



UPPSALA
UNIVERSITET

Institutionen för
pedagogik, didaktik och
utbildningsstudier.

Examensarbete i
utbildningsvetenskap
inom allmänt
utbildningsområde,
15 hp.

Rapport nr: 2016ht02159

Konkretisering av kunskap

En komparativ analys av visuella inslag i fyra läroböcker för ämnet biologi

Farzad Bahrami

Examinator: Jörgen Mattlar

Sammanfattning

Kunskaper i genetik är viktiga ur både ekonomiska och vardagliga perspektiv. I skolan lyfts denna kunskap främst ur läroböcker, med andra ord får läroboken en central roll för vad som lärs ut. Då elevens möter läroböcker på egen hand bidrar det till missförstånd och felaktig tolkning av de genetiska begreppen kromosom, DNA, gen och allel. Dessa brister kan bero på mängden begrepp men också på hur begreppen konkretiseras och sammankopplas med hjälp av visuella inslag. Med andra ord kan det sätt dessa begrepp visualiseras på bidra till ökad inläring.

Denna studie syftar till att analysera, kvantitativt och kvalitativt, hur väl begreppen kromosom, DNA, gen och allel konkretiseras och sammanlänkas med hjälp av visuella inslag i fyra läroböcker. Tre av de undersökta böckerna är svenska och en är internationell. De analysverktyg som används är kvantitativa och kvalitativa och består av operationaliserade frågeställningar.

Resultatet av analysen visar att mängden visuella inslag som nämner och/eller sammanlänkar och konkretiserar de undersökta begreppen i de olika läroböckerna, inte skiljer sig åt avsevärt. Dock så skiljer sig kvalitén på de visuella inslagen. Bland de undersökta läroböckerna innehåller de svenska böckerna ibland bristfälliga sammankopplingar mellan de undersökta begreppen. I alla de svenska läroböckerna lyser begreppet allel med sin frånvaro, vilket bidrar till feltolkningar av typen ”*gen och allel är samma sak*”. Den internationella litteraturen har bilder som står på egna ben, med andra ord är väldigt lätta att tolka och sammankoppla med texten. I nästan alla böckerna presenteras bilderna på samma sida som texten. I tre av fyra böcker refereras det till bilderna. Den internationella läroboken har på bästa sätt konkretiserat och sammankopplat begreppen kromosom, DNA, gen och allel.

Studien visar att de svenska läroböckerna bör konstrueras på så sätt att begrepp som hör ihop på ett bättre sätt sammanlänkas till varandra med hjälp av bilder. Vidare studier bör göras gällande pedagogers användande av de bilder som finns i läroböcker för att se om detta bidrar till en minskning av missförstånd och feltolkningar.

Nyckelord: biologiämnets didaktik, läromedelsanalys, bildanalys, genetik

Innehållsförteckning

Inledning	5
Bakgrund	6
Lärare och läromedel	6
Visualisering i undervisningen	7
Biologi i samhället och i skolans kursplan	7
Litteraturoversikt.....	9
Tidigare forskning	9
Lärobokens betydelse för läraren, eleven och genetikundervisningen.....	9
Effekten av multimedia inläring	11
visualisering i undervisningen.....	11
Teoretiska perspektiv.....	13
The generative theory of multimedia learning	13
Selektering, organisering och integrering.....	14
Den generativa processen – ett exempel.....	14
Kontinuitet effekten	15
Syfte och frågeställningar.....	16
Metod.....	17
Val av datainsamlingsmetoder	17
Urval.....	17
Validitet och reliabilitet.....	18
Analysmetod.....	19
Analys.....	20
Andel visuella inslag.....	20
Kromosomer, DNA och gener	21
Gleerups Biologi	21
Spektrum Biologi	23
IGCSE Biology.....	24
Biologi Direkt	25
Gener och alleler.....	27

Gleerups Biologi	27
Spektrum Biologi	28
IGCSE Biology.....	29
Biologi Direkt.....	30
Kontinuitet	31
Diskussion.....	33
Andel visuella inslag.....	33
Kromosomer, DNA och gener	33
Gener och alleler.....	34
Kontinuitet	35
Konklusion.....	36
Referenslista	37
Bilagor.....	39
Bilaga 1. Presentation av läromedlen.....	39
Bilaga 2. Definitioner av de genetiska begreppen.....	40

Inledning

Under de senare åren har skolan och skolpolitiken varit på tapeten. Olika medier har skrivit om hur den svenska skolan är i kris (SvD, 2013; DN, 2013; SVT, 2015). Jag har själv ofta funderat över den kunskap som pedagoger varje dag förmedlar till sina elever. Då denna kunskap många gånger lyfts fram ur olika läromedel (Kärrqvist och Frändberg, 2010:54) återstår frågan, förmedlas kunskapen i läromedlen på ett tillräckligt bra sätt för att vända på den negativa trend som bland annat studier som PISA och TIMSS påvisar (Skolverket, 2015)?

Under min utbildning fick jag chansen att arbeta på en internationell skola i Uppsala. På denna skola användes en kurslitteratur i de naturorienterade ämnena som höll en internationell standard, nämligen International General Certificate of Secondary Education eller IGCSE från Cambridge.

Det som överraskade mig mest var hur mycket dessa böcker, ur min erfarenhet, skiljde sig från den traditionella kurslitteraturen i de naturorienterade ämnena som används i Sverige. Jag uppfattade IGCSE som en bok där text varvades med bilder och tillsammans gjorde abstrakta begrepp konkreta för eleverna. Boken IGCSE gav mig idén till denna uppsats.

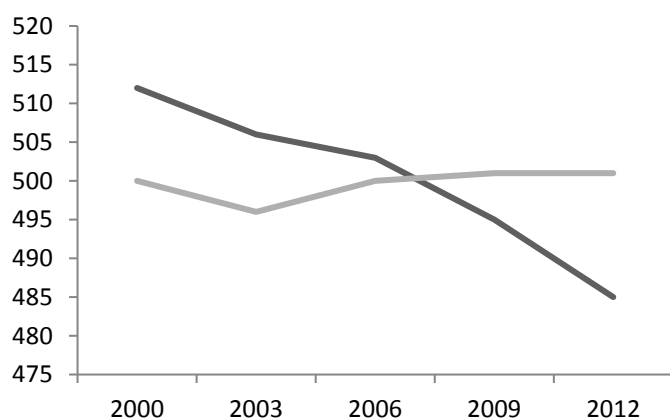
Bakgrund

Enligt läroplanen för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet (Skolverket, 2011:9), ska skolan understödja elever i deras inhämtning och utveckling av kunskap samt skapa förutsättningar för elevers fortsatta lust att lära. Vidare påbjuder skollagen (Skolverket, 2011:8) en likvärdig utbildning oberoende av studieort. Skolan har ett ansvar för hur utvecklingen av kunskap hos elever sker samt vad som räknas som giltig kunskap för framtiden.

Skolans uppdrag att främja lärande förutsätter en aktiv diskussion i den enskilda skolan om kunskapsbegrepp, om vad som är viktig kunskap i dag och i framtiden och om hur kunskapsutveckling sker. (Skolverket, 2011:10)

Trots att läroplanen poängterar vikten av kunskapsutveckling hos studenter har flera svenska medier (SvD, 2013; DN, 2013; SVT, 2015) genom åren vittnat om fallande resultat i den svenska skolan. Även rapporter från Skolverket visar på en nedåtgående spiral (figur 1) vad gäller svenska elevers kunskaper i ett internationellt perspektiv.

I en sammanfattande rapport över PISA-resultatet från Skolverket (2015) dras slutsatsen att de svenska elevernas bristande kunskaper i bland annat de naturvetenskapliga ämnena, är orsaken till de fallande resultaten. Kan den bristande kunskapen i de naturvetenskapliga ämnena vara ett resultat av läroböckerna?



Figur 1. PISA resultat för åren 2000-2012. Den svarta linjen representerar Sverige och den grå linjen representerar medelvärdet för OECD-länderna.

Lärare och läromedel

En NO-lärare behöver, utöver sina ämneskunskaper, ha kännedom om naturvetenskapernas didaktik. Insikten i den naturvetenskapliga didaktiken är en förutsättning för noga övertänkta NO-lektioner (Kärrqvist och Frändberg, 2010:70).

