



UPPSALA  
UNIVERSITET

Rapport IBG-LP 07-004

# Gener, DNA och kromosomer – ser elever något samband?

En studie om elevers förståelse för, och samband mellan mellan olika begrepp inom genetiken

Per Holmström  
Hanna Åkesson

---

Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet  
Läraryrket 140–220 poäng  
Lärarexamensarbete 10 p, vt 2007  
Handledare: Ronny Alexandersson och Emil Nilsson  
Examinator: Eva Lundqvist

## **Sammanfattning**

Syftet med studien var att få reda på vad som gör genetik svår att förstå. Detta skedde via en enkätundersökning, i två delar, som utfördes på två större gymnasieskolor i Sverige där ca 100 gymnasieelever fick svara på frågor om genetik. En grupp fick utföra en laboration för att utvärdera dess effekt på inläring. Resultaten från studien visar att elever har svårt att skilja på och förstå innebörden av olika begrepp, vilket stämmer överens med tidigare studier. Inte ovanligt var att eleverna trodde att det endast fanns två typer av kromosomer, X och Y. Eleverna hade inga problem att förstå terminologin men hade stora problem att begripa förhållandet mellan DNA och kromosom. Laborationer kan vara ett sätt att öka förståelsen hos elever.

**Nyckelord:** Genetik, biologi, gymnasiet, begreppsförståelse

## Innehållsförteckning

Inledning .....	4
Styrdokumentet.....	4
Tidigare forskning kring elevers förståelse för genetik .....	5
Frågeställningar.....	7
Metod.....	8
Urval.....	8
Datainsamlingsmetod - Enkät .....	8
Enkätundersökning 1 .....	8
Enkätundersökning 2.....	9
Procedur enkät.....	9
Procedur laboration .....	9
Databearbetning .....	10
Kodning av enkäter .....	10
Resultat .....	11
Resultat från enkät 1 .....	11
Resultat från enkät 2 .....	14
Diskussion.....	20
Begreppsförståelse.....	20
Celler.....	20
Kromosomer .....	21
Gener.....	22
DNA.....	23
Terminologin.....	23
Laborationer.....	23
Yrkesrelevans .....	24
Framtida forskning.....	24
Validitet och reliabilitet.....	25

Litteraturlista.....	26
Appendix.....	27
Bilaga 1.....	27
Bilaga 2.....	30
Bilaga 3.....	33
Bilaga 4.....	34

## **Inledning**

Genetik är ett omdiskuterat ämne som behandlas på många olika samhällsplan. Inom biologin ses det som en utav hörnstenarna, eftersom det ligger tillgrund för hela livet och dess utveckling. Trots detta är genetik ett ämne som anses vara svårt både för lärare och för elever. Lärare har svårt att lära ut ämnet och elever har svårt för att förstå hur det verkligen fungerar (Nordlab-SE, 2006). Så fort vi går ner på den molekylära nivån försvinner lätt all förståelse eftersom ämnet tenderar att bli väldigt abstrakt. Hela tanken att en molekyl är grunden för att livet fungerar som det gör kan vara väldigt svår att greppa. Det krävs mycket fantasi eller bra modeller för att kunna förstå processer som vi inte kan se med blotta ögat och även processer som är så pass komplicerade att de måste förenklas.

Terminologin är även mycket omfattande inom biologin och tenderar till att göra inläringen ännu mera komplex.

Många olika moment genomförs i undervisningen, men dock sker detta kanske utan vidare förståelse för eleverna. De utför momentet utan att reflektera över vad de har gjort. Laborationer kan vara ett exempel på ett moment som utförs utan vidare förståelse. På grund av genetikens abstrakthet kan det vara bra att på flera sätt visualisera genetik för att skapa förståelse (Ceptilis, 2007). Bra laborationer är en del av visualiseringen men kan byggas på med hjälp av andra hjälpmedel så som animationer, filmer med mera (Ceptilis, 2007). Det finns många publikationer som visar på elevers svårigheter för begreppsforståelse (Knippels, 2002, Lewis et al., 2000, Nordlab-SE, 2007). Många forskningsrapporter har fokuserat på hur man lättare ska lära sig genetik. Vi ska lägga fokus på att se vilka moment inom genetik som är svåra för eleverna att förstå och för läraren att lära ut. Är det begreppen, undervisningsformen eller hela den molekylära processen som gör det svårt för eleverna att få grepp om ämnet?

Syftet med detta examensarbete är att undersöka orsaker till svårigheter för inläring av genetik.

## **Styrdokumentet**

I den nationella kursplan som har upprättats för kursen Naturkunskap B 100 poäng står det att elever ska få en övergripande kunskap om hur livet fungerar och hur man kan tillämpa naturvetenskapen på samhället. Att förstå sig på genetik är även en del av målen och eleverna ska "ha kunskaper i genetik och modern genteknik samt kunna diskutera tillämpningar ur etisk synvinkel". Det står även att eleven skall kunna beskriva den levande organismens byggnad och funktion från molekylär nivå till organnivå. (Skolverket, 2007). Styrdokumentet är inga regler utan snarare riktlinjer och det är därför fritt fram för läraren att tolka innebörden av dessa styrdokument. För denna undersökning har sex veckor disponerats till genetikundervisning i

kursen Naturkunskap B. Kursen ska behandla många moment där genetiken är ett delmoment. Styrdokumentet ger ingen tidsram för delmomenten (Skolverket, 2007) utan det är något som troligtvis står i de lokala kursplanerna, eller bestäms av den läraren.

### **Tidigare forskning kring elevers förståelse för genetik**

Genetik är svårt och det framgår tydligt i ett flertal artiklar med undersökningar som behandlar olika aspekter för inläringen av genetik. Redan när Gregor Mendel presenterade nedärvningen av gener använde han en förenklad modell och presenterade hur ett anlag som styrs av en enda gen ärvs. Mendels modell är lätt att förstå tack vare dess enkelhet men visar endast att vissa gener uttrycks och andra inte. Idag vill vi att eleverna ska få en djupare förståelse för hur genetiken faktiskt fungerar (Trumbo, 2000). Det finns redan många olika hjälpredor, så som DNA-helixar, och modeller på celler, i klassrummet som är till för att underlätta och öka förståelsen för genetik hos elever. Undersökningarna visar att dessa modeller kan vara svåra att förstå om de är för komplexa eller dåligt konstruerade (Rotbain et al., 2006). En kombination av tydliga modeller och illustrerande övningar fungerar som en brygga mellan teori och verklighet. I Rotbain et al. (2006) undersökning använder de två olika typer av modeller för att öka inläringen hos elever. Den ena är en 3D-modell som beskriver de övergripande delarna av en DNA- och RNA-molekyl. Tanken med den är att ge en konkret bild på molekylers struktur. I den andra modellen ingår bilder på DNA-, RNA- och proteinmolekyler samt figurer som beskriver huvudstegen i olika biologiska processer, som eleverna får fylla i och göra klart.

Som inom alla undervisningsämnen i skolan är motivationen till ämnet en nyckelfaktor för vidare inläring. Ett av problemen med genetikundervisningen är att genetik är abstrakt och det kan vara svårt att förstå de olika molekylära processer som är en del av genetiken. Det är därför viktigt att man lägger upp genetikundervisningen på så sätt att man har begripliga och konkreta exempel som eleverna lätt kan ta till sig, för att på så sätt öka motivationen och då även förståelsen hos eleverna. (Mysliwicz et al., 2003)

Projekt Nordlab-SE<sup>1</sup> (2007) har publicerat en artikel som behandlar olika framtagna teman inom genetiken som ska fungera som ett stöd för lärare i genetikundervisningen. Där läggs mycket tonvikt på syftet och förståelsen för ämnet. Mycket av den framtagna informationen i publikationen bygger på elevers faktiska syn och kunskap inom genetikområdet. Nordlab-SE (2007) har sammanställt följande lista med krav på baskunskaper som en elev bör ha för att förstå ärftlighet.

- Alla levande organismer består av celler.
- Varje cell innehåller kromosomer.

