsamlet i samme økt. Dette har nok hatt mye å si for at svarprosenten er på 100 %, og at alle elevene fullførte hele spørreskjemaet.

Vedrørende utformingen av spørsmålene er det i denne undersøkelsen en styrke at spørsmålene med forhåndsoppgitte svaralternativer allerede er benyttet i andre prosjekter. 18 spørsmål er hentet hos AAAS¹⁶ fra *Prosjekt 2061* (AAAS, 2012), hvor spørsmålene er utviklet og testet over en periode på 10 år. Oversettelsesprosessen kan likevel ha bidratt til å svekke dette grunnlaget. Videre kan spørsmålsformuleringene oppleves som vanskelige for elevene. Dette ble det derfor spurt om på pilottesten, men elevene svarte at de forsto spørsmålene, og disse ble derfor ikke endret. Temaet tilsier også at man ikke kan unngå å bruke en del begreper, som av resultatene i undersøkelsen, tydelig kan være vanskelige for elevene. Dette er en faktor som kan ha påvirket resultatene. Et eksempel på dette er formuleringen i spørsmål 40: *Kjønnceller (sædceller eller eggceller) i mus inneholder 20 kromosomer. Hvor mange kromosomer inneholder den befruktede eggcellen hos en mus?* Spørsmålet viser at det kan være mange begreper for elevene å tolke og holde rede på. Her må elevene forholde seg til begrepene kjønnceller, sædceller, eggceller, kromosomer, og befruktede. Begrepene skal gis et meningsinnhold, spørsmålet skal tolkes, og deretter skal eleven prøve å dra logiske slutninger på bakgrunn av kunnskap de har fra før. Dette er en omfattende prosess, og i tillegg kan svaralternativene på flere av spørsmålene inneholde mye tekst. Her er det en styrke for undersøkelsen at det kun er tatt med besvarelser fra elever som har norsk som morsmål. At det ikke er tatt høyde for svake lesere, kan likevel ha påvirket resultatene, men i følge Ravlo (2010) kan lukkede spørsmål i gjennomsnitt gi elevene en fordel i forhold til prestasjoner i tester i naturfag. Størst utbytte ble funnet hos elever som ble regnet som svake i faget.

I dette spørreskjemaet får ikke respondentene mulighet til å svare ”vet ikke” på de lukkede spørsmålene. Johannessen et al. (2010) viser til at det er en pågående diskusjon blant

¹⁶ AAAS: American Association for the Advancement of Science.

eksperter hvorvidt respondentene skal få mulighet til dette. Det vises også til at det i norsk litteratur anbefales å gi respondentene denne muligheten i tilfeller der det kan tenkes at de ikke klarer å svare. Det påpekes at svar som ”vet ikke”, ”har ingen mening”, eller ”ikke aktuelt å svare”, kan bidra med informasjon til undersøkelsen, fordi det sier noe om hvorfor respondentene ikke svarer. ”Har ingen mening” er mest aktuelt i holdningsspørsmål, og gjelder derfor ikke i særlig grad for denne undersøkelsen. I dette spørreskjemaet ble ikke alternativet ”vet ikke” tatt med, da spørsmålene var ferdig utviklet og testet uten dette alternativet. Hadde man tatt det med, hadde muligheten for sammenligning med andre undersøkelser falt bort. Det kan også være mulighet for at mange av respondentene hadde valgt dette alternativet fremfor å prøve å resonere seg frem til riktig svar, da mange elever kan være usikre på egen kunnskap i forhold til temaet gener og arv. Dette ble tatt med i vurderingene da elevene ikke har hatt undervisning i emnet siden 10. trinn. Det at ”vet ikke” ikke er et alternativ gjør at man må ta høyde for at mange elever, på flere av spørsmålene, kan ha foretatt rene gjetninger. Når det gjelder de åpne spørsmålene ble elevene oppfordret til å skrive *noe*, selv om de var usikre på om det de skrev var riktig. Av elevenes besvarelser kan det se ut som om de har tatt denne oppfordringen seriøst, og dette kan ha tilført undersøkelsen mer informasjon, enn om elevene hadde latt spørsmål de var usikre på stått åpne. Størrelsen på spørreskjemaet kan likevel ha virket negativt på elevenes motivasjon til å gi fylldige svar.