En jämförelse över NO-lärarnas erfarenheter och kunskaper mellan år 1995 och 2003 visade att de senare hade mindre erfarenhet av yrket samtidigt som de hade en lägre andel akademiska poäng i sina respektive ämnen. De NO-lärare som hade fler akademiska poäng i ett NO-ämne bedrev en undervisning som var mer inriktad åt begreppsförståelse. Trots dessa skillnader kunde inte en korrelation mellan lärares erfarenheter och kunskaper samt elevernas prestationer i TIMSS påvisas (Kärrqvist och Frändberg, 2010:73).

Läroböcker influerar lärare till en stor del när det kommer till lektionsplanering. Majoriteten av lärare i NO använder läroböcker. Många av dessa lärare utgår även från en lärobok vid planering av lektioner, övningar och hemuppgifter. Läroböcker är viktiga då dessa är en stor del av utbildningen och är något som eleverna kommer i kontakt med dagligen. Då *många* pedagoger planerar sina lektioner utifrån läroböcker leder det onekligen till att litteraturen får en central roll för hur kunskaper förmedlas till elever (Kärrqvist och Frändberg, 2010:54).

Visualisering i undervisningen

Visualisering av olika slag som t.ex. fotografier och stillbilder kan användas som verktyg i undervisningen. Dessa kan på ett effektivt sätt främja lärandet. Mer än 50 % av hjärnan medverkar i tolkningen av bilder. Detta gör det gagnarrik att använda visuella verktyg som en produktiv del av undervisningen (Tibell, Höst, Schönborn & Bohlin, 2012:12).

Nytan med användningen av olika sinnesintryck kan även medföra problem. När en bild tolkas på ett annat sätt än vad som var syftet blir det svårt att omtolka den. Faran ligger i att den första interpretationen håller sig kvar i minnet. För att förmedla kunskaper är det viktigt att åskådliggöra den med hjälp av passande bilder (Tibell et al., 2012:12). När man talar om åskådliggörande med hjälp av bilder kan det handla om förstörade bilder, avbildningar eller grafer. Ibland presenteras verklighetstrogna bilder och ibland översiktliga förenklingar (Tibell et al., 2012:13). Ett problem som uppstår i visualiseringen i diverse läromedel är när en viss process ska framhävas. De delarna som omnämns i texten förstoras för att stå ut från resterande. Detta leder till misstolkning då bland annat storleksförhållanden inte är förankrade i verkligheten (Tibell et al., 2012:14).

Då i princip alla läromedel innehåller någon form av visualisering bör eleverna få stöd i tolkningen av dessa. Åskådliggörande, det sammanhang detta sker i samt den vägledningen eleverna får vid tolkningen av detta är centrala delar som tillsammans bäddar för ett gott resultat (Tibell et al., 2012:13).

Biologi i samhället och i skolans kursplan

Ett av de naturvetenskapliga begrepp som är i ropet är gener. Detta grundar sig inte enbart på att gener är något man får i arv från sina föräldrar, utan det är den centrala delen av olika organismers särdrag. Gener är inte endast viktiga ur ett ekonomiskt perspektiv utan påverkar

även alla människors liv. Det beror på att det idag bland annat går att beställa genetiska analyser av ett foster vid graviditet vilket skulle kunna vara intressant för framtida föräldrar. Utöver detta kan man med hjälp av gener påverka egenskapen hos andra livsformer, även kallad GMO. Kunskapen om gener kan sägas vara fundamentala för insikten i diverse biologiska frågor då dessa i stort sett berör alla delar av biologiundervisningen (Hagman, 2006:5).

I grundskolans kursplan för biologi står det att syftet med undervisningen är att bidra till elevernas progression vad gäller den ingående kännedomen om bland annat biologins begrepp. I grundskolans senare år ska eleven även ha färdigheten att kunna tolka olika naturvetenskapliga texter och estetiska uttryck (Skolverket 2011:156). Vidare syftar undervisningen till att lära elever att ”använda biologins begrepp [...] för att beskriva och förklara biologiska samband i människokroppen[...].” (Skolverket, 2011:157).

I årskurs 4-6 ska eleverna, enligt de centrala målen, lära sig att tolka och granska information som återfinns i bland annat faktatexter. Vad gäller de centrala målen för årskurs 7-9 ingår, bland andra kunskapsmål, ärlighet samt kopplingen mellan arv och miljö vilka är delar ur avsnittet genteknik inom kursen biologi (Skolverket, 2011:159).

Begreppsanvändning finns som ett betygskriterium inom biologi för både årskurs 6 och 9. Beroende på hur väl eleven behärskar begreppen och användningen av det, kan betyget variera från F-A (Skolverket, 2011:161–165).

Sammantaget kan här sägas att begreppsförståelse och förmågan att tolka naturvetenskapliga texter är två delar av biologiämnets fundament. Utan förtrogenhet med biologins begrepp kan det bli svårt att tolka naturvetenskapliga texter och utan förmågan att tolka naturvetenskapliga texter kan man inte tillgodogöra sig begreppen.

I denna litteraturstudie har jag för avsikt att jämföra avsnittet genetik ur boken IGCSE Biology med samma avsnitt i några svenska läromedel. Detta görs för att visa på skillnader och likheter i användandet av bilder samt dess integrering med skriften för att konkretisera och undvika missuppfattningar av begrepp, och därigenom tydliggöra de kunskaper som förmedlas.

Litteraturöversikt

Detta avsnitt kommer att belysa tidigare forskning som studien tar avstamp i. Den tidigare forskningen i detta avsnitt tydliggör syftet med visuella inslag i undervisningen i allmänhet och NO i synnerhet.

Den tidigare forskningen som presenteras nedan behandlar pedagogers läromedelsanvändning samt den påverkan detta kan ha på eleven. Detta är aktuellt för denna uppsats så studien går ut på att ta reda på hur visuella inslag som konkretiserar ett antal begrepp är konstruerade och vilken effekt detta kan ha på elevens inläring. Vidare presenteras resultatet för forskning kring multimedia inläring, denna forskning är högst aktuellt för uppsatsen då den behandlar samma tema. Sist presenteras forskning kring effekten av visualisering i undervisningen. Den sistnämnda forskningen behandlar inte samma tema som denna studie. Den kan dock vara av intresse då effekten av visuella inslag behandlas och visas hjälpa svagbegåvade elever skapa ett sammanhang i kontakten med texter av olika slag.

Tidigare forskning

Lärobokens betydelse för läraren, eleven och genetikundervisningen

Många elever anser att naturvetenskapliga ämnen är bland de mindre intressanta skolämnena, det gäller framförallt killar (Skolverket, 2007:17). Detta beror på att mängden fakta är så stor att eleverna inte längre uppfattar poängen med undervisningen (Nelson, 2012:18; Knippels, 2002:27). Hur elever lär sig nya kunskaper i klassrummet påverkas i hög grad av läraren. Hur läraren i sin tur förmedlar kunskaper påverkas av dennes kvalifikationer och synsätt på lärande. Lärarens synsätt påverkar de verktyg denne använder sig vid kunskapsförmedlingen (Olofsson, 1998:2).

Många lärare i de naturvetenskapliga ämnena baserar större delen av undervisning på läroböcker. Läroböckerna används även i stor utsträckning vid utdelning av läxor. Läxorna kan många gånger bestå av att eleverna får ett textavsnitt ur läroboken som läses på egen hand (Olofsson, 1998:36; Nelson, 2012:16).

Mycket forskning har utförts på elevers förståelse av begrepp, deras missuppfattningar och de konceptuella förändringar som sker inom genetik. Ett av de problem som uppenbarade sig var den påverkan barnens tidigare kunskaper om naturvetenskapliga fenomen hade på deras inläring. Mer ofta än sällan var elevernas förförståelse om naturvetenskapliga skeenden i direkt konflikt med vad som anses som allmänt accepterade kunskaper inom naturvetenskapen (Pashley, 1994:121). Ytterligare en källa till missuppfattningar i genetikundervisningen är mängden komplexa termer. Eleverna är sällan säkra på definitionen av diverse genetiska termer och

begrepp som dyker upp i bland annat läroböckerna, då dessa många gånger kan vara väldigt lika varandra (Knippels, 2002:27; Hagman, 2006:12).

Eleverna lär sig de genetiska begreppen från tre huvudsakliga källor. Dessa är läroböcker, lärare samt kunskapskriterierna. Knippels menar att den genetiska vokabulären inte alltid används konsekvent. Många gånger kan läroböcker innehålla synonymer till nämnda begrepp vilket ökar elevernas osäkerhet kring användningen och betydelsen av diverse genetiska begrepp (Knippels, 2002:27; Hagman, 2006:13).