---

<sup>1</sup> Projekt Nordlab är ett nordiskt samarbete för att ge lärare i naturvetenskapliga ämnen redskap att förbättra och förnya sin undervisning. Nordlab-SE behandlar olika aspekter på naturvetenskap och tar upp senare års forskningsresultat vad det gäller elevers vardagsföreställningar om naturvetenskap. Arbetet är framtaget för att användas i skolan, för självstudier med mera.

- Gener är delar av kromosomerna, och innehåller den genetiska informationen.
- Gener består av DNA.
- DNA kan kopiera sig själv.
- Gener kodar för proteiner.
- Gener kan sättas på och stängas av.
- Celler kan bli olika beroende på vilka gener som är aktiva.
- Kromosomer förekommer i par, en från varje förälder.
- Gener finns i olika varianter.
- Gener förekommer i par, men det kan vara olika varianter i paret.
- Vid vanlig celledelning (mitos) bildas celler med samma genetiska information som modercellen.
- Alla kroppsceller i organismen innehåller samma genetiska information (alltså identiska kromosomer och gener).
- Könsceller bildas genom reduktionsdelning (meios) och får därmed hälften av modercellens kromosomer.
- Könscellerna blir olika, eftersom de får ett urval av föräldrarnas kromosomer.
- Vid befruktning sammansmälter två könsceller så att antalet kromosomer återställs.
- Avkommor ärver genetisk information från sina föräldrar, men blir unika beroende på könscellernas slumpmässiga olikhet.

Det finns en anledning till varför elever får lära sig en förenklad modell över hur genetiken fungerar. Av pedagogiska skäl startar man med en förenklad modell, elever får lära sig att det är enkla gener som bestämmer hur anlag uttrycks. En elev som inte planerar att fortsätta att studera biologi efter gymnasiet klarar sig utmärkt med denna information. Detta betyder dock inte att lärare behöver undvika att introducera en mer komplex bild på hur genetiken faktiskt fungerar men att det är av stor vikt att anpassa nivån efter elevgruppen (Trumbo, 2000).

Terminologin inom genetiken är omfattande och undervisningsmässigt rör den sig från molekyl- till populationsnivå. Eleverna har ofta svårt att förstå ordens egentliga betydelse. Svårigheten kan tänkas ligga i att vissa ord har mer än en innebörd samt att det finns flera ord med samma betydelse. (Nordlab-SE, 2007)

Lärare använder ofta analogier i undervisningen för att underlätta förståelsen av svåra termer och begrepp. Vid inläring av cellens funktioner visade en studie att elever som fick cellen förklarad för sig som en fabrik fick direkt en bättre förståelse för cellens funktioner och även ett par veckor efter inläringstillfället. (Rotbain et al., 2006). Bra utförda laborationer kan också fungera som modeller och göra svåra moment lättare att förstå (Crouch et al., 2004).

## Frågeställningar

Våra frågeställningar är:

- Vilka genetiska begrepp inom genetiken är svåra att förstå?
- Vilken roll spelar laborationer för elevernas inläring av genetik?



## **Metod**

### **Urval**

Urvalsgrupperna bestod av elever från två större gymnasieskolor i två mellanstora svenska städer. Samtliga elever i urvalsgrupperna läste samhällsprogrammet, dock med olika inriktningar, och gick andra samt tredje året. Totalt var det cirka 100 elever som deltog i undersökningen.

### **Datainsamlingsmetod - Enkät**

För undersökningen användes en enkätundersökning som delades in i två etapper, där den första etappen var en kontroll av elevernas förkunskap innan påbörjat moment inom kursen och den andra etappen var en uppföljning efter momentets avslut. Utformandet av enkäterna följde Vetenskapsrådets fyra huvudkrav; konfidentialitets-, samtyckes-, nyttjande- samt informationskravet. Alla elever som deltog i enkätundersökningen fick information om syftet med enkäten och det klargjordes att deltagandet var frivilligt samt att de när som helst hade rätt att avbryta. Godkännande från målsman behövdes inte eftersom samtliga elever var över 15 år. Det insamlade materialet användes sedan inte till andra ändamål än till vårt examensarbete. Om enskilda elever kunde urskiljas från enkäterna har tystnadsplikt om dessa rått.

Att utgå ifrån tidigare utformade enkäter är att rekommenderas då frågorna på dessa redan är väl beprövade. Samtliga flervalfrågor i enkät 1 har vi tagit ifrån Nordlab-SE (2007). De resterande frågorna där eleven med egna ord ska beskriva olika begrepp har vi själva konstruerat för att få en bredare bild av elevens förkunskap. Enkät 2 är en uppföljning av enkät 1 där frågorna är egenutformade men baseras på den tidigare enkäten. Här ombads eleverna även att svara på hur de har uppfattat laborationen som de utförde.

#### ***Enkätundersökning 1***

Enkät 1 var en grundläggande kontroll för att se vilka baskunskaper eleverna hade innan kursmomentstart. Eleverna fick svara på frågor om fundamentala begrepp inom ämnet genetik, samt utföra en enkel problemlösning (Bilaga 1). Enkäten delades ut till samtliga elever i urvalsgruppen innan kursstart.

## ***Enkätundersökning 2***

Efter att eleverna avslutat samtliga moment inom genetikavsnittet fick de fylla i enkät 2 (Bilaga 2). Eleverna ombads med denna enkät att värdera sin kunskap, vilka delmoment i avsnittet som de ansåg var mest givande samt vilka moment som var svåra. Enkäten avslutades med en återkontroll på kunskapen om de fundamentala begreppen.

### **Procedur enkät**

När både enkäterna var färdigutformade informerades vi de berörda lärarna om undersökningen som skulle utföras. När genetikavsnittet skulle introduceras för eleverna delades enkät 1 ut av oss till de berörda klasserna där vi skulle bedriva vår undervisning de kommande veckorna och eleverna fick tid på sig att besvara denna (Bilaga 1).

Under de kommande veckorna bedrev vi sedan vår genetikundervisning för att sedan vid kursavslut dela ut enkät 2 till samma klasser som tidigare besvarat enkät 1. I båda fallen påpekades att det var frivilligt att fylla i enkäten samtidigt som eleverna dock uppmuntrades till att göra detta ordentlig för att minimerar bortfall.

### **Procedur laboration**

I undervisningen ingick det för alla elever på den ena skolan (för totalt tre femtedelar av urvalsgruppen) att utföra en klassisk genetik laboration med målet att ta reda på vilken blodgrupp de har, samt att få kunskap om hur blodgrupper ärvs (Bilaga 3). Laborationen gick till på följande sätt: Eleverna fick först en kort introduktion om blodet och dess funktion och beståndsdelar. Därefter undersöktes hur blodgrupper ärvs, alltså vilka alleler som är inblandade och hur utslaget blir vid kombination av dessa. Eleverna fick fullborda korsningsscheman för att på så sätt själv kunna testa vilka blodgrupper två föräldrars barn skulle kunna få. Efter denna introduktion fick eleverna en laborationshandledning som förklarade hur laborationen skulle utföras. Syftet med laborationen var att se vilken blodgrupp de själva hade. När laborationen hade utförts fick eleverna vidare uppgifter som hade med nedärvning av egenskaper att göra. De resterande två femtedelarna av eleverna (det vill säga, alla på den andra skolan) fick i stället för en laboration, en lektion om hur nedärvning av blodet sker.

## **Databearbetning**

Samtliga data från enkäterna bearbetades och sammanställdes i ett exceldokument.

### ***Kodning av enkäter***

När båda enkäterna var besvarade och momentet var avslutat kodades enkäterna in i ett för ändamålet utformat exceldokument och samtliga frågor kodades in efter vad eleverna svarat på enkätfrågan. Resultat från båda könen sammanfördes, då ingen skillnad i svarsfrekvens kunde ses mellan könen. De frågor där eleverna fick möjlighet att svara fritt har kodats efter snarlika svar. Liknande svar har förts in under samma rubrik.

Blanka svar från elever räknades inte in i resultatet, utan togs bort. Elever som svarade ”vet ej” på de öppna frågorna togs med och redovisas med desamma.

## Resultat

### Resultat från enkät 1

Den första enkäten kontrollerade elevernas kunskap om förhållandet mellan celler, kromosomer och gener hos olika organismer samt om den genetiska informationen skiljer sig mellan två människor (Bilaga 1). En urvalsgrupp på 101 personer blev tillfrågade men alla besvarade inte alla frågor eller delfrågor på enkäten. Ett medel på 100 elever svarade på varje fråga.