De forhold som diskuteres ovenfor omhandler undersøkelsens reliabilitet. Dette er et sentralt spørsmål i forhold til kvantitativ forskning er spørsmålet om reliabilitet. For kvalitativ forskning kan dette argumenteres for ikke å være et hensiktsmessig spørsmål (Hjerm & Lindgren, 2011), men kravet til pålitelighet er like gjeldende. Det er tidligere argumentert for at denne undersøkelsens forskningsdesign faller inn under ”mixed method”, og dette gjør at spørsmålet om reliabilitet gjelder for store deler av undersøkelsen, men at det ikke er direkte anvendbart i alle sammenhenger. Spørsmålet om reliabilitet kan problematiseres blant annet i forhold til kategoriseringen av besvarelsene på de åpne spørsmålene. Det er ikke sikkert at man ville funnet de eksakt samme kategoriene om man hadde gjennomført undersøkelsen flere ganger. Men reliabiliteten i de åpne spørsmålene er forsøkt ivaretatt, både i forhold til innsamling og bearbeiding. Når det gjelder datamaterialet fra de lukkede spørsmålene vil disse lettere kunne testes ved en eventuell retest.

I denne undersøkelsen har holdningen til forskningsprosessen vært av induktiv karakter (Sjøberg, 2009), i den grad at elevenes besvarelser på flere konkrete spørsmål er prøvd overført til et helhetlig bilde av deres forståelse for et tema. Dette kan av noen i seg selv

påpekes som en svakhet ved arbeidet, slik det vises til hos Sjøberg (2009): ”*Selv om premissene er sanne, er det ingen logisk garanti for at konklusjonen er sann*” (Sjøberg, 2009:217).

Størrelsen på spørreskjemaet førte til et datamateriale av relativt stort omfang. Dette, samt at sammenligningsgrunnlaget til andre forskningsprosjekter i de fleste lukkede spørsmålene ble forringet, fordi de opprinnelig var på engelsk, gjorde at ulike data i stedet ble analysert opp mot hverandre for å styrke oppgavens begrepsvaliditet. Slik det vises til hos Johannessen et al. (2010) dreier det seg om ”(*...*) *hvorvidt det er samsvar mellom det generelle fenomenet som skal undersøkes, og målingen/operasjonaliseringen.*” (Johannessen, et al., 2010:71).

Resultatene i denne undersøkelsen skal i utgangspunktet ikke påvirkes om man gjennomfører den etter samme kriterier ved en senere anledning. Videre skal undersøkelsen kunne gjennomføres med samme resultat også i andre land og kulturer, noe som tilsier at den ytre validiteten kan vurderes til å være god (Johannessen, et al., 2010). Selv om en proporsjonal stratifisering ble etterstrebet, ble ikke disse kriteriene bare tilnærmet oppfylt. I tillegg er besvarelsene til flerspråklige elever silt ut, og dette bidrar til å svekke den statistiske validiteten (ibid.). Selv om utvalget hadde vært representativt for elevmassen på nasjonalt nivå, er ikke utvalget stort nok til at resultatene kan generaliseres.

For behandlingen av datamaterialet ble det valgt å bruke SPSS som kan bidra med omfattende beregninger. Det ble valgt å benytte enkle beregninger i analysen, da størrelsene på de ulike strataene ble små. En analyse basert på kjønn, eller studieretning, kunne vært interessant, men ble i denne forbindelse vurdert til å være lite hensiktsmessig. Undersøkelsen er liten i utgangspunktet, og dette ville i enda større grad ha svekket validiteten. Selv om SPSS ikke ble brukt til å utføre større beregninger er det et godt verktøy i presentasjonene av resultatene, og det lettet arbeidet med behandlingen av besvarelsene.

6 Konklusjon

For å kunne besvare problemstillingen på en hensiktsmessig måte er det i denne oppgaven tatt utgangspunkt i følgende forskerspørsmål:

1. Hvilket nivå av forståelse har elevene for temaet gener og arv?
2. Ser elevene sammenhengene mellom arv, gener, DNA og kromosomer?
3. Ser elevene hvorfor man trenger kunnskap om gener og arv?