Vad gäller gener har studier visat att elever inte har några problem att begripa innebörden av begreppet, det vill säga något som ärvs från föräldrarna och som avgör egenskaperna hos en individ. Däremot tyder forskningen på att eleverna har svårt att förstå hur gener är sammankopplade med andra genetiska system (Hagman, 2006:20). Bland de begrepp som elever hade svårt att koppla ihop med gener finns följande *allel*, *kromosomer* och *DNA*. Gällande begreppen gen och allel orsakas missuppfattningarna av det felaktiga användandet av dessa. I läroböcker används begreppen gen och allel många gånger felaktigt. Ett vanligt fel läromedelsförfattare gör är att till exempel beskriva en ”gen för röd färg på blommor” istället för en ”allel för röd färg på blommor” eller en ”dödlig gen” istället för en ”dödlig allel”. Det felaktiga användandet av begreppen gen och allel bidrar till att eleverna lär sig att dessa är utbytbara vilket i sin tur leder till tre generella typer av missuppfattningar. dessa är: *a) Gener innehåller alleler; b) Alleler innehåller gener; c) Gener och alleler är samma sak* (Pashley, 1994:123; Knippels, 2002:28; Hagman, 2006:13; Galea, 2016:1). Ytterligare missuppfattningar bestod av begreppen kromosom och DNA. Eleverna visade sig bli förvirrade av och hade svårt att förstå funktionen med dessa termer. Detta har visats leda till svårigheter att förstå begreppet allel samt de olika genetiska drag alleler kan bidra till. Vidare har detta lett till felaktig uppfattning om celledelning i allmänhet samt meios i synnerhet. I vissa fall visades befruktningsprocessen misstas för meios (Longden, 1982:1; Pashley, 1994:123; Knippels, 2002:30; Hagman, 2006:14; Galea, 2016:1).

Vidare studier har visat att många av elevernas missuppfattningar kunde relateras dels till elevernas tidigare felaktiga uppfattning om diverse genetiska begrepp samt till de enformiga schematiska skisser som skulle vara till hjälp vid inläringen av begrepp så som till exempel meios (Longden, 1982:1).

Pashley presenterar i sin studie en metod för att skapa de rätta förutsättningarna för vidare inläring. Metoden går ut på att eleverna först ska bli medvetna om sina felaktiga uppfattningar om de vetenskapliga koncepten. En konflikt mellan elevens uppfattning och den korrekta innebörden av begreppen bör skapas sakteligen. När eleverna har börjat ifrågasätta sina egna tolkningar så kan dessa lätt ersättas med det som anses vara korrekt enligt naturvetenskapen (Pashley, 1994:123). Pashley använde sig av en kromosom modell för att få igång elevernas metakognitiva process. Detta visades vara mer effektiv för att motarbeta elevernas missuppfattningar än traditionell undervisning (Pashley, 1994:126).

Bilder, filmer, animationer och modeller av olika slag är mycket viktiga aspekter i naturvetenskapliga texter. Detta beror på att dessa ofta inbegriper abstrakta begrepp som saknar visuella och handgripliga exempel i verkligheten (Devetak och Vogrinc, 2013:5).

Effekten av multimedia inläring

Hur kommer det sig att en elev kan läsa alla ord i en vetenskaplig skriven text men ändå inte lyckas tillgodogöra sig informationen på ett sätt som möjliggör problemlösning? En student utan tidigare erfarenhet av ämnet meteorologi tillfrågades att läsa en kort text. I denna text, som bestod av 600 ord, behandlades åskväder och hur detta uppstår ur ett orsak och verkan perspektiv. Några minuter senare fick samma elev en fråga som krävde att denne skulle resonera kring informationen som framkom i texten. Trots elevens helhjärtade försök att lösa uppgiften och besvara frågan lyckades denne inte producera ett godtagbart svar. Eleven lyckades faktiskt inte ens bättre än andra utan tidigare kunskap om ämnet. Hur kan man hjälpa elever att förstå vetenskapliga förklaringar innehållande orsak och verkan, till exempel hur en pump fungerar, hur det mänskliga respiratoriska systemet fungerar eller hur åskväder uppstår (Mayer, 1997:1)?

Mayer hade en teori för att öka elevers förståelse för vetenskapliga förklaringsmodeller och benämnde det multimedia inläring (multimedia learning). Han utformade en hypotes, som sedan testades deduktivt. Antagandet gick ut på att elever som fick information i form av texter med tillhörande bilder, så kallade "*multiple representation group*", kunde tillgodogöra sig kunskapen på en högre nivå än elever som endast hade tillgång till en text, som han kallade för "*single representation group*" (Mayer, 1997:8).

I en serie av åtta undersökningar testades Mayers hypotes genom att mäta problemlösningsförmågan för elever i dem så kallade "*multiple representation group*" och "*single representation group*". Studien koncentrerades på elever med låga nivåer av förkunskaper men med en hög grad av spatial förmåga. Alla studier innehöll korta orsak-verkan förklaringsmodeller som behandlade hur olika enheter så som bromsar, pumpar och generatorer fungerade. Försökspersonernas uppgift var att generera så många lösningar som möjligt vilket sedan alstrade en viss poäng (Mayer, 1997:8).

Resultatet för alla åtta tester visade att elever i "*multiple representation group*" producerade över 75 % fler lösningar på problemen än försökspersonerna i "*single representation group*". Detta menar Mayer, tyder på en stark korrelation mellan inläring/förståelse och visualisering (Mayer, 1997:9)

visualisering i undervisningen

Olika elever har olika mål vid läsning av en text. Den kunnige läsaren ser avkodning av en text som en process vars syfte är framställningen av mening. Den mindre skickliga läsaren närmar sig en text ur ett annat perspektiv. Dessa typer av läsare har som mål att avkoda en text utan någon som helst tanke på dess syfte. Avkodning är däremot ingen garant för förståelse (Rubman och Waters, 2000:503).

I en text står det att tåget avgår från stationen endast kl. 13.00 och 17.00. Dr. Jones kommer att ta tåget kl. 19.00. Trots att eleverna både kunde avkoda texten och komma ihåg de relevanta detaljerna misslyckades de ändå med att identifiera motsägelserna. Detta tyder på att problemet inte beror på minnessvårigheter. Den mindre skicklige läsaren avkodar en text, kommer ihåg de grundläggande detaljerna i texten men misslyckas med att sammankoppla dessa detaljer till en sammanhängande helhet (Rubman och Waters, 2000:504).

Studier har visat att även mindre skickliga läsare kan hjälpas till att bli skickliga läsare. Genom att använda visualisering i undervisningen kan dessa elever lära sig att sammankoppla enskilda ord och begrepp till en helhet. Rubman och Waters utvecklade en metod som gick ut på att 96 elever från årskurs tre och 96 elever från årskurs sex delades in i grupperna mindre skickliga läsare och skickliga läsare. Varje grupp delades i sin tur i två undergrupper varav den ena fick små urklippsfigurer. Dessa figurer representerade händelserna i olika texter och skulle placeras ut i den ordningen som dessa förekom i texten. Den andra gruppen fick bara texten, men den skulle läsas två gånger (Rubman och Waters, 2000:505).

Texterna var fyllda med två olika typer av motsägelser. Den ena typen av motsägelser var så kallade inre inkonsekventa detaljer och den andra typen var yttre inkonsekventa detaljer. Inre inkonsekvens innebär detaljer som till exempel att ett rum beskrivs som ”stökig” i början av en text och senare i samma text beskrivs det som ”inte stökig”. Med yttre inkonsekvens menas detaljer som helt motsäger allmänt kända fakta. Till exempel står det i en text att på en snöig dag kan barnen inte åka skridskor på en sjö om inte den är frusen och om den är frusen kan inte fiskar hoppa upp ur vattnet. Båda dessa saker sker i texten (Rubman och Waters, 2000:506).

Resultatet för undergrupperna jämfördes för de mindre skickliga läsarna i årskurs tre. Gruppen som fick urklippsfigurer fann 41 % fler motsägelser än den grupp som endast fick en text. De mindre skickliga läsarna i årskurs sex som hade tillgång till urklippsfigurerna fann 29 % fler felaktigheter i texten än motsvarande grupp som endast hade tillgång till texten. Författarna till studien menar att resultatet tyder på att de mindre skickliga läsarna endast koncentrerar sig på att avkoda texten och missar helheten i texten. När de får tillgång till bilder så får de den hjälp de behöver för att skapa en mening med de ord som läses samt kan sammankoppla delarna till en sammanhängande helhet (Rubman och Waters, 2000:510).