På den första frågan ”Är följande organismer uppbyggda av celler?” svarade alla elever i urvalsgruppen att människor har celler, men ca 15% ansåg att ormbunkar, rosor och bakterier inte var uppbyggda av celler (Tabell 1). I övrigt var det en majoritet som ansåg att alla organismer är uppbyggda av celler.

Tabell 1. Svar till frågan ”Är följande organismer uppbyggda av celler?”. Antal elever som blev tillfrågade var 101 st.

	<i>Antal svar</i>	<i>Ja</i>	<i>Nej</i>	<i>Vet ej</i>
<i>Människor</i>	101	101	0	0
<i>Ormbunkar</i>	99	75	17	7
<i>Rosor</i>	99	76	15	8
<i>Musslor</i>	100	82	9	9
<i>Maskar</i>	101	92	4	5
<i>Svampar</i>	99	87	6	6
<i>Bakterier</i>	100	83	10	7

På nästa fråga fick eleverna, med egna ord, beskriva vad en kromosom är samt var i kroppen de finns. Svaren har kodats om och grupperats efter liknande innehåll. Varje elev kan ha gett mer än ett svar på frågan, ett svar utesluter inte nödvändigtvis ett annat. Endast 80 elever svarade på denna fråga och ungefär hälften av dem svarade att en kromosom är DNA och att de återfinns i cellerna. Av de 80 svaren ansåg 25st att kromosomer återfinns i DNA. En femtedel av svaren nämnde endast könskromosomerna (X och Y). De sa inget om de resterande 22 kromosomparen. Endast en person skiljde kromosomer från DNA och ansåg att det är olika saker (Tabell 2).

Tabell 2. Frekvens av svar till "Beskriv med egna ord vad kromosomer är och vart de finns?". Ett svar utesluter inte nödvändigtvis ett annat svar. Varje elev kan ha gett fler svar på frågan. Antal tillfrågade elever var 101st. Antal elever som svarade var 80st.

Kategorier	Antal svar
<i>Funktion (vad de är)</i>	
• Något som bestämmer egenskaper	11
• DNA	7
• Arvsanlag	4
• En ritning/kod	3
• Ett par [kromosomer] som sitter ihop	1
• Något som kopierar DNA	1
<i>Placering (var de återfinns)</i>	
• I cellerna	24
• I DNA:t	25
• I kroppen	10
• I hjärnan	1
• I struphuvudet	1
• I allt levande	1
• I arvsanlagen	1
<i>Övrigt</i>	
• Det finns X- och Y-kromosomer	14
• De med Downs syndrom har en [kromosom] för mycket eller en [kromosom] för lite	7
• Något som bestämmer kön	4
• Något vi får från våra föräldrar	1
• Vet ej	11

Fråga tre var en följdfråga på fråga två och här ombads eleverna svara på vilka organismer som har kromosomer (Tabell 3). Av 101st tillfrågade elever var det som mest ett bortfall på sex personer. Ungefär 90% svarade att människor har kromosomer, resterande 10% svarade vet ej. Endast 30% svarade att rosor, ormbunkar och svampar har kromosomer. Det var ändå en majoritet som svarade att alla organismerna har kromosomer. Ungefär 30% svarade "vet ej" på samtliga delfrågor, utom frågan gällande människor.

Tabell 3. Svar till frågan "Har följande organismer kromosomer?". Antal elever som blev tillfrågade var 101st.

	Antal svar	Ja	Nej	Vet ej
Människor	99	89	0	10
Ormbunkar	95	30	31	34
Rosor	95	32	28	35
Musslor	98	53	14	31
Maskar	99	62	13	24
Svampar	95	31	29	35
Bakterier	96	40	23	33

På fråga fyra ombads eleverna att med egna ord beskriva vad gener är och var de finns (Tabell 4). Det var 83 personer som svarade på denna fråga och majoriteten svarade att gener är något man ärver från sina föräldrar och att de bestämmer vilka egenskaper man får (utseende, beteende med

mera). De flesta svarade även att gener finns i (eller är) DNA. Alla svar var inte lika specifika, några få svarade att gener finns i cellerna eller i kroppen.

Tabell 4. Frekvens av svar till "Beskriv med egna ord vad gener är och vart de finns?". Ett svar utesluter inte nödvändigtvis ett annat svar. Varje elev kan ha gett fler svar på frågan. Antal tillfrågade elever var 101st. Antal elever som svarade var 83st.

Kategorier	Antal svar
<i>Funktion (vad de är/vad de gör)</i>	
• Arvsanlag, det man ärver från sina föräldrar	44
• Vilka egenskaper man får/utseende	19
• [Gener är] DNA	9
• En liten del av en kromosom	1
• Något som styr arvsmassan	1
• Samma sak som en kromosom	1
• Celler	1
<i>Placering (var de återfinns)</i>	
• I DNA:t	16
• I cellerna	12
• I kroppen	8
• I allt levande	4
• Hos människor och djur	4
• I kromosomer	4
• I arvsanlagen	2
• I blodet	1
<i>Övrigt</i>	
• Gör att organismen förökar sig	1
• Angör vad man har för sjukdomar	1

På frågan "har följande organismer gener?" svarade 99% att människor har gener (Tabell 5). Musslor, människor och maskar var de organismer som majoriteten av urvalsgruppen ansåg hade gener. Vad det gällde de andra organismerna svarade 50% av urvalsgruppen att organismerna hade gener, ca 25% svarade nej, de har de inte, och resterande 25% att de inte visste.

Tabell 5. Svar till "Har följande organismer gener?". Antal elever som blev tillfrågade var 101 st.

	Antal svar	Ja	Nej	Vet ej
Människor	99	98	0	1
Ormbunkar	97	46	22	29
Rosor	97	47	23	27
Musslor	98	61	10	27
Maskar	98	69	8	21
Svampar	98	46	23	29
Bakterier	98	43	23	32

Resultatet från frågan gällande Roberts celler svarade en majoritet (65st) av eleverna att informationen från två av Roberts kindceller var identiska (Tabell 6). Endast 32st i urvalsgruppen svarade att informationen från Roberts kindcell jämfört med en nervcell var lika. Vid jämförelsen av en kindcell och spermie var svaren jämt fördelade mellan "lika", "olika" och "vet ej". En klar majoritet (51st) svarade att informationen mellan två av Roberts spermier var lika.

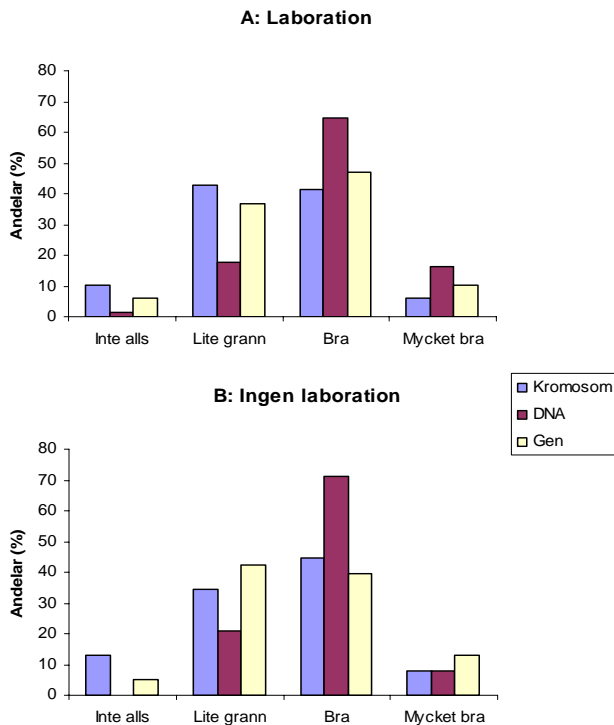
Tabell 6. Svar till "Roberts celler" och "Roberts och Kalles celler". Antal elever som blev tillfrågade var 101st.