Av de samlede resultatene fra denne undersøkelsen, ser man at de fleste elevene ser gener som passive partikler, noe Hagman (2003) viser til som første tankemodell for gener. Noen elever har også en begynnende forståelse som ligger i andre modell, hvor genene oppfattes som aktive, gjennom at de har bestemmende egenskaper. Elevene har i hovedsak en forståelse av arv på makronivå. Noen av elevene kan vise noe kunnskap på celle- og mikronivå, men det er lite som tyder på at denne kunnskapen er godt nok integrert til at den bidrar til en vitenskapelig forståelse av arv.

Elevene har en forståelse av gener, DNA og kromosomer som er nært knyttet til den forståelsen de har av arv, og de kan derfor sies å være klar over at dette er nært knyttet til hverandre. Elevenes svar under temaene gener, DNA og kromosomer viser en uutviklet forståelse av arv på celle- og mikronivå. Svarene gitt på de ulike avkryssningsspørsmålene i spørreskjemaet, samt elevenes egne formuleringer, tyder på at elevene er usikre i sin bruk av de ulike begrepene knyttet til temaet. Elevene har noe kunnskap om de enkelte begrepene, men de viser ikke at de er i stand til å sette dette i sammenheng slik at de kan gi en vitenskapelig forklaring på strukturer og prosesser involvert ved arv. Elevene fremstår som mest usikre i forhold til kromosomer og deres rolle i cellene, deretter følger DNA. Elevene er også usikre på relasjonen mellom DNA-molekyler og kromosomer.

Elevene har en oppfatning av at de personlig trenger kunnskap om gener og arv for å kjenne seg selv bedre, for å stimulere egen interesse, eller med hensyn til egen, eller eventuelle barns, helse. Over halvparten av elevene setter likevel kunnskap om gener i sammenheng med områder hvor det kan bidra til stor nytte for samfunnet. Sett i tilknytning til svarene på hvorfor elevene selv trenger kunnskap på området, er det tydelig at elevene ikke tillegger seg selv noen rolle i dette.

Utgangspunktet for denne masteroppgaven var følgende problemstilling:

Hvilken forståelse av gener og arv har elever etter grunnskolen?

Av svarene på forskerspørsmålene ser man at elevene i denne undersøkelsen har en forståelse av arv som ligger på makronivå, og at de har en utviklet forståelse av arv på celle- og mikronivå. Elevene ser i hovedsak gener som passive partikler, men med en begynnende forståelse av at de har bestemmende egenskaper. Elevenes kunnskap om begreper tilknyttet temaet ser ut til å være løsrevet fra sammenhengen, og bidrar dermed ikke til å øke den vitenskaplige forståelsen av arv.

I forhold til skolens overordnede mål om det allmenndannede mennesket, skal elevene etter endt opplæring ikke kunne manipuleres, da de skal ha oppnådd kunnskaper og ferdigheter nok til at dette kan unngås. Dette betyr at naturfaget skal gi elevene nok kompetanse om gener og arv til å kunne ta selvstendige og opplyste valg, både i forhold til sitt eget liv og i forhold til deltagelse i demokratiske avgjørelser. Forståelsen elevene viser i denne undersøkelsen er for overfladisk og fragmentert i forhold til at de skal kunne opptre selvstendige og ikke la seg manipulere.

Videre forskning på elevenes forståelse av gener og arv kan med fordel ta utgangspunkt i kompetansemålene i læreplanverket, for å se nærmere på hvilken kompetanse det egentlig legges opp til at elevene skal oppnå. Man kan spørre seg om kompetansemålene er i samsvar med de utfordringene elevene står ovenfor i møte med samfunnet.

Det kunne også vært interessant å studere om elevenes overfladiske forståelse skyldes fragmentert undervisning, og om dette fratru elevene muligheten til å få en forståelse for sammenhengene i strukturer og prosesser i tilknytning til arv.