Teoretiska perspektiv

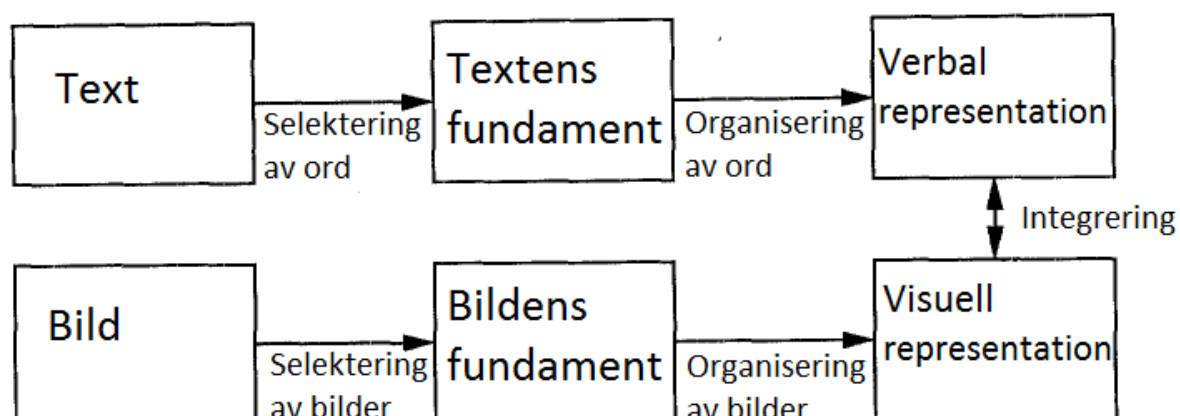
Elever kommer ofta i kontakt med läroböcker, i klassrummet och på egen hand, och visuella inslag har visat sig öka elevernas problemlösningsförmåga, minska deras missuppfattningar samt skapa en sammanhängande helhet. Av denna anledning valdes Mayers teori om multimedia inläring som den kontext denna komparativa studie tolkas utifrån.

The generative theory of multimedia learning

Den generativa teorin om multimedia inläring uppkom med syfte att skapa illustrationer och material som genererar ett meningsfullt lärande. Målet med denna teori är att förstå hur människor integrerar skrift och visuella inslag vid inläring med multimedia (Mayer, 1997:4).

Mayer skapade denna teori med hjälp av delar ur olika redan existerande teorier som bland annat Wittrocks "*generative theory*" och Paivos "*dual coding theory*". Från Wittrocks så kallade "*generative theory*" lånades idén om att meningsfullt lärande sker när en elev *selektar* relevant information ur en text, *organiserar* denna information i form av en sammanhängande mental framställning, det vill säga visualisering, och slutligen *integrerar* denna nya kunskap med andra redan inlärd sådana. Från Paivos "*dual coding theory*" lånades tanken att dessa kognitiva processer ovan sker inom två olika och från varandra avskilda system för informationsprocessering. Dessa två system består av ett *visuellt*, för behandling av visuella kunskaper och ett *verbalt*, för behandling av verbala kunskaper och texter. Under multimedia inläring skapas meningsfullt lärande genom selektionen av ord och bilder i en text, organiserandet av dessa delar i en sammanhängande mental representation och till sist integrerandet av det textuella och den visuella representationen (Mayer, 1997:4; figur 2).

I den generativa teorin om multimedia inläring ses eleven som en utformare av kunskap som genom aktiv selektion och sammankoppling av information, både visuellt och verbalt, uppnår ett meningsfullt lärande. Enligt denna teori kan utformningen på materialet, det vill säga bilder och texter, påverka graden av kognitiv processering inom de visuella och verbala systemen (Mayer, 1997:4).



Figur 2 Den generativa teorin om inläring med multimedia (Mayer, 1997:5).

Selektering, organisering och integrering

Selektering (figur 2) är det första steget som uppnås under multimedia inläring. I detta steg selekteras relevanta aspekter av det textuella och visuella materialet som har plockats upp av våra sinnen, bland annat synen och hörseln. Med andra ord består selektionsprocessen av att information från texten adderas till arbetsminnet. Detta sker i den verbala och visuella informationsprocesseringen. Genom dessa två olika system väljs väsentliga fakta ut och läggs till i det verbala och visuella korttidsminnet (Mayer, 1997:5).

När eleven har selekterat visuell och verbal material samt adderat dessa till det visuella och verbala korttidsminnet, leder det till nästa steg det vill säga organisering (figur 2). I denna fas organiseras den uppfattade kunskapen, i de olika processeringssystemen, till två olika sammanhängande helheter, ett skriftligt och ett visuellt. Från texten och bilderna har nu informationen selekterats och organiserats i en så kallad verbal respektive visuell representation av det väsentliga, och placerats i korttidsminnet för verbala respektive visuella inslag (Mayer, 1997:5).

När en verbal och visuell representation har skapats återstår det slutgiltiga steget i den kognitiva processen, det vill säga integrering (figur 2) av dessa två delar. Under integreringen skapas länkar mellan den organiserade informationen och andra, för eleven, redan kända kunskaper i minnet. Med andra ord sammanlänkas den verbala respektive visuella representationerna för att skapa en ett-till-ett samband mellan skriften och dess bilder. Integreringen mellan dessa två delar sker i arbetsminnet. För att denna integrering ska kunna ske måste den verbala informationen hållas kvar i det verbala korttidsminnet och den visuella informationen i det visuella korttidsminnet (Mayer, 1997:5).

Den generativa processen – ett exempel

Vilka kognitiva processer är involverade i kunskapsinhämtningen under ett lektionspass som utgår från en lärobok och behandlar ämnet cykelpumpar med hjälp av texter och bilder (Mayer, 1997:5)?

Den första kognitiva processen en utformare av kunskap, det vill säga en elev, utför är att *selektera* de väsentliga orden och begreppen ur den presenterade skriften. Dessa ord och begrepp kan bestå av cykelpumpens nyckeldelar så som handtag, kolv, inloppsventil, utloppsventil, cylinder och slang. Dessa ord och begrepp består också av cykelpumpens huvudfunktioner, till exempel när handtaget dras upp så rör sig kolven vilket öppnar inloppsventilen. Utöver valet av nyckelord och funktioner, måste eleven även selektera relevanta bilder. De bilder som är relevanta i detta fall är bilder på cykelpumpens huvuddelar och dess funktioner, som nämnts ovan (Mayer, 1997:6).

De ord och bilder som har selekterats måste sedan *organiseras*. Organiserandet går till på så sätt att de valda orden sätts in i en sammanhängande orsak-verkan sambandskedja. Denna kedja skapar kausala samband mellan de olika momenten i texten. Sambanden kan se ut såhär

”handtaget dras uppåt” leder till att ”kolven rör sig uppåt” vilket orsakar ”öppnandet av inloppsventilen” och ” stängning av utloppsventilen”. På ett liknande sätt måste de bilder som har selekterats organiseras in i en sammanhängande kedja av orsak och verkan. På detta sätt leder förändringarna i en bild till de förändringar som sker i nästa och så vidare. Bilden av ett handtag som rör sig uppåt är orsaken till bilden av en kolv som rör sig uppåt. Bilden på kolven är i sin tur orsaken till bilden på inloppsventilen som öppnar upp sig vilket leder till bilden på utloppsventilen som stängs (Mayer, 1997:6).

De två föregående processerna leder slutligen till *integrering*, det vill säga ett-till-ett kartläggningen av de faktorer, handlingar och orsakssamband i verbala och visuella representationer. Kartlägningsprocessen innebär att eleven kopplar ihop rätt ord med rätt bild. Till exempel kan ”handtaget dras uppåt” kopplas till bilden där ett handtag är på väg upp. ”Kolven rör sig uppåt” kan på samma sätt sammanlänkas till bilden av en kolv som är på väg upp och ”öppnandet av inloppsventilen” förknippas med bilden av en inloppsventil som går från stängd till öppen. Under kartläggningen finner eleven att orsakssambanden mellan de funktioner som anges som ord och begrepp motsvarar de kausala relationerna mellan mekanismerna som har avbildats. Detta innebär att orsakssambandet mellan ”handtaget dras uppåt” och ”kolven rör sig uppåt” är densamma som mellan bilderna av handtaget och kolven som är på väg upp (Mayer, 1997:6).

Sammanfattningsvis kan man säga att ett meningsfullt lärande uppstår först när en sammanhängande mental representation av en orsak-verkan förlopp i det verbala respektive visuella korttidsminnet, och ett systematiskt samband mellan de verbala och visuella representationerna, har byggts upp (Mayer, 1997:6).