	<i>Antal svar</i>	<i>Lika</i>	<i>Olika</i>	<i>Vet ej</i>
<i>Om du skulle jämföra två av Roberts kindceller, skulle den genetiska informationen i dem vara...</i>	96	65	11	20
<i>Om du skulle jämföra en av Roberts kindceller med en av hans nervceller, skulle den genetiska informationen i dem vara...</i>	96	32	35	29
<i>Om du skulle jämföra en av Roberts kindceller med en av hans spermier, skulle den genetiska informationen i dem vara...</i>	96	28	37	31
<i>Om du skulle jämföra två av Roberts spermier, skulle informationen i dem vara...</i>	96	51	25	20
<i>Om du skulle jämföra Roberts kindcell med Kalles kindcell, skulle den genetiska informationen i dem vara...</i>	100	5	80	15

## Resultat från enkät 2

Den andra enkäten var en kontroll, efter utfört kursmoment, för att se om begreppen inom genetik försvårar förståelsen för genetik samt om laborationer är en hjälp för att öka förståelsen (Bilaga 2). Två urvalsgrupper på 68 respektive 38 personer (grupp A respektive grupp B, totalt 106st) blev tillfrågade, där grupp A hade ett laborativt tillfälle till skillnad från grupp B. Alla tillfrågade besvarade alla frågor samt delfrågor på enkäten, förutom den sista frågan som några valde att inte svara på.

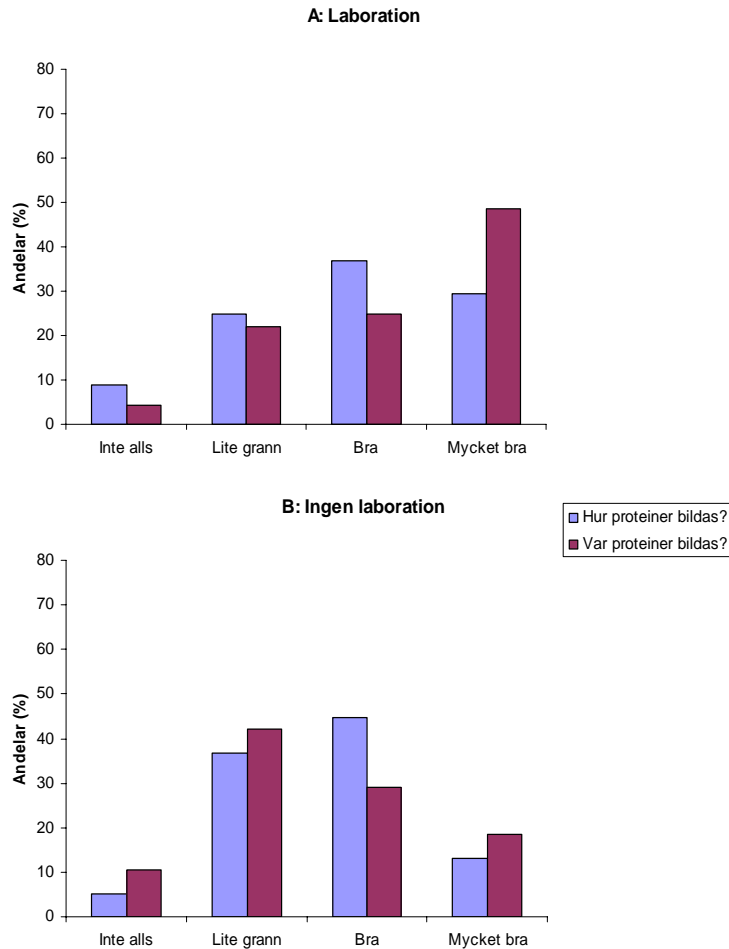
Det första som eleverna ombads svara på var hur bra de kunde förklara begreppen kromosom, DNA och gen. I båda grupperna svarade eleverna att de kunde förklara begreppet DNA bra (Figur 1). I båda grupperna sade ca 50% att de hade svårt med begreppen gen och kromosom. Det var ingen markant skillnad mellan grupp A och grupp B på något av svaren.



Figur 1. Jämförelse av kunskap, i procentandelar, om begrepp mellan två grupper där A utförde en laboration inom genetik till skillnad från grupp B. Eleverna har bedömt sin egen kunskap med avseende på hur bra de kan förklara de olika begreppen kromosom, DNA och gen. Antal elever i grupp A var 68. Antal elever i grupp B var 38.

Eleverna svarade sedan på frågorna ”hur” och ”var” proteiner bildas. Här skiljde sig resultaten mellan de två grupperna, där grupp A var mycket mer säkra på var och hur proteiner bildas (Figur 2). Över 50% i grupp A ansåg sig, mycket bra, kunna beskriva var proteiner bildas, medan endast 20% i grupp B trodde sig kunna det mycket bra. Båda grupperna ansåg sig överlag kunna beskriva både var och hur proteiner bildas.





Figur 2. Jämförelse av kunskap, i procentandelar, mellan två grupper där A utförde en laboration inom genetik till skillnad från grupp B. Eleverna har bedömt sin egen kunskap med anseende på hur bra de kan förklara hur proteiner bildas och var proteiner bildas. Antal elever i grupp A var 68. Antal elever i grupp B var 38.

Grupp A utförde en laboration och ombads utvärdera om laborationen gav en bättre förståelse för genetik som ämne, samt om de förstod vad de gjorde på laborationen (Tabell 9). Över 50% av gruppen ansåg att laborationen gav något bättre förståelse för ämnet och 37% ansåg att laborationen är mycket bra för förståelsen. Endast 6% ansåg sig ha svårt att förstå och kunna förklara vad de gjorde på laborationen. Majoriteten (över 60%) förstod och tror sig kunna förklara laborationen.

Tabell 9. Frekvens och andel av svar till fråga 4 och fråga 5 från enkät 2. Endast urvalsgrupp A på 68 elever fick besvara frågorna. Samtliga elever i gruppen svarade.

	Stämmer inte alls	Stämmer delvis	Stämmer bra
Laborationerna gav mig bättre förståelse för ämnet...	4 (6%)	39 (57%)	25 (37%)
Jag förstod och kan förklara vad vi gjorde på laborationerna...	4 (6%)	19 (28%)	45 (66%)

Båda grupperna besvarade frågorna i enkät 2 gällande begrepps-förståelse. Av de 106 tillfrågade svarade samtliga. I båda grupperna sade ca 50% att de delvis tyckte att begreppen var svåra att förstå. I de båda grupperna var det endast 15% som upplevde begreppen som svåra att förstå. Vad det gällde hur pass relevanta begreppen var för förståelsen inom genetik svarade över 50%, i de båda grupperna, att begreppen var relevanta för förståelsen inom genetik och färre än 6% ansåg att begreppen inte alls var relevanta för förståelsen. Nästan hälften av alla i de båda grupperna ansåg att begreppen försvårade genetik lite grann. Dock ansåg nästan 50% av grupp B att begreppen inte alls krånglade till genetikförståelsen. Här skiljde sig resultaten mellan grupperna då 20% av grupp A ansåg att begreppen inte alls krånglade till genetik och ytterligare 20% ansåg att begreppen gjorde genetik svårare. I grupp B var det endast 8% som tyckte att begreppen gjorde genetik invecklad.

Tabell 10. Andel av svar till fråga 6, 7 och 8 på enkät 2. Båda urvalsgrupperna (A och B) har besvarat frågorna. Samtliga elever i grupperna svarade. Totalt 106st.

	Stämmer inte alls		Stämmer delvis		Stämmer bra	
	A	B	A	B	A	B
Jag tycker att det är svårt att förstå de olika begreppen (mRNA, homozygot etc.) inom genetik	29%	42%	54%	45%	16%	13%
Jag tycker att begreppen (mRNA, homozygot etc.) är relevanta för att förstå genetik	6%	0,0%	41%	47%	53%	53%
Jag tycker att begreppen (mRNA, homozygot etc.) krånglar till genetik	24%	47%	53%	45%	24%	8%

Den sista frågan på enkät två var en kontroll för att se hur eleverna med egna ord förklarade begreppen kromosom, DNA och gen. En majoritet av urvalsgruppen beskrev begreppet kromosom med att säga hur många kromosomer människan har samt att människan har könskromosomerna X och Y. De beskrev kromosomens struktur som trådlik, en stor molekyl eller dylikt. Att kromosomen finns i cellen (cellkärnan) var något som majoriteten av de i urvalsgruppen, som nämnt kromosomens placering, hade skrivit. Endast 73 av de 106 tillfrågade besvarade frågan.