Å gå enda tettere på elevenes forståelse med en ren kvalitativ tilnærming til forståelsen deres i dette temaet, kan bidra til ytterligere innsikt. Bruk av intervju for virkelig å gå i dybden på elevenes forståelse vil kanskje kunne gi enda mer detaljert innsikt i dette problemområdet, og gi nyttig informasjon for undervisning i temaet.

7. Litteraturliste

- AAAS. (2012). Projekt 2061 Retrieved 07.03, 2012, from <http://assessment.aaas.org/pages/home>
- Bjørke, S., & Øysæd, H. (2011). Bloom's taksonomi. *Studiestrategi og studieteknikk* Retrieved 28.04, from <http://grimstad.hia.no/puls/strategi/kun05/02kun05.htm>
- Carver, R., & Breivik, J. (2010). Mediaanalyse i biologitimen Retrieved 13.08, 2010, from <http://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=1333994>
- Carver, R., Waldahl, R., & Breivik, J. (2008). Frame that gene. *EMBO reports*, 9, 943-947.
- Creswell, J. W. (2009). *Research design. Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. (3 ed.): SAGE Publications, Inc.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.
- Ervik, H. (2009). *Bioteknologi i videregående skole. Hva påvirker elevers kunnskap og holdninger?* Masteroppgave, Høgskolen i Telemark.
- Hagman, M. (2003). Genetik. *PROSJEKT NORDLAB-SE* Retrieved 23.03.2012, 2012, from <http://na-serv.did.gu.se/NORDLAB/se/trialse/pdf/bi4.pdf>
- Hansen, A., & Tvedten, H. (2012, 01.03.2012). Advarer foreldre mot gentesting av barn, *Dagbladet*. Retrieved from <http://www.dagbladet.no/2012/03/01/nyheter/innenriks/gener/dna/forskning/20458022/>
- Haugen, O. E., & Thomassen, E. (1990). *Den Filologiske vitenskap*. Oslo: Solum forlag.
- Helsedirektoratet. (2011). *Evaluering av bioteknologiloven* Oslo: Avdeling bioteknologi og helserett.
- Hill, R., Stanisstreet, M., & Boyes, E. (2000). What ideas do students associate with `biotechnology` and `genetic engineering`? *School Science Review.*, 81(297), 77-83.
- Hjerm, M., & Lindgren, S. (2011). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig analyse*. (1 ed. Vol. 1). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Høigård, A. (2006). *Barns språkutvikling. Muntlig og skriftlig*. (2 ed.). Oslo: Univeristetsforlaget AS.
- Imsen, G. (2006). *Lærerens verden. Innføring i generell didaktikk*. (3 ed.). Oslo: Universitetsforlaget AS.
- Johannessen, A., Tufte, P., & Cristoffersen, L. (2010). *Introduksjon til Samfunnsvitenskapelig metode* (4 ed.). Oslo: Abstrakt forlag AS.

- Kolstø, S. D. (2006). Et allmenndannende naturfag. Fagets betydning for demokratisk deltakelse. *NorDiNa, Nordic Studies in Science Education*, 5, 82-99.
- Krogh, T., Theil, R., Iversen, I., Reinton, R. E., & Egeland, T. (1998). *Historie, forståelse og fortolkning : innføring i de historisk-filosofiske fags fremvekst og arbeidsmåter* (2 ed.). Oslo: Ad notam Gyldendal.
- Kunnskapsdepartementet. (2006). *Læreplanverket for kunnskapsløftet*. Oslo: Utdanningsdirektoratet.
- Lewis, J., & Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance- do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22(2), 177-195.
- Lyngsnes, K., & Rismark, M. (1999). *Didaktisk arbeid* (1 ed.). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Maagerø, E. (2007). Finnes det et naturfaglig språk? Om noen typiske trekk ved pedagogiske tekster i naturfag. In S. Knudsen, D. Skjelbred & B. Aamotsbakken (Eds.), *Tekst i vekst. Teoretiske, historiske og analytiske perspektiver på pedagogiske tekster*. (1 ed.). Oslo: NOVUS FORLAG.
- Mikkelsen, T. R. (2004). *Bioteknologi* (1 ed. Vol. 3). Århus: Nucleus
- Novak, J. (2002). Meaningful Learning: The Essential Factor for Conceptual Change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies Leading to Empowerment of Learners. *Science Education*, 86(4), 548-568.
- Ravlo, G. (2010). *Hvilken sammenheng er det mellom elevers prestasjoner på en test i naturfag og formatet til oppgavene?* Masteroppgave, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim.
- Scott, P., Asoko, H., & Leach, J. (2007). Student conceptions and conceptual learning in science. In S. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*: Erlbaum Publishers.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse: en kritisk fagdidaktikk* (3 ed.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Snl. (2012). Forståelse. *Store norske leksikon* Retrieved 07.03 2012, from http://snl.no/forståelse/psykologi,_filosofi,_pedagogikk
- TIMSS. (2012). Frigitte oppgaver. *TIMSS Norge* Retrieved 07.03, 2012, from http://www.timss.no/timss05_frigitte.html