Kontinuitet effekten

Mayer skriver att studenter som får tillgång till text och bild samtidigt torde ha en bättre förmåga till problemlösning än elever som får text och bild vid separata tillfällen. Detta kallar han för en *kontinuitets effekt* av den anledningen att inlärningen är som mest effektiv då text och bild presenteras i ett fortlöpande sammanhang. Detta kan ske genom att bilder presenteras med rubrik och förklarande text i anslutning till den brödtext som behöver ytterligare konkretisering. Om text och bild till exempel presenteras på separata sidor sker ingen så kallad kontinuitets effekt (Mayer, 1997:11).

Enligt den generativa teorin om multimedia inlärning sker ett meningsfullt lärande då elever selekterar och organiserar relevanta ord och bilder, för att sedan systematiskt integrera dessa två typer av representationer. Med anledningen av de begränsningar som finns gällande arbetsminnet, är det mer sannolikt att selektering, organisering och integrering uppstår när den visuella och textuella informationen presenteras sammanhängande snarare än separat (Mayer, 1997:11).

Syfte och frågeställningar

Den tidigare forskningen visar att läroboken är ett av de verktyg som används mest i undervisningen. Eleverna kommer i kontakt med läroböcker både i klassrummet och på egen hand utanför klassrummet. Samtidigt tyder studier gjorda på elevers genetikkunskaper att en del missuppfattningar och feltolkningar är mycket vanliga och kan bland annat härledas till mängden begrepp, elevers förförståelse av begreppen samt de, ibland, bristfälliga bilder som finns i läroböcker. Bland den kunskapen som är speciellt svårt för elever att behärska finns sambandet mellan begreppen kromosom, DNA, gen och allel. Elevers korrekta kunskapsinhämtning kan förstärkas om informationen i läroböcker varvas med bilder, konstruerade på ett sätt som framhäver det som ska läras ut så att detta blir lätt att tolka. Då elever använder läroböcker på egen hand blir utformningen av läroboken viktig. Den bör utformas på ett sätt som underlättar för eleven att selektera fram viktig information ur text och bilder, organisera denna information och slutligen integrera det skriftliga och visuella representationerna.

Med avseende på den tidigare forskningen och studiens teoretiska perspektiv kommer syftet med denna uppsats vara att, kvantitativt och kvalitativt, undersöka sambandet mellan begreppen kromosom, DNA, gen och allel i fyra läroböcker, varav tre svenska och en internationell, för att studera hur bilder utformas som ett komplement till skriften. De visuella inslagen kommer här att tolkas utifrån studiens teoretiska perspektiv.

Avsikten med den kvantitativa undersökningen är att ta reda på hur många de visuella inslagen som förklarar begreppen kromosom, DNA, gen och allel är till antalet samt hur många av dessa syftar till att förklara och tydliggöra sambandet mellan de nämnda begreppen. Den kvalitativa undersökningen syftar till att ta reda på hur begreppen gen, kromosom och DNA sammankopplas med hjälp av visuella inslag, i enlighet med Mayers teori om multimedia inlärning, i de olika läroböckerna. Vidare undersökes hur begreppen gen och allel används, gällande ärftliga egenskaper, och förklaras i förhållande till varandra i de olika läroböckerna, med avseende på Mayers teori om den generativa processen, samt om denna förklaring medför en ökad risk för missuppfattningar och feltolkningar. Utöver detta undersökes de visuella inslagen gällande begreppen ovan för att ta reda på om dessa uppvisar en så kallad kontinuitet effekt.

Frågeställningar:

1. Hur många är de visuella inslagen som behandlar begreppen *kromosom*, *DNA*, *gen* och *allel* kontra de som förklarar sambandet mellan nämnda begrepp?
2. Hur förtydligas sambandet mellan begreppen *gen*, *kromosom* och *DNA* i de olika läroböckerna i enlighet med teorin om multimedia inlärning?
3. Finns det någon risk att förklaringen av begreppet *allel* leder till missuppfattningar och felaktiga tolkningar vad gäller dess förhållande till gener?
4. Återfinns en så kallad kontinuitets effekt gällande de visuella inslag som avser förklara sambandet mellan begreppen *gen*, *allel*, *kromosom* och *DNA* i avsnittet genteknik?

Metod

I detta avsnitt presenteras de metoder som används i studien. De valda metoderna kommer att grunda sig på en kvantitativ och en kvalitativ del.

Val av datainsamlingsmetoder

De data som samlas in kommer att verka som deskriptiv statistik och med siffror skildra frågeställningarna (Patel och Davidson, 1994: 90).

En kvantitativ datainsamlingsmetodik kommer att användas för att svara på studiens första fråga, det vill säga andelen visuella inslag för avsnittet genetik i de olika läromedlen, samt det antal som ämnar förklara begreppen i fråga 1. Till Visuella inslag räknas bilder, grafer och diagram.

En kvalitativ analysmetod kommer att användas för att besvara studiens resterande frågor. Med andra ord ska studien här svara på huruvida ord och bilder går att koppla ihop för att underlätta förståelsen av begrepp inom genetikundervisning samt bidra till att minimera feltolkningar och missförstånd. Den kvalitativa analysmetoden kommer att användas i syfte att uppnå en djupare förståelse för studiens objekt (Patel och Davidson, 1994: 99).

Urval

Syftet med uppsatsen är att undersöka olika läromedel med avseende på konkretiseringen av några valda begrepp, samt antalet visuella inslag i avsnittet genetik.

Valet av begreppen kromosom, DNA, gen och allel grundar sig i att dessa begrepp är en av biologins centrala delar. Dessa begrepp går heller inte att separera från varandra då de är så nära sammanlänkade att det inte går att förklara den ena utan att gå in på detaljer om den andra. Begreppen anses utgöra en viktig del i biologins fundament och missförstånd eller feltolkningar av dem kan bidra till svårigheter i andra, för biologin, viktiga avsnitt (se tidigare forskning).

Urvalet av läromedel har begränsats till tre av de fyra största läromedelsförlagen.¹ De förlag som har valts ut gällande svenska läromedel är Sanoma med boken Biologi Direkt (Kukka and Sundberg, 2011), Liber med boken Spektrum Biologi (Fabricius, 2006) samt boken Gleerups Biologi (Henriksson, 2002). Det internationella läromedlet från Cambridge University Press är Complete Biology for Cambridge IGCSE (Pickering, 2011) som följer kursplanen Syllabus 0610 (2011). För en presentation av läromedlen se bilaga 1.

¹ Vinge, Rickard; VD för svenska läromedel. 2016. E-postkontakt 16 november.

De svenska läroböckerna är anpassade efter de svenska läroplanerna. IGCSE Biology är inte anpassad efter någon läroplan utan efter en kursplan som är lik den svenska kursplanen i biologi (Syllabus Cambridge IGCSE 0610, 2011:12).

Dessa läromedel är, i mitt tycke, jämförbara då alla tar upp ämnet genetik. Eftersom ämnet genetik behandlar våra gener, arvsanlag och ärftlighet (Nationalencyklopedin, 2016-12-08), kan alla läromedel innehålla stoffet som talar om hur våra gener, arvsanlag, egenskaper och ärftlighet är sammankopplade. Med andra ord är dessa jämförbara då de kan innehålla liknande begrepp som i sin tur skulle kunna konkretiseras med liknande visuella inslag.

De utvalda kursböckerna i biologi är utgivna av tre av de fyra största läromedelsförfattarna i naturvetenskap i Sverige. Selektionen av läromedel har baserats på tillgänglighetsprincipen, det vill säga de böcker som har varit tillgängliga för undersökning då studien gjordes.

Avsnittet genetik hittas på följande sidor i de olika böckerna.

- Spektrum Biologi: s. 366-383.
- Gleerups Biologi: s. 321-333.
- IGCSE Biology: s. 212-227.
- Biologi Direkt: s. 284-307.

Validitet och reliabilitet

Varje dag hämtar vi in information från omgivningen, om saker och ting som sker runtomkring oss. När vi till exempel vill väga oss kan vi ställa oss på en våg, många gånger är vi medvetna om hur stor felmarginalen är. När vi själva framställer de redskap som behövs för insamlandet av data, kan svårigheter uppkomma. Hur kan vi veta att vi studerar det som ska studeras samt hur vet vi att detta sker på ett trovärdigt sätt? (Patel och Davidson, 1994:84-85).