Tabell 11. Frekvens av svar till "Förklara kortfattat följande begrepp - Kromosom". Ett svar utesluter inte nödvändigtvis ett annat svar. Varje elev kan ha gett fler svar på frågan. Antal tillfrågade elever 106st. Antal elever som svarade 73st.

Kategorier	Antal svar
Ett antal	
• 46 st / 23 par	39
• Könskromosomer (XX, XY)	11
• 22 par autosomer	6
DNA	
• Molekyl, tråd etc.	20
• Innehåller DNA	10
• Delar av DNA	3
Funktion	
• Bestämmer egenskaper	9
Placering	
• Finns i cellen (cellkärnan)	14
• Finns i DNA	3
• Finns i generna	1
En kromosom är	
• En gen	2
• Något som hör ihop med gener och DNA	1

När eleverna förklarade DNA skrev de flesta att DNA är arvsanlag samt att DNA lagrar information om egenskaper. Några få skrev att DNA innehåller information för bildningen av protein. Flera beskrev strukturen på DNA som en helix eller som spiralformad. Endast 75 av de 106 tillfrågade besvarade frågan.

Tabell 12. Frekvens av svar till "Förklara kortfattat följande begrepp - DNA". Ett svar utesluter inte nödvändigtvis ett annat svar. Varje elev kan ha gett fler svar på frågan. Antal tillfrågade elever 106st. Antal elever som svarade 75st.

Kategorier	Antal svar
Struktur	
• Spiraltrappa/helix	13
• Strängar med kvävebaser	5
• Stor molekyl	4
• Innehåller ribosomer	1
Funktion	
• Lagrar information om egenskaper	16
• Information om proteinbildning	6
DNA är	
• Vårt arvsanlag	30
• Genetisk kod	8
• Cellerna i kroppen	1
• Unikt för alla	3
Plats i kroppen	
• Finns i cellkärnan	5
• Finns i kromosomer	2

Även begreppet gen beskrevs av urvalsgruppen som något som innehöll arvsanlag samt att gener bestämmer egenskaper. En stor del av urvalsgruppen förklarade begreppet gen som den minsta enheten i kroppen som innehåller information. Endast 73st av de 106 tillfrågade besvarade frågan.

*Tabell 13. Frekvens av svar till "Förklara kortfattat följande begrepp - Gen". Ett svar utesluter inte nödvändigtvis ett annat svar. Varje elev kan ha gett fler svar på frågan. Antal tillfrågade elever 106st. Antal elever som svarade 73st.*

<i>Kategorier</i>	<i>Antal svar</i>
<i>Funktion</i>	
• <i>Innehåller ärftlig information (arvsanlag)</i>	20
• <i>Bestämmer egenskaper (utseende mm.)</i>	19
• <i>Bestämmer hur ens barn ska bli</i>	3
• <i>Kodar för protein</i>	2
<i>Struktur</i>	
• <i>Minsta enheten i kroppen med information</i>	23
• <i>Del av DNA:t</i>	5
• <i>Minsta organismen som bär på arvs massa</i>	2
• <i>Koder</i>	2
<i>En gen är</i>	
• <i>Något som finns i kroppen</i>	1
• <i>Celler som förs vidare av föräldrarna</i>	1

Resultaten i enkät 1 skiljde sig från enkät 2 på så sätt att fler elever hade svarat mer korrekt gällande funktion och struktur av de olika begreppen kromosom, DNA och gen, på enkät 2. De korrekta svaren på frågorna till enkät 1 finns i bilaga 3.

## **Diskussion**

De flesta resultat som vår studie visar stämmer överens med tidigare studier. Dock går det inte att generalisera dessa resultat för alla elever på gymnasiet. Det var tydligt att eleverna hade svårigheter att förstå genetik, men kunskapsnivån ökade efter momentet var avslutat. För begreppsförståelsen rådde störst förvirring. Det var många elever som blandade ihop begrepp och som helt missförstod innebörden av vissa begrepp. Den största förvirringen rådde kring kromosomer och vad de egentligen är. Terminologin var dock inget som majoriteten av eleverna såg som ett hinder. Tidigare studier har visat att laborationer har hjälpt till att öka inläringen och förståelsen hos elever (Crouch, 2004). Det var därför intressant att se om detta även gällde för vår studie.

## **Begreppsförståelse**

### ***Celler***

Förstår eleverna innebörden av begreppen och det faktiska förhållandet mellan kromosomer, DNA och gener? Det mest tydliga resultatet från den första enkätundersökningen visar att eleverna skiljer på växter och djur när det kommer till deras molekylära innehåll. En sjättedel av svaren är att växter inte har några celler (Tabell 1) och att endast djur och svampar är uppbyggda av celler. Denna observation stämmer överens med en tidigare undersökning som Nordlab-SE (2007) bearbetat, där lika resultat presenteras. Ironiskt nog säger en tiondel att bakterier, en organism som inte är mycket mer än en smått komplicerad cell, inte heller består av celler. En anledning till att eleverna trodde att det var så här kan vara att lärare och läromedel ofta använder djurceller och människor som standardexempel och glömmer bort växtcellen, och övriga organismer. Kurslitteraturen för Naturkunskap B visar endast en djurcell som förklaring på hur celler fungerar (Henriksson, 2000) och vi upplevde under vår undersökning att växtceller lätt kom i skymundan. Växtcellerna skiljer sig ganska radikalt från djurceller och är i vissa aspekter mer komplicerade. Att presentera funktionerna hos både djur- och växtceller kanske leder till förvirring hos eleverna eftersom genetiken redan är svår att förstå. Att lägga till ytterligare ett moment kan antagligen öka förvirringen, men som vår studie visar så orsakar ovan nämnda resonemang att elever inte alls får förståelse för växterna som organismer. De verkar som att de inte ser växterna som levande, eller som en organism som också har gener som kodar för protein. Eleverna skiljer på växter och djur vilket är ganska naturligt, men då även på växt- och djurceller. Med denna information i baktanken, kan vi tänka oss att elever inte ser växtceller som en cell utan som något helt annat. En cell är något som människor har och vi är inte växter. En intressant tanke är om den inbördes ordningen på svarsalternativen på frågorna påverkade

resultaten. Detta speciellt med tanke på frågan om ormbunkar och rosor har celler. Om frågan hade varit "har växter celler?" istället hade vi då fått andra resultat? Det är kanske så att man tänker att alla svar inte kan vara Ja, att något måste vara annorlunda.

### ***Kromosomer***

Resultatet visar även att eleverna svarade att växter, svampar och bakterier inte har några kromosomer (Tabell 3). Nästan hälften angav svaret "nej" på frågan om de organismerna har kromosomer. När eleverna ombads förklara vad en kromosom var och var de finns svarade hälften att man finner kromosomer i celler eller i kroppen (Tabell 2). Har eleverna dragit slutsatsen att kromosomer finns i cellen, djur har celler men det har inte växter. Därför borde inte växterna ha kromosomer?

Troligtvis har de inte dragit den slutsatsen då det är mer troligt att eleverna inte har förstått begreppet kromosom. De flesta svarade att kromosomer är något som bestämmer egenskaper, eller att det är DNA (ca 15% angav dessa svar). Många svarade även kromosomer är X och Y, det vill säga, könskromosomer, vilket även stämmer med Lewis och Wood-Robinson (2000) undersökning där 4% av försöksgruppen svarade att det endast finns X- och Y-kromosomer. Dessa elever nämner inte autosomerna utan har lagt all fokus på könskromosomerna. En elev i deras undersökning sa,

Jag har aldrig hört talas om någon annan sort...

Förvirringen bekräftas ytterligare av Lewis et al. (2000a) där en elev svarade att,

Äggceller har endast två kromosomer (XX).

En annan elev svarade,

Äggcellen har endast två kromosomer i sig för att bestämma om bebisen skall bli en pojke eller flicka.