- Utdanningsdirektoratet. (2011). Skoleporten, skolefakta Retrieved 23.11, 2011, from <http://skoleporten.udir.no/rapportvisning.aspx?enhetsid=00&vurderingsomrade=fed86d60-df13-45c8-a544-457b84fc8216&skoletype=1>
- Williams, M., Debarger, A., Montgomery, B., Zhou, X., & Tate, E. (2012). Exploring Middle School Students' Conceptions of the Relationship Between Genetic Inheritance and Cell Division. *Science Education*, 96(1), 78-103.
- Wood-Robinson, C., Lewis, J., Leach, J., & Driver, R. (1998). *What - Why - How?*
- Research in Didaktik of Biology* Paper presented at the Proceedings of the 1st Conference of European Researchers in Didaktik of Biology (ERIDOB).

8. Vedlegg

Vedlegg 1: Spørreskjema

Følgende vedlegg er på CD-rom:

Vedlegg 2: Elevenes svar på: Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet arv.

Vedlegg 3: Elevenes svar på: Hvordan arves egenskaper?

Vedlegg 4: Elevenes svar på: Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet gen.

Vedlegg 5: Elevenes svar på: Hva er et gen?

Vedlegg 6: Elevenes svar på: Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet DNA.

Vedlegg 7: Elevenes svar på: Hva er DNA?

Vedlegg 8: Elevenes valgte svaralternativer på spørsmål 32, med tilhørende forklaringer.

Vedlegg 9: Elevenes svar på: Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet kromosom.

Vedlegg 10: Elevenes svar på: Hva er et kromosom?

Vedlegg 11: Elevenes svar på: Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet genteknologi.

Vedlegg 12: Elevenes svar på: Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet bioteknologi.

Vedlegg 13: Elevenes svar på: Hvorfor trenger du å ha kunnskap om gener og arv?

Vedlegg 14: Elevenes svar på: Hva kan kunnskap om gener brukes til?

Vedlegg 15: Datamateriale, SPSS-fil.

Vedlegg 16: Datamateriale, kilder til kunnskap, SPSS-fil

VEDLEGG 1: Spørreskjema

Spørreskjema.

Spørreskjemaet er en del av et forskningsarbeid i forbindelse med en mastergradsoppgave i naturfagdidaktikk ved NTNU. Hensikten med arbeidet er å finne ut om elevers forståelse av temaet gener og arv etter grunnskolen. Besvarelsen vil være anonym.

På noen av spørsmålene må man formulere svarene selv, her er det ønskelig at du svarer noe, selv om du er usikker. Skriv det du tenker, eller forklar hvorfor du ikke kan svare.

På forhånd takk for hjelpen.

1) Er du jente eller gutt?

Jente

Gutt

2) Hvilken studieretning tar du?

Yrkesfaglig

Studieforberedende

3) Er norsk ditt morsmål?

Ja

Nei

4) Har du hatt undervisning i temaet gener på vg 1?

Ja

Nei

5) Har du hatt undervisning i temaet arv på vg 1?

Ja

Nei

6) Synes du at temaet gener og arv er interessant?

Sett kryss for hvor interessant du synes det er på en skala fra 1 til 5, der 1 tilsvarer helt uinteressant og 5 er veldig interessant:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7) Hvor opplever du at du får mest kunnskap om gener og arv?

(Sett bare ett kryss.)