För att mäta graden av konkretisering och koherens gällande de begrepp och visuella inslag, som studien säger sig mäta, måste dessa först definieras (Patel och Davidson, 1994:85). I denna uppsats utgår definitionerna från Mayers teori om den generativa multimedia inlärningen. Syftet med studien operationaliseras i ett antal frågeställningar. Dessa frågeställningar har i sin tur definierats och förtydligats i form av ett par analysverktyg. Analysverktyget är studiens frågeställningar som har operationaliserats och ställs till alla de undersökta läroböckerna. Med de mer konkreta frågeställningarna som analysverktyg kan här sägas att studien studerar det som avses att undersökas (Patel och Davidson, 1994:86). Då den kvalitativa studien av läroböckerna utgår från samma analysverktyg kan studien här sägas ha god validitet.

Vad gäller studiens kvantitativa frågeställning kan här sägas att reliabiliteten är hög. Detta beror på att antalet bilder som har uppmätts utgår från absoluta variabler och varje förekomst av en bild tilldelas en siffra (Patel och Davidson, 1994:87). För att minska på studiens felvärden och säkerställa en hög grad av reliabilitet måste olika typer av felaktig och slumpmässig inverkan på materialet motverkas (Patel och Davidson, 1994:87). Observatören tolkar det insamlade materialet, dock görs denna tolkning inom samma kontext, det vill säga utifrån studiens teoretiska

perspektiv. Genom att olika citat och bilder presenteras löpande i studiens analys, kan verkligheten lagras och observeras flera gånger för att säkerställa korrekt tolkning och hög reliabilitet (Patel och Davidson, 1994:87).

Analysmetod

I en kvantitativ bearbetning analyseras variabler av olika slag. I denna uppsats ingår två variabler i den kvantitativa analysen. Den första variabeln är antalet visuella inslag i avsnittet genetik som behandlar begreppen *gen*, *allel*, *kromosom*, *DNA* och den andra variabeln är antalet visuella inslag i samma avsnitt som förklarar sambandet mellan begreppen ovan (Patel och Davidson, 1994:92).

En variabel kan vara av olika karaktär, det vill säga vara på olika så kallade skalnivåer. I denna studie kommer skalnivån att bestå av en kvotskala. I en kvotskala kan de värden som uppmätts graderas. Skillnader mellan studiens objekt kan då rangordnas eftersom det i en kvotskala alltid finns ett utgångsläge som börjar på noll. Studiens utvalda variabler kommer dessutom att vara diskreta, eftersom dessa endast kan visas i heltal (Patel and Davidson, 1994:92).

En datamatrix kommer att användas vid bearbetningen av dessa variabler. Värdena från datamatrixen kommer sedan att presenteras i form av ett stapeldiagram, eftersom de diskreta variablerna endast kan uppvisas i heltal. I stapeldiagrammet kommer y-axeln att representeras av antalet bilder och x-axeln av undersökt lärobok eller begrepp (Patel and Davidson, 1994:95).

I en kvalitativ bearbetning av läroböckerna används en annan typ av analysverktyg än ovan. Det redskap som används vid den kvalitativa textanalysen kommer att bestå av ett antal frågor som ska besvaras av de undersökta läromedlen. Dessa frågeställningar utgör fundamentet för studiens vidare analys av det studerade materialet, och formuleras på så sätt att studiens frågeställningar ska kunna gå att svara på (Esaiasson, 2012:216).

I studiens kvalitativa textanalys kommer följande frågor att ställas till de studerade läroböckerna:

- De bilder som förklarar sambandet mellan gen, DNA och kromosom, främjar de selektering och organisering, d.v.s. kan de brytas ned på samma sätt som texten och därigenom integreras med skriften?
- Då man talar om ärftliga egenskaper, används begreppet gen och allel på ett sätt som minimerar risken för följande feltolkningar: a) *Gener innehåller alleler*; b) *Alleler innehåller gener*; c) *Gener och alleler är samma sak*? Hur sammankopplas gener och alleler med hjälp av bilder?
- Hur nära den del av brödtexten som förklarar begreppen kromosom, DNA, gen och allel finns den konkretiserande bilden samt refereras det till bilden i den löpande texten?

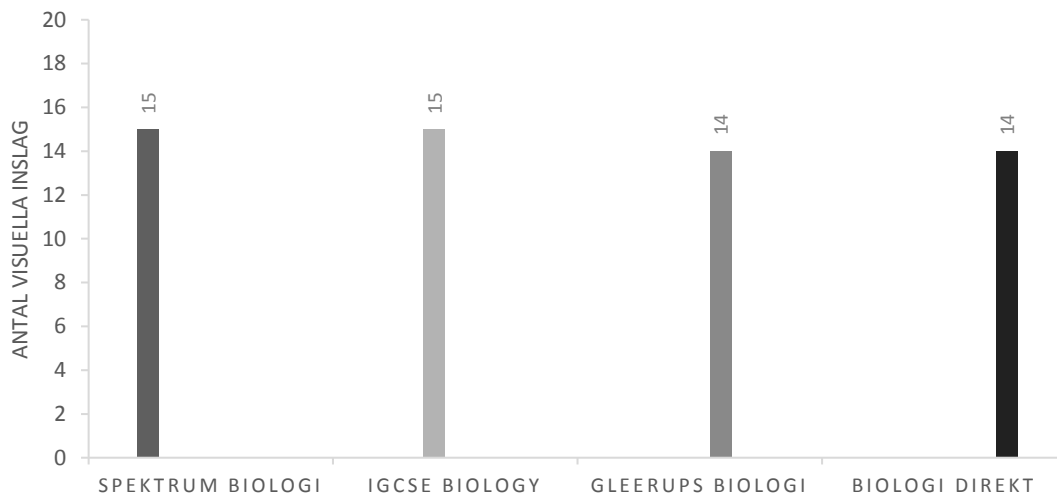
Analys

I detta avsnitt presenteras studiens resultat och dess analys kvantitativt och kvalitativt. Det kvalitativa resultatet tolkas utifrån Mayers teori om den generativa multimedia inlärningen.

Andel visuella inslag

Undersökningen visar att andelen visuella inslag i avsnittet genetik, som behandlar begreppen kromosom, DNA, gen och allel, inte skiljer sig mycket mellan de undersökta läroböckerna. I genomsnitt finns 14,5 bilder per bok vad gäller det undersökta avsnittet (figur 3).

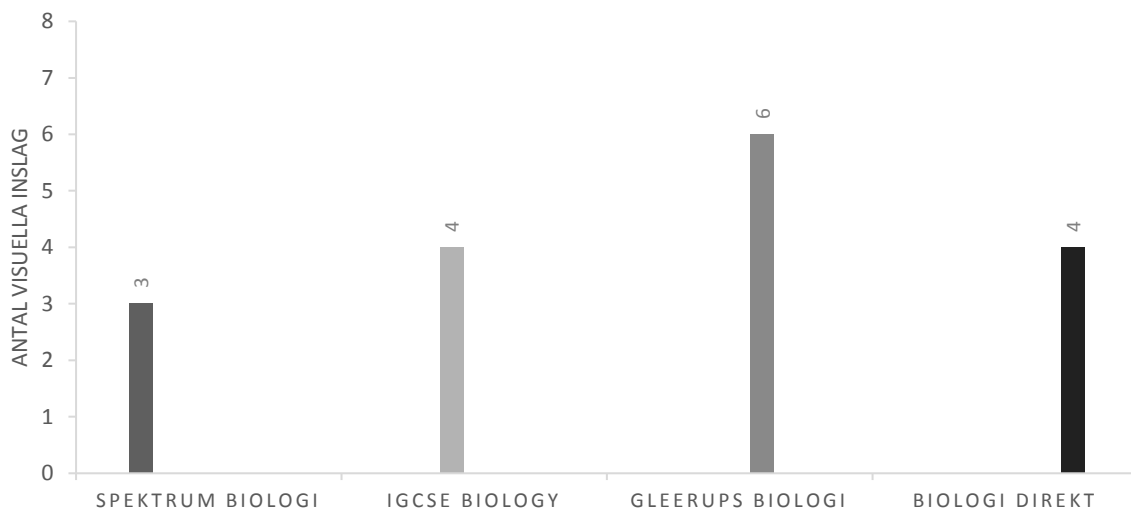
I figur 4 går det att avläsa hur stor del av bilderna som konkretiserar sambandet mellan de



Figur 3. Antalet visuella inslag där något av begreppen kromosom, DNA, gen eller allel nämns i avsnittet genetik för respektive lärobok.

undersökta begreppen kromosom, DNA, gen och allel. Andelen visuella inslag som har en konkretiserande karaktär visades ha fler avvikelser vad gäller antalet i absoluta tal, i jämförelsen mellan de undersökta läroböckerna. I genomsnitt har varje lärobok 4,25 bilder i avsnittet genetik vilka förtydligar sambandet mellan begreppen som behandlas i studien (figur 4).