En tanke kan vara att eftersom eleverna endast associerar kromosomer med X och Y och sedan, antagligen omedvetet, associerar X och Y med människor och djur, drar slutsatsen att växter inte har kromosomer då de varken är människor eller djur. Hur kommer det sig att eleverna då endast associerar kromosomer med X och Y? Kromosomer i läroböcker och i media avbildas i metastasformen, det vill säga, som ett X. Eleverna förstår därför inte att kromosomen endast ser ut så när cellen är på väg att genomgå celledelning (Ceptilis, 2007).

I den undersökning som Nordlab-SE (2007) bearbetat svarade eleverna att könsceller har vanliga kromosomer och könskromosomer. Däremot var det väldigt få som trodde att muskelceller, vita blodkroppar och nervceller har könskromosomer.

I vår undersökning svarade 83% att bakterier är uppbyggda av celler, men endast 39% att bakterier har kromosomer. Det är troligt att elever inte hyser större kunskap om bakterier, utan tror att en bakterie gör oss sjuka. Kanske ser de inte bakterien som något som faktiskt lever, de ser dem inte som organismer.

Den andra enkäten visar att elevernas kunskaper om kromosomer inte hade förändrats mycket eftersom de flesta fortfarande svarade det bara finns X- och Y-kromosomer, samt att det finns 46st eller 23 par. De angav inte i vilken organism dessa 46 kromosomer finns men det är ett säkert antagande att säga att de menade att dessa 46 kromosomer finns i människan. En tydlig positiv utveckling av kunskapen var att de nu också beskrev strukturen på en kromosom (Tabell 11). Däremot framgår det tydligt av resultaten att de har svårt att förstå sambandet mellan en kromosom och DNA.

Kromosomer är något som finns i DNA...

Ett vanligt men inkorrekt svar som åter igen pekar på att eleverna har svårt att skilja på betydelsen av orden.

En gen är något man ärver och de bestämmer vilka egenskaper man får.

Så svarade en majoritet av eleverna på enkät ett, på frågan vad en gen är och var den finns. Det är lätt att anta att eleverna associerar gener med människor och djur eftersom de svarat att positionen av gener är i kroppen, i cellerna (de har tidigare svarat att växter inte har celler) och i DNA.

### ***Gener***

På den andra enkäten svarade några få att gener kodar för protein. Dessa elever visar lite förståelse för hur gener fungerar och vad de faktiskt gör. Denna iakttagelse stämmer väl överrens med Lewis et al. (2000b) som har fått liknande resultat. De flesta av svaren (~53%) var fortfarande att gener innehåller information och bestämmer egenskaper (Tabell 13). Ett av svaren var att en gen är ”den minsta organismen som bär på arvs massa”. Detta tyder på att förståelsen för olika begrepp är oklar hos eleverna samt att förvirring fortfarande råder när momentet är avslutat. Någon svarade att en gen är en ”cell som förs vidare av föräldrarna”, vilket också tyder på att det är svårt att förstå begreppen – att eleverna inte kan separera de olika begreppen och förstå förhållandet mellan dem. Eleverna verkar ha svårt att förstå att gener finns i alla levande organismer och att de är nödvändiga för att livet ska fungera. Även här har Lewis et al. (2000b) sett samma resultat, endast en liten del av eleverna har förstått vad gener egentligen är och hur pass viktiga de är för att livet ska fungera som det gör.

## **DNA**

Att eleverna hade svårt att förstå begreppet kromosom var tydligt, men det var ingen av de som svarade som hade svårt för begreppet DNA (Tabell 12). Det är ett tydligt exempel på att förhållandet mellan DNA och kromosom är svårt för eleverna att begripa. Det är då intressant att fråga sig vad det beror på. DNA är ett vedertaget begrepp och används ofta utanför skolan, i TV med mera. Kanske är det den kraftiga exponeringen för ordet DNA (jämfört med kromosom) som gör det lättare att förstå innebörden av begreppet. Ofta presenteras DNA även med en bild på en dubbelhelix, eller DNA-sträng. Det är relevant att ha i åtanke att undervisningsmaterialet också begränsar exponeringen för de olika begreppen. Det finns inga modeller för kromosomer (förutom möjligtvis en bild på kromosomuppsättningen hos en människa) men det finns olika modeller för DNA-helixar och celler.

Att använda andra modeller för att beskriva vad en till exempel cell är, hjälper till vid förståelsen för begreppen. Biologi är abstrakt och för att kunna förstå processerna är det tydligt att andra modeller måste användas (Rotbain et al., 2006).

## **Terminologin**

Är terminologin ett hinder för inläring och förståelse av ämnet? Resultatet från enkät två visade att eleverna anser att det är relativt viktigt att förstå begreppen för att förstå genetiken, samt att de tycker att begreppen är begripliga. Det är inte nödvändigt att förstå all terminologi för att ha en adekvat kunskapsnivå (Knippels et al., 2005). Problemet för förståelsen är med andra ord inte terminologin i sig, utan borde snarare bero på förståelsen för vad de olika enheterna gör i till exempel proteinsyntesen. De elever som inte förstår terminologin har troligtvis svårare för ämnet än de elever som förstår terminologin. Detta är troligtvis inte bara typiskt för genetiken utan gäller även andra ämnen i skolan.

## **Laborationer**

Grupp A utförde en laboration. Målet med laborationen var att kontrollera om det gav eleverna en ökad förståelse för genetik eller om det försvarade. Den laboration som eleverna utförde var en blodgrupps-laboration där de skulle ta reda på sin egen blodgrupp och på samma gång lära sig hur nedärvningen av blodgrupper går till (Bilaga 4). Majoriteten av svaren visade att eleverna ansåg att laborationen gav en bättre förståelse för ämnet och även att eleverna trodde att de kunde förklara vad de faktiskt gjorde på laborationen. Det finns dock inget underlag i undersökningen som visar om detta stämmer. Genetiken är abstrakt och det kan därför vara bra att försöka visualisera genetiken på så många sätt som möjligt och på så sätt skapa bättre förståelse. Bra och tydliga laborationer där mål och syfte framgår är givande och hjälper eleverna till bättre förståelse (Ceptilis, 2007). Rotbain et al. (2006) studie med modeller för att förenkla



inlärnigen av genetik, visar att eleverna som använde modeller fick en signifikant ökning i kunskap jämfört med kontrollgruppen. Detta gällde strukturen av DNA och RNA, det konceptuella förhållandet mellan genetiskt material och produkten, samt processen för replikering, transkription och translation.

### **Yrkesrelevans**

Elevers förkunskap för ämnet som man fått från tidigare biologiundervisning, media eller annat, påverkar deras bild på hur det egentligen ser ut i verkligheten. Har de lärt sig fel från början blir det svårare att lära sig det som är rätt. (Ceptilis, 2007). Vi tycker att man kan förbättra undervisningen om man testar elevernas förkunskap/förförståelse kring ämnet innan undervisningen sätter igång (Andersson, 2005). Förförståelse hos läraren ger ökad insikt till elevernas kunskapsnivå och kan därför underlätta vid upplägget av lektioner samt laborationer.

Att arbeta med korsningsscheman är något som elever ofta utför på rutin, utan att tänka på att det hör till meiosen (Knippels et al., 2005) Detta är något som vi såg under vår undervisning där eleverna kan fullborda ett schema på automatik men när de får följdfrågor vet de inte vad de ska svara. De förstår inte vad de egentligen gör – de förstår inte logiken bakom momentet. Det är därför viktigt att övningen är utformad på ett sådant sätt så att eleverna måste reflektera kring vad de gör och inte bara fylla i korsningsscheman per automatik. Ett exempel på detta kan vara att kombinera korsningsscheman med släkträd (en pedigree). Det är även viktigt att det sker en genomgång av övningen före och efter övningen för att förstå övningen då detta ger bäst resultat (Crouch, 2004).

Det är nog inte en ovanlig tanke att man som lärare vill förenkla för eleverna, för att på så sätt göra det enklare. Kan det vara så att denna försiktighet minskar förståelsen för begreppen? Eleverna i denna undersökning lärde sig proteinsyntesen mycket detaljerat, medan det inte lades lika mycket tyngd på att förklara vad kromosomer är. Resultaten visar att eleverna kunde proteinsyntesen väl, men att de hade svårt för kromosombegreppet.