Skole	<input type="checkbox"/>
Bøker	<input type="checkbox"/>
TV	<input type="checkbox"/>
Aviser	
(Her teller både papirutgaver og aviser på internett)	<input type="checkbox"/>
Tidsskrift	<input type="checkbox"/>
Internett	<input type="checkbox"/>
Venner	<input type="checkbox"/>
Familie	<input type="checkbox"/>

8) Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet arv:

9) Hvordan arves egenskaper?

10) Øyefarge hos barn ligner ofte på øyefargen til foreldrene. Hvilken av følgende er genetisk overført fra foreldre til barn?

(Sett ring rundt riktig svar.)

- A. Partikler av farge er gått fra foreldre til barn.
- B. Celler som blir den fargede delen av øyet er overført fra foreldre til barn.
- C. Molekyler som inneholder den informasjonen som avgjør øyefargen er overført fra foreldre til barn.
- D. Ingenting som har noe å gjøre med øyefarge overføres fra foreldre til barn.

<http://assessment.aaas.org/items/RH025002#/0>

11) En gutt kan arve egenskaper

(Sett ring rundt riktig svar.)

- A. Bare fra faren sin
- B. Bare fra moren sin
- C. Fra både faren og moren sin
- D. Fra enten faren eller moren, men ikke fra begge

(TIMSS: S012026)

12) En katt kommer i en slåsskamp, og spissen av begge ørene blir revet av. Hvis katten får kattunger senere, hvordan vil dette påvirke formen på kattungenes ører?

(Sett ring rundt riktig svar.)

- A. Alle kattungenes ører vil mangle spissen.
- B. Noen av kattungenes ører vil mangle spissen.
- C. Alle kattungenes ører vil være litt mindre.
- D. Det vil ikke ha innvirkning på ørene til noen av kattungene.

<http://assessment.aaas.org/items/RH059001#/0>

13) Arveegenskaper overføres fra generasjon til generasjon

(Sett ring rundt riktig svar.)

- A. Både gjennom sædcellen og eggcellen.
- B. Bare gjennom sædcellen.
- C. Bare gjennom eggcellen.
- D. Gjennom testiklene.

(TIMSS: S012039)

14) Hvilke typer molekyler inneholder genetisk informasjon som sendes fra foreldre til avkom?

(Sett ring rundt riktig svar.)

- A. Fettmolekyler
- B. DNA-molekyler
- C. Proteinmolekyler
- D. Karbohydratmolekyler

<http://assessment.aaas.org/items/RH001001#/0>

15) Hvilken av disse metodene er best egnet til å avgjøre om to personer er i slekt?

(Sett ring rundt riktig svar.)

- A. Sammenligne blodtypen deres.
- B. Sammenligne håndskriften deres.
- C. Sammenligne genene deres.
- D. Sammenligne fingeravtrykkene deres.

(TIMSS: S032035)

16) Hvilket av følgende utsagn er SANT om DNA-funnet i celler hos barn?

(Sett ring rundt riktig svar.)

- A. All DNA i cellene til barn inneholder genetisk informasjon fra bare én av foreldrene.
- B. Halvparten av DNA i cellene til barn inneholder genetisk informasjon fra den ene av foreldrene, og halvparten av DNA inneholder genetisk informasjon fra den andre av foreldrene.
- C. Noe av DNA i cellene til barn inneholder genetisk informasjon fra hver av foreldrene. Hvor mye av DNA som inneholder informasjon fra hver av foreldrene kan man ikke vite på forhånd.
- D. Mesteparten av DNA i cellene til sønnene inneholder genetisk informasjon fra far, og det meste av DNA i cellene til døtrene inneholder genetisk informasjon fra moren.

<http://assessment.aaas.org/items/RH058001#/0>

17) Det er en stor diskusjon i media og blant forskere, om i hvor stor grad vi er påvirket av arv, miljø eller begge deler. Hva mener du har innvirkning i disse tilfellene?:

(Kryss av, ett kryss for hver linje.)

	Arv	Miljø	Begge deler
God i matematikk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lengde på foten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Øyenfarge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dialekt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hårfarge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Musikalske evner	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

.....

18) Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet *genteknologi*:

19) Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet *bioteknologi*:

.....

20) Hvorfor trenger du å ha kunnskap om gener og arv?

21) Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet *gen*:

22) Genetisk informasjon påvirker øyefarge. Hvor i kroppen finner vi denne genetiske informasjonen?

(Sett ring rundt riktig svar.)

- A. I cellene i øyet, men ikke i noen annen slags celler i kroppen
- B. I cellene i hjernen, men ikke i noen annen slags celler i kroppen
- C. I cellene i øyet og cellene i hjernen, men ikke i noen annen slags celler i kroppen
- D. I alle de ulike typer celler i kroppen

<http://assessment.aaas.org/items/RH012001#/0>

23) Hvilket av følgende utsagn er sant om hjerneceller, hudceller, og genetisk informasjon i et menneske?

(Sett ring rundt riktig svar.)

- A. Hjernens celler inneholder genetisk informasjon, men hudceller gjør det ikke.
- B. Hudceller inneholder genetisk informasjon, men hjernens celler gjør det ikke.
- C. Hjerneceller og hudceller inneholder samme genetiske informasjon.
- D. Hjerneceller og hudceller inneholder ulike genetiske opplysninger.

<http://assessment.aaas.org/items/RH011002#/0>

24) Hvilket av følgende utsagn er sant om den genetiske informasjonen i cellene i blad og cellene i blomster av samme plante?

(Sett ring rundt riktig svar.)

- A. Cellene i plantens blad og blomster inneholder den samme genetiske informasjonen.
- B. Cellene i plantens blad og blomster inneholder forskjellig genetisk informasjon.
- C. Cellene i plantens blad inneholder genetisk informasjon, men cellene i blomstene gjør det ikke.
- D. Hverken cellene i plantens blad eller cellene i plantens blomster inneholder genetisk informasjon.

<http://assessment.aaas.org/items/RH036004#/0>

25) Hvilke av følgende inneholder genetisk informasjon?

(Sett ring rundt riktig svar.)

- A. Kromosomer og DNA-molekyler
- B. Kromosomer men ikke DNA-molekyler
- C. DNA-molekyler, men ikke kromosomer
- D. Hverken kromosomer eller DNA-molekyler

<http://assessment.aaas.org/items/RH026004#/0>

26) Hva er et gen?

27) Hva kan kunnskap om gener brukes til?



28) Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet DNA:

29) Mennesker, sommerfugler og trær er alle levende ting. I hvilke av disse organismene vil du finne DNA-molekyler?

(Sett ring rundt riktig svar.)

- A. Bare i mennesker
- B. Bare i mennesker og sommerfugler
- C. Hos mennesker, sommerfugler og trær
- D. I ingen av disse organismene

<http://assessment.aaas.org/items/RH046001#/0>

30) Hva er DNA?

31) Hvor finner man DNA molekylene i et dyrs kropp?

(Sett ring rundt riktig svar.)

- A. Inne i alle typer celler i et dyrs kropp
- B. Inne i et dyrs kropp, men ikke inne i noen celler i et dyrs kropp
- C. Inne i sædceller og eggceller, men ikke inne i noen andre typer celler i et dyrs kropp
- D. Inne i blodceller, men ikke inne i noen andre typer celler i et dyrs kropp

<http://assessment.aaas.org/items/RH003001#/0>

32) Hvilke av de følgende kan bli påvirket av informasjonen i DNA-molekylene hos en organisme, for eksempel en fugl?

(Sett ring rundt riktig svar.)

- A. Både fuglens evner, utseende og oppførsel
- B. Fuglens evner og utseende, men ikke dens oppførsel
- C. Fuglens oppførsel, men ikke dens evner og utseende
- D. Hverken fuglens evner og utseende, eller dens oppførsel

<http://assessment.aaas.org/items/RH024005#/0>

Hvorfor mener du at dette er riktig svaralternativ (i spørsmål 32):

33) DNA-molekyler i hudcellene inneholder informasjon om hvilke av følgende?

(Sett ring rundt riktig svar.)