Här skulle ett antagande kunna göras att boken *Gleerups Biologi* bäst visar på ett samband mellan studiens undersökta begrepp. Detta antagande blir dock missvisande om inte kvalitén på de visuella inslagen analyseras kvalitativt.



Figur 4. Antal visuella inslag som konkretiserar studiens utvalda begrepp för avsnittet genetik för respektive lärobok. (Fabricius, 2006)

Kromosomer, DNA och gener

Lärande på ett meningsfullt sätt sker, enligt Mayer, först när en elev läser en text eller observerar en bild som ämnar förklara något. Eleven sällar bort det oviktiga och på så vis selekterar det mest relevanta och väsentliga i den skrivna texten eller den observerade bilden. Nästa steg består av att eleven organiserar den selekterade informationen mentalt och bygger då upp en sammanhängande representation där nytillkomna data, i form av texter och bilder, tillåts integrera med för eleven tidigare kända fakta (Mayer, 1997:5).

Det centrala i Mayers teori om multimedia inlärning är att eleven ses som en konstruktör av kunskap som aktivt väljer ut och länkar samman bitar av visuella och verbala kunskaper. Med andra ord påverkar lärobokens upplägg graden av kognition (Mayer, 1997:5).

Denna studie visar att det finns skillnader mellan de undersökta läroböckernas användning och konkretisering av begreppen kromosom, DNA, gen och allel. Vidare skiljer sig läroböckerna åt gällande användningen av begreppen gen och allel samt grad av kontinuitet. Dock bör här nämnas att i samtliga läroböcker finns två scenarion tillgängliga, dels det som bör förklaras med begreppet gen samt det som ska förklaras med begreppet allel. Vad gäller begreppet gen, är exempel på sådana scenarion då gen beskrivs som en del av DNA-molekylen, då det talas om tillverkning av proteiner samt ärftlighet (Nationalencyklopedin, 2017-04-24). Begreppet allel används i de fall man till exempel pratar om avkommans fenotypiska drag så som ögonfärg, hårfärg som orsakas av dominans eller recessivitet. Med andra ord används begreppet allel då man benämner alternativa varianter av en och samma gen (Nationalencyklopedin, 2017-04-24).

Gleerups Biologi

Avsnittet genetik i *Gleerups Biologi* börjar med en kort introduktion av kapitlet. I denna introduktion står det att cellerna i kroppen innehåller gener och att dessa gener har ärvts från

vardera föräldern. Vidare står det att generna är som mallar som bestämmer utseendet och funktionerna. Till denna introduktion finns några bilder. Den första bilden visar ett rapsfält, den andra bilden visar två personer med ett barn och den tredje bilden visar getter. Syftet med dessa bilder är att klargöra att till exempel människor alltid föder människobarn på grund av de mänskliga generna (Henriksson, 2002:321). I denna introduktion kan följande viktiga beståndsdelar ”i celler finns gener”, ”gener bestämmer egenskaper”, ”gener kommer från föräldrarna”. Bilden (Henriksson, 2002:321) förklarar däremot inte närmare var i cellerna dessa gener finns och har därav ingen konkretiserande roll, utan dess syfte är endast att på ett väldigt enkelt sätt försöka visa på ärftlighet, även om det säkerligen kan bli svår att tolka.

På första sidan i själva avsnittet har författarna försökt att klargöra genernas placering i cellerna

Generna finns i cellkärnan, där de är fördelade på ett antal kromosomer. Varje växt- och djurart har ett bestämt antal kromosomer i sina cellkärnor. (Henriksson, 2002:322)

Syftet med citaten ovan är att förtydliga genernas position i cellerna. När det viktigaste i citatet har selekterats återstår ”generna finns i cellkärnan”, ”några gener per kromosom” och ”kromosomer finns i cellkärnan”. Det finns inga bilder som hör till citatet ovan. Detta kan verka otydligt vilket kan bidra till bristande organisering som i sin tur orsaka en haltande integrering mellan den nya informationen och det som selekterades i introduktionen till avsnittet genetik. Problemet här är att ett förtydligande av påståendet ovan med hjälp av några visuella inslag saknas. Om eleven inte, i enlighet med Mayers teori (1997, 5), har begripit vad gen innebär och var den finns, bidrar det nya, för eleven okända, begreppet kromosomer till ytterligare svårigheter vad gäller förståelsen.

Två sidor längre fram i läroboken kommer ytterligare ett förtydligande av generna och dess placering:

Vi har sett att varje cell i en växt eller i ett djur har ett bestämt antal kromosomer i sin cellkärna. Var och en av kromosomerna innehåller en lång DNA-molekyl. Den består av två trådar som är vridna kring varandra i en spiral. Trådarna hålls ihop av så kallade kvävebaser som parvis är kopplade till varandra. Det finns fyra olika sorters kvävebaser i DNA-molekylen. Vi kallar dem A, T, C och G efter första bokstaven i deras namn. Likt pusselbitar passar de ihop två och två. [...] Det är ordningsföljden av baserna utmed DNA-trådarna som utgör själva generna. (Henriksson, 2002:324)

Bilden saknas i den elektroniska utgåvan av upphovsrättsliga skäl.

[Figur 5. Genernas placering i cellen \(Henriksson, 2002:324\).](#)

En bild (figur 5) på samma sida har som syfte att förklara genernas position i cellen.

I både bilden och texten går samma information att selekteras och organiseras på följande vis ”kromosom finns i cellkärnan” vilket motsvaras av bilden på cellen samt förstoringen av en kromosom. ”Kromosomen innehåller DNA” motsvaras i bilden av DNA-molekylen som har förstörats ur en del på kromosomen. ”DNA innehåller kvävebaser” motsvaras på liknande vis av dubbelhelixen med dess färgade kvävebaser vilket även motsvarar ”Gen är en del av DNA-molekylen/kvävebaserna”. Då bilden är väldigt förtydligande kan informationen i bilden enkelt integreras med texten och få en konkret uppfattning av var i cellen generna befinner sig vilket skulle minimera eventuella feltolkningar och öka graden av kognition i enlighet med Mayers teori om multimedia inlärning (Mayer, 1997:5).

Spektrum Biologi

Första gången begreppet gen användes i avsnittet genteknik i läroboken, förklarades den på följande vis

Om vi med ett mikroskop tittar på celler som delar sig kan vi se ett antal så kallade *kromosomer*. De består bland annat av det kemiska ämnet *DNA*. Det är DNA som bär på arvet och den informationen som styr våra biologiska egenskaper, till exempel ögonfärg och hårfärg. Informationen i DNA:t är uppdelad i många små budskap. Varje budskap kallas ett *arvsanlag* eller en *gen*. Människan har ungefär 25 000 olika gener i sina kromosomer. Var och en har sitt speciella budskap. (Fabricius, 2006:369)

I citatet ovan kan vissa nyckelord selekteras, enligt den generativa processen som Mayers benämner i sin teori om multimedia inlärning (Mayer, 1997:5). Dessa är ”i cellen finns kromosomer”, ”kromosomer består av DNA” och slutligen ”DNA är uppdelad i gener”. För att underlätta inlärningen har författarna här valt att även använda sig av en bild, som troligen, hör

Bilden saknas i den elektroniska utgåvan av upphovsrättsliga skäl.

Figur 6. Bilden visar hur kromosomer, DNA och gener hör ihop.(Fabricius, 2006:369)

till citatet ovan (figur 6). Även i figur 6 kan vissa aspekter selekteras. Kromosomerna finns i cellen (stora cirkeln till vänster), i kromosomerna finns DNA (lilla cirkeln till vänster) som innehåller gener (övriga bilden). Eleven ska här i enlighet med Mayers teori (1997, 5), med hjälp av bilden och den information som har selekterats ur texten, kunna organisera den uppfattade

förklaringsmodellen så att en integrering mellan skriften och det visuella kan ske, det vill säga där nyckelorden i texten sammankopplas till de delar som motsvaras av bilden ovan.