### **Framtida forskning**

Det har redan skett mycket forskning inom detta område. Lewis och Wood-Robinson har utfört en genomgående undersökning för att kontrollera om eleverna ser något samband mellan de olika biologiska termerna. För framtida forskning inom detta område vore ändå intressant att utveckla laborationsmomentet – att tänka på att ha visualiserande laborationer. Det har tidigare poängterats att visualiserande hjälpmedel, i undervisningen, så som laborationer och modeller, ger ökad förståelse hos elever. Därför är det viktigt att utforma laborationer som är enkla att utföra, men samtidigt ger ökad förståelse hos elever.

Det var intressant att denna studies resultat var lik de resultat som presenterades i Nordlab-SE (2007). Eleverna i båda undersökningarna hade samma problem med förståelse. Det största

problemet låg i förståelsen för vad en kromosom egentligen är. Eleverna ser inte likheten mellan DNA och kromosomer, samt gener. De har svårt att förstå att en kromosom och DNA egentligen är samma sak, fast i olika former och vid olika tidpunkter i en cells liv. En studie där försök att öka förståelsen för relationen mellan kromosom och resterande begrepp inom genetik, skulle vara av intresse och relevans för både lärare och elever. Ordningen på genomgången av de olika momenten inom genetik spelar en viktig roll i detta sammanhang då ett bättre upplägg på genomgången förmodligen skulle tydliggöra likheter och skillnader mellan de olika begreppen. Samtidigt är det viktigt att man lägger lika mycket tyngd på både DNA och kromosom, att tydligt visa övergången från DNA-”form” till kromosomform. Om detta sker, kommer eleverna förhoppningsvis att begripa de mest fundamentala begrepp inom genetik utan några svårigheter.

### **Validitet och reliabilitet**

Undersökningen gjordes på relativt liten urvalsgrupp på grund av att vi ville kontrollera undervisningen. Vissa elever valde att fylla i samma alternativ på alla frågor genom att dra ett helt streck över kolumnen, istället för att kryssa i varje enskild fråga. Reliabiliteten minskar på grund av att vissa elever fyllde i enkät två direkt efter deras prov samt att olika undervisning skett på de två olika skolorna. Samtliga elever på den ena skolan (tre femtedelar av urvalsgruppen) utförde ett laborativt moment. Samtliga elever på den andra skolan (två femtedelar av urvalsgruppen) hade istället ett ordinarie lektionstillfälle med motsvarande innehåll som det laborativa momentet. Tack vare att vi själva har informerat eleverna om enkätens genomförande har alla elever fått samma förutsättningar. Det medför en god reliabilitet. Validiteten hos undersökningen är överlag bra då vi har fyra svarsalternativ men på de frågor vi endast har tre alternativ, minskar validiteten, eftersom det är lätt att tänka sig att en elev som blir presenterad med tre alternativ på en fråga de inte är helt säkra på svaret på, väljer det mest neutrala alternativet (i detta fall; mittenalternativet). Om det för eleven presenteras fyra alternativ och eleven ställs inför samma problem, finns det inget ”neutralt” alternativ. Eleven måste därför göra ett mer medvetet val. De elever som utförde en laboration ansåg sig ha förstått laborationen och tyckte att den gav bättre förståelse för ämnet. Dock var det svårt att kontrollera om detta faktiskt stämde på grund av utformningen av enkäten. För att öka relevansen ytterligare hade det varit bra med djupintervjuer, speciellt med de som svarade att de kunde de olika begreppen mycket bra, med de som sa att de inte alls kunde begreppen, samt med de som utförde laborationen. Hur pass bra en elev kan värdera sin egen kunskap är svårt att bedöma. En korsreferens med de prov som eleverna utförde vid avslut av kursmoment, samt enkät 2, skulle öka reliabiliteten för svaren.

## Litteraturlista

- Andersson, B. (2005) *Design och validering av undervisningssekvenser - en ämnesdidaktiskt forskningsstrategi med exempel från naturvetenskapen*. Göteborg: Institutionen för pedagogik och didaktik, Göteborgs universitet.
- Ceptilis, H. (2007) *Att undervisa genetik: problem och möjligheter*. Malmö: Lärarutbildningen Malmö högskola.
- Crouch, C. H., Fagen, A. P., Callan, J. P. & Mazur, E. (2004) Classroom demonstrations: Learning tools or entertainment? *American Journal of Physics* 72 (6), 835-838.
- Henriksson, A. (2000) *Naturkunskap B* (2a upplagan). Malmö, Gleerup.
- Knippels, M-C. P. J. (2002) Coping with the abstract and complex nature of genetics in biology education: The yo-yo learning teaching strategy.  
<http://igitur-archive.library.uu.nl/dissertations/2002-0930-094820/full.pdf> [Hämtad 07.05.05]
- Knippels, M-C. P. J., Waarlo, J. W., & K. T. Boersma. (2005) Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education*, 39 (3), 108-112.
- 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.
- Lewis, J., Leach, J., & Wood-Robinson, C. (2000a) Chromosomes: the missing link – young people's understanding of mitosis, meiosis, and fertilization. *Journal of Biological Education*, 34 (4), 189-199.
- Lewis, J., Leach, J., & Wood-Robinson, C. (2000b) All in the genes? – young people's understanding of the nature of genes. *Journal of Biological Education*, 34 (4), 74-79.
- Mysliwiec, H. T. (2003) The Genetic Blues: Understanding Genetic Principles Using a Practical Approach & a Historical Perspective. *The American Biology Teacher*, 65 (1), 41-46.
- PROJEKT NORDLAB-SE. Genetik. <http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/trialse/pdf/bi4.pdf> [Hämtad 07.05.05].
- Rotbain, Y., Marbach-Ad, G. & Stavy, R. (2006) Effect of Bead and Illustrations Models on High School Students' Achievement in Molecular Genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 43 (5), 500-529.
- Trumbo, S. (2000) Introducing Students to the Genetic Information Age. *The American Biology Teacher*, 62 (4), 259-261.
- Skolverkets hemsida, kursmål för gymnasiet, Naturkunskap B:  
<http://www3.skolverket.se/ki03/front.aspx?sprak=SV&ar=0607&infotyp=5&skolform=21&id=3278&extraId=> [Hämtad 07.04.25]
- Vetenskapsrådet. *Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning*.

# Appendix

## Bilaga 1

### Enkät om genetik

Kön: Tjej  Kille

Ålder:.....

Skola.....

Klass:.....

1. Vad är byggt av celler?

Är följande organismer uppbyggda av celler? Sätt ett kryss för varje organism!

	JA	NEJ	VET EJ
Människor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ormbunkar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rosor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Musslor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maskar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Svampar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bakterier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Beskriv med egna ord vad kromosomer är och vart de finns.

.....

.....

.....

3. Vilka organismer har kromosomer?

Har följande organismer kromosomer? Sätt ett kryss för varje organism!

	JA	NEJ	VET EJ
Människor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ormbunkar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rosor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Musslor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maskar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Svampar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bakterier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Beskriv med egna ord vad gener är och vart de finns.

.....  
.....  
.....

5. Vilka organismer har gener?

Har följande organismer gener? Sätt ett kryss för varje organism!

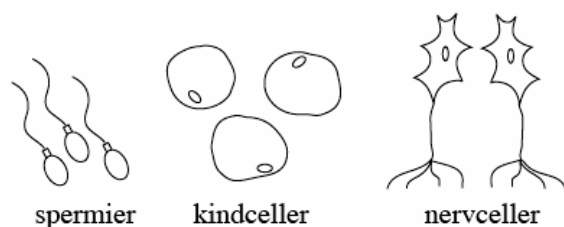
	JA	NEJ	VET EJ
Människor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ormbunkar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rosor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Musslor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maskar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Svampar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bakterier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Sexuell förökning

Kan följande organismer föröka sig sexuellt? Sätt ett kryss för varje organism!

	JA	NEJ	VET EJ
Människor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ormbunkar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rosor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Musslor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maskar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Svampar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bakterier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

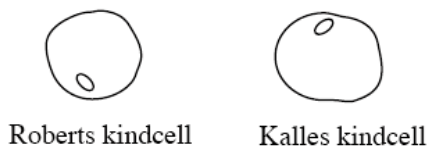
7. Roberts celler



Svara på frågorna om Robert celler genom att kryssa i en av rutorna för varje fråga.