- A. Øyefarge og hudfarge
- B. Øyefarge, men ikke hudfarge
- C. Hudfarge, men ikke øyefarge
- D. Hverken øyefarge eller hudfarge

<http://assessment.aaas.org/items/RH018003#/0>

34) Hvilket av følgende utsagn er sant om hjerneceller, hudceller, og DNA-molekyler i et menneske?

(Sett ring rundt riktig svar.)

- A. Hjernecellene inneholder DNA molekyler, men ikke hudcellene.
- B. Hudceller inneholder DNA molekyler, men ikke hjernecellene.
- C. Både hjerneceller og hudceller inneholder DNA molekyler, og deres DNA-molekyler inneholder samme genetiske informasjon.
- D. Både hjerneceller og hudceller inneholder DNA-molekyler, men deres DNA-molekyler inneholder forskjellig genetisk informasjon.

<http://assessment.aaas.org/items/RH011001#/0>

35) Hvilke av de følgende beskriver forholdet mellom kromosomer og DNA-molekyler?

(Sett ring rundt riktig svar.)

- A. Hvert kromosom består av ett enkelt DNA molekyl.
- B. Hvert kromosom består av mer enn ett DNA-molekyl.
- C. Hvert DNA-molekyl består av mer enn ett kromosom.
- D. Det er ingen sammenheng mellom kromosomer og DNA-molekyler.

<http://assessment.aaas.org/items/RH041001#/0>

.....

36) Skriv ned de tre første ordene du tenker på når du hører ordet *kromosom*:

37) Hvor finner man kromosomer i et dyrs kropp?

(Sett ring rundt riktig svar.)

- A. Inne i alle typer celler i et dyrs kropp
- B. Inne i et dyrs kropp, men ikke inne i noen celler i et dyrs kropp
- C. Inne i kjønnsceller, men ikke inni noen andre typer celler i et dyrs kropp
- D. Inne i blodceller, men ikke inni noen andre typer celler i et dyrs kropp

<http://assessment.aaas.org/items/RH003002#/0>

38) Hva er et kromosom?

39) En hudcelle fra en ku inneholder 60 kromosomer. Hvor mange kromosomer finnes i nye hudceller som utvikler seg etter hvert som kua vokser?

(Sett ring rundt riktig svar.)

- A.30
- B.60
- C.90
- D.120

<http://assessment.aaas.org/items/RH035004#/0>

40) Kjønnsceller (sædceller eller eggceller) i mus inneholder 20 kromosomer. Hvor mange kromosomer inneholder den befruktede eggcellen hos en mus?
(Sett ring rundt riktig svar.)

- A.10
- B.20
- C.40
- D.80

<http://assessment.aaas.org/items/RH006003#/0>

41)

DIAGRAM 1

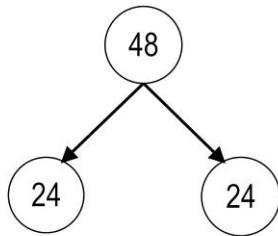
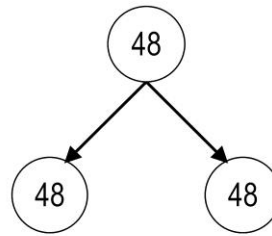


DIAGRAM 2



Hvilket diagram viser hva som skjer med antallet kromosomer i muskelceller hos en sjimpanse når en enkelt muskelcelle deles og danner to muskelceller?
(Sett ring rundt riktig svar.)

- A. Diagram 1 viser hva som skjer med antallet kromosomer i muskelceller hos en sjimpanse når en muskelcelle deler seg for å danne to muskelceller.
- B. Diagram 2 viser hva som skjer med antallet kromosomer i muskelceller hos en sjimpanse når en muskelcelle deler seg for å danne to muskelceller.
- C. Diagram 1 viser hva som skjer med antallet kromosomer i muskelceller hos en sjimpanse ved celledeling, og diagram 2 viser hva som skjer med antall kromosomer når alle andre typer celler i sjimpansens kropp deler seg.
- D. Ingen av diagrammene viser hva som skjer med antallet kromosomer i muskelceller hos en sjimpanse når en muskelcelle deler seg for å danne to muskelceller.

<http://assessment.aaas.org/items/RH039002#/0>