		Lika	Olika	Vet ej
A)	Om du skulle jämföra två av Robert kindceller, skulle den genetiska informationen i dem vara...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B)	Om du skulle jämföra en av Robert kindceller med en av hans nervceller, skulle den genetiska informationen i dem vara...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C)	Om du skulle jämföra en av Roberts kindceller med en av hans spermier, skulle den genetiska informationen i dem vara...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D)	Om du skulle jämföra två av Roberts spermier, skulle den genetiska informationen i dem vara...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Roberts och Kalles celler



Svara på frågan om Roberts och Kalles celler genom att sätta ett kryss i en av rutorna.

	Lika	Olika	Vet ej
Om du skulle jämföra Roberts kindcell med Kalles kindcell, skulle den genetiska informationen i dem vara...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Övriga kommentarer:

.....

.....

Tack för att du besvarat enkäten och därmed hjälp oss med vår undersökning!

//Hanna & Pelle

## Bilaga 2

### Enkät om genetik

Kön: Tjej                       Kille

Ålder:.....

Klass:.....

Skola:.....

1. Om någon ber dig förklara följande begrepp, hur bra skulle du kunna förklara dem?

a. Kromosom:

Inte alls              Lite grann      Bra                      Mycket bra

b. DNA

Inte alls              Lite grann      Bra                      Mycket bra

c. Gen

Inte alls              Lite grann      Bra                      Mycket bra

d. Allel

Inte alls              Lite grann      Bra                      Mycket bra

2. Om någon ber dig förklara följande, hur bra skulle du kunna förklara det?

a. Hur proteiner bildas?

Inte alls              Lite grann      Bra                      Mycket bra

b. Var proteiner bildas?

Inte alls              Lite grann      Bra                      Mycket bra

3. Jag tycker att följande moment har varit givande för min inläring
- |   |                |             |  |
|---|----------------|-------------|--|
| a. Laborationer                               |                |             |  |
| Stämmer inte alls                             | Stämmer delvis | Stämmer bra |  |
| b. Övningsuppgifter                           |                |             |  |
| Stämmer inte alls                             | Stämmer delvis | Stämmer bra |  |
| c. Självstudier (kursbok, annat kursmaterial) |                |             |  |
| Stämmer inte alls                             | Stämmer delvis | Stämmer bra |  |
4. Laborationerna gav mig bättre förståelse för ämnet
- |                   |                |             |  |
|-------------------|----------------|-------------|--|
| Stämmer inte alls | Stämmer delvis | Stämmer bra |  |
|-------------------|----------------|-------------|--|
5. Jag förstod och kan förklara vad vi gjorde på laborationerna
- |                   |                |             |  |
|-------------------|----------------|-------------|--|
| Stämmer inte alls | Stämmer delvis | Stämmer bra |  |
|-------------------|----------------|-------------|--|
6. Jag tycker att det svårt att förstå de olika begreppen (mRNA, homozygot, etc.) inom genetik
- |                   |                |             |  |
|-------------------|----------------|-------------|--|
| Stämmer inte alls | Stämmer delvis | Stämmer bra |  |
|-------------------|----------------|-------------|--|
7. Jag tycker att begreppen (mRNA, homozygot, etc.) är relevanta för att förstå genetik
- |                   |                |             |  |
|-------------------|----------------|-------------|--|
| Stämmer inte alls | Stämmer delvis | Stämmer bra |  |
|-------------------|----------------|-------------|--|
8. Jag tycker att begreppen (mRNA, homozygot, etc.) krånglar till genetik
- |                   |                |             |  |
|-------------------|----------------|-------------|--|
| Stämmer inte alls | Stämmer delvis | Stämmer bra |  |
|-------------------|----------------|-------------|--|



9. Förklara kortfattat följande tre begrepp;

a. Kromosom

.....  
.....

b. DNA

.....  
.....

c. Gen

.....  
.....

Övriga kommentarer:

.....  
.....

Tack för att du besvarat enkäten och därmed hjälp oss med vår undersökning!

//Hanna & Pelle

## Bilaga 3

### Rätt svar till enkät 1

#### Enkät 1

**1. Vad är byggt av celler?**

Svar: JA på samtliga

**3. Vilka organismer har kromosomer?**

Svar: JA på samtliga

**5. Vilka organismer har gener?**

Svar: JA på samtliga

**6. Sexuell förökning**

Svar: JA på samtliga, utom bakterier där svaret är NEJ

**7. Roberts celler**

Svar: Lika på A, B, C. Olika på D.

**8. Roberts och Kalles celler**

Svar: Olika

## Bilaga 4

### Populationsgenetik och biologisk variation

Hos människan finns ett antal ärftliga egenskaper som är ganska lätta att observera. Nedan ges några exempel på sådana egenskaper. Vi antar att arvet inte är könsbundet och att varje egenskap bestäms av ett enda anlagspar. Anlagen kan vara dominanta (betecknas med stor bokstav) eller recessiva (betecknas med liten bokstav). Även om nedärvningsförloppen inte är helt klarlagda i samtliga fall, kan de användas för statistisk behandling.

#### Blodgrupp

I denna laboration kommer vi att utgå ifrån era olika blodgrupper. AB0-blodgrupperna är viktiga att känna till vid t.ex. blodtransfusion eftersom alla människor inte kan ta emot blod ur vilken blodgrupp som helst. På de röda blodkropparna finns antigener, A och B. Om blod med en främmande antigen kommer in i blodomloppet kan det innebära att kroppens immunförsvar reagerar med att bilda antikroppar för att ”oskadliggöra” de främmande blodkropparna.

Vilken blodgrupp vi tillhör beror på de antigener som finns på våra röda blodkroppar (A, B, 0 eller AB). A och B nedärvs dominant medan 0 nedärvs recessivt.

I Sverige tillhör 46% av befolkningen blodgrupp A, 38% 0, 11% B och resterande 5% AB.

Din uppgift är nu att ta reda på:

1. Vilken blodgrupp tillhör du?

**Material:** Labbrock, objektglas, anti A, anti B, pipetter, bomull, tvättsprit, minilancett , plåster samt en tändsticka.

**Metod:** Tvätta fingertoppen med tvättsprit. Stick ett hål i fingertoppen med hjälp av minilancetten vilken sedan läggs i behållaren för farligt avfall. Sätt två bloddroppar på objektglaset. Tillsätt anti A till den ena droppen och anti B till den andra, rör om med en tändsticka. Vänta 30 sekunder innan svaret avläses. Om inget hänt har du blodgrupp A, om droppen med anti-B har klumpat ihop sig har du blodgrupp B och om båda dropparna klumpat ihop sig har du blodgrupp AB.

### Andra egenskaper

Förutom blodgrupper ska vi även titta på andra ärftliga egenskaper. Nedan finns några frågor vilka alla är ställda på ett sådant sätt att den dominanta egenskapen efterfrågas. Om du svarar ja på frågan bär du på dominanta anlag. Ringa in rätt svar.

2. Kan du rulla ihop tungan?	Ja (+)	Nej (-)
3. Har du fria örsnibbar?	Ja (+)	Nej (-)
4. Har du lockigt hår?	Ja (+)	Nej (-)
5. Har du någon smilgrop?	Ja (+)	Nej (-)
6. Knäpp ihop händerna. Hamnade vänster tumme överst?	Ja (+)	Nej (-)
7. Går ditt hårfäste ner som ett V i pannan?	Ja (+)	Nej (-)
8. Har du fräknar?	Ja (+)	Nej (-)

Fyll i dina svar på bilden vilket visar biologisk variation (nästa sida) och på OH-bilden.

När alla fyllt i sina svar diskuteras svaren.

### Extra uppgift

I ett s. k. faderskapsmål gjordes blodgruppsundersökning på modern, barnet och den utpekade mannen. Barnet visade sig tillhöra blodgrupp 0, modern blodgrupp A och mannen blodgrupp AB.

Är det troligt att mannen är far till barnet?

Motivera!

.....  
.....  
.....  
.....