Vid ett första ögonkast kan bilden ovan (figur 6) verka pedagogisk och på ett tydligt sätt visa sambandet mellan kromosomer, DNA och gener. Vad som inte framgår av bilden är att generna inte finns markerade. Detta kan leda till problem vad gäller integreringen av texten med bilden och leda till den felaktiga tolkningen att generna i själva verket är proteinerna (lila kulorna) som DNA-strängen är lindad runt.

Det är inte förrän på nästa sida i samma lärobok som ett försök görs för att visa på sambandet mellan DNA och gener. I läroboken står det att i DNA-molekylen finns så kallade ”kvävebaser” som består av bokstäverna A, C, G och T. Detta går att läsa vad gäller genernas koppling till kvävebaserna.

De fyra bokstäverna är det *genetiska alfabetet*. Deras ordningsföljd längs DNA-repstegen bildar korta ”ord”. Om man klättrar uppför stegen kan orden läsas och bilda ”meningar”. En *gen* motsvaras av en mening med ett speciellt budskap. (Fabricius, 2006:370)

Bilden saknas i den elektroniska utgåvan av upphovsrättsliga skäl.

Figur 7. DNA består av kvävebaserna A, C, G och T. Flera kvävebaser tillsammans kallas för en gen (Fabricius, 2006:370).

I citatet ovan förklaras sambandet mellan gener och DNA. Nyckelorden kan här vara att ”DNA ser ut som en stege”, ”stegpinnarna består av kvävebaser” och ”flera kvävebaser bildar gener”. Denna del av texten konkretiseras även med hjälp av följande bild (figur 7). I bilden syns DNA-strängen och dess kvävebaser. Tanken här är att bilden ska bidra till förståelsen av de selekterade nyckelorden ovan. Denna nya kunskap om gener ska sedan integreras med det som framkom på den föregående sidan. Detta skulle i sin tur kunna komplettera den kunskapen som framkom om förhållandet mellan kromosomer, DNA och gener. För att bättre överensstämma med Mayers teori (1997, 5) om multimedia inlärning kunde bilden däremot ha konstruerats annorlunda. Ett bättre alternativ, vad gäller figur 7, vore om bilden hade presenterats i mindre delar där ett par kvävebaser skulle representera ”DNA ser ut som en stege”/”stegpinnarna består av kvävebaser” och sedan en pil som leder till en längre DNA-sträng med flera kvävebaser och där flera gener finns markerade, vilket skulle motsvara ”flera kvävebaser bildar gener”.

Bilden ovan, som den är konstruerad nu, kräver ett bibehållet visuellt och textuellt representation av föregående sida. Detta blir svårt då information endast bearbetas i arbetsminnet som är detsamma som korttidsminnet (Mayer, 1997:5).

IGCSE Biology

Första gången begreppet gen tas upp i läroboken *IGCSE Biology*, sker det som en del av en bild (figur 8) vars syfte är att förklara kromosomerna i cellen.

Special stains can be used to show up the contents of the nucleus. If the cell is not actually dividing, these contents are rather unclear but as the cell begins to divide the contents show up as a series of thread-like structures. As the threads shorten they take up the stain. For this reason they were called **chromosomes** (literally 'coloured bodies'). The structure of a chromosome is outlined below. (Pickering, 2011:213)

Bilden som presenteras nedan hör till citatet ovan, vilket syns på citatets sista mening.

Bilden saknas i den elektroniska utgåvan av upphovsrättsliga skäl.

Figur 8. Sambandet mellan kromosomer, DNA och gener (Pickering, 2011:213).

Vad som är intressant här är att den del av texten som har citerats ovan, efter selektion och organisering av nyckelord, endast går att integrera med den del av bilden som visar cellkärnan samt kromosomen. Däremot kan bilden sägas utföra hela den process som Mayer väljer att kalla för den generativa processen (Mayer, 1997:5). Sambandet och skillnaderna mellan kromosomer, DNA och gener visas tydligt och varje del av bilden (figur 8) förklaras av en kort text, på detta sätt sker selektion, organisering samt integrering mellan text och bild automatiskt vilket torde minimera arbetsbelastningen samt de problem som finns gällande arbetsminnet samtidigt som en hög grad av kognition säkerställs.

På samma sida, dock på slutet, finns en textruta (figur 9) som ytterligare förstärker påståendet om säkerställandet av hög kognition. För att minimera missuppfattningar har man valt att påminna om definitionerna på de begrepp som förklarades i figur 8.

Bilden saknas i den elektroniska utgåvan av upphovsrättsliga skäl.

Figur 9. Definitioner av begreppen kromosom och gen, som en påminnelse inför vidare studier (Pickering, 2011:232).

Biologi Direkt

Första gången ett försök till förklaring av begreppen kromosom, DNA och gener görs i läroboken, sker det väldigt tydligt i en liten textruta. Detta kan läsas nedan

I cellkärnan finns kromosomerna med generna. Generna i dina celler styr det mesta, från dina organs arbetsuppgifter till din hårfärg. Generna har du ärvt från dina föräldrar, som har ärvt sina gener från sina föräldrar osv. (Kukka och Sundberg, 2011:288)

Textrutan som citatet ovan är hämtad från, har med ett svart streck kopplats ihop med cellkärnan (figur 10) i djurcellen nedan. Vad som kan selekteras och organiseras ur texten är "kromosomer

med gener finns i cellkärnan” varav ”generna styr egenskaper” och ”generna är ärftliga”. Bilden (figur 10) som presenteras till detta går inte att bryta ned på samma sätt utan endast att det texten pekar på sker inne i cellkärnan. I den första introduktionen till kromosomer och gener har man valt att utesluta begreppet DNA.

Bilden saknas i den elektroniska utgåvan av upphovsrättsliga skäl.

Figur 10. En bild på en djurcell där olika delar har beskrivits. Cellkärnan är färgad röd (Kukka och Sundberg, 2011:288).

Bilden på cellen kan ses ur två perspektiv, det första är att det ger en översiktlig bild av djurcellen så att positionen av kromosomerna och generna blir självklara. Det andra perspektivet är något mer problematiskt och kan leda till missuppfattningen att växtceller inte innehåller genetiskt material. Det senare perspektivet är en vanligt förekommande missuppfattning hos elever (Hagman, 2006:20).

På nästa sida i läroboken har begreppen kromosom, DNA och gen förklarats på en djupare nivå samt kopplats till varandra på ett tydligare sätt.

I cellkärnan finns ett antal molekyler, som kallas kromosomer. [...] kromosomer är bärare av generna – arvet. Kromosomerna är egentligen långa DNA-molekyler. Alla kända organismer har kromosomer av DNA-molekyler [...] som bärare av generna. Det är generna som ger oss våra egenskaper [...]. (Kukka och Sundberg, 2011:289)

Till höger om den del av texten där citatet är hämtad ifrån, finns en bild (figur 11) som på ett mycket tydligt sätt förklarar citatet ovan. I både bilden och texten går följande delar att utsorteras ”i cellkärnan finns molekyler” detta passa väl ihop med bilden på cellkärnan med kromosomerna. ”gener finns på kromosomer” vilket går att visa med bilden på en kromosom med flera gener. ”kromosomer är DNA-molekyler” och ”DNA-molekyler bär på generna” kan tydliggöras med sista bilden i serien. Här har författarna på ett tydligt sätt sammankopplat begreppen

Bilden saknas i den elektroniska utgåvan av upphovsrättsliga skäl.

Figur 11. Hur kromosomer, DNA och gener hänger ihop (Kukka och Sundberg, 2011:289).

kromosomer, DNA och gener i både text och bild. Utöver det så har bilden korta förklaringar som även kan fungera som en kort repetition av det som framkom i texten. Här torde det finnas en möjlighet att bibehålla det skriftliga och visuella i arbetsminnet för att kunna integrera dessa delar till en sammanhängande helhet.

Under rubriken ”den genetiska koden” har författarna ytterligare en bild (figur 12) som förklarar, hur och i vilken ordning kromosomer, DNA och gener hänger ihop.

En kromosom är en lång DNA-molekyl. DNA-molekylen består av två spiralvridna kedjor, som hålls ihop med kemiska bindningar. En gen är ett avsnitt på DNA-molekylen. (Kukka and Sundberg, 2011:292)

Bilden saknas i den elektroniska utgåvan av upphovsrättsliga skäl.

Figur 12. Förhållandet mellan kromosomer, DNA-molekylen och gener (Kukka och Sundberg, 2011:292).

Bilden och texten visar på en nästan identisk förklaring, att ”kromosomen är en lång DNA-molekyl”, ”DNA-molekylen är som en spiral” och ”olika delar av DNA-molekylen är olika gener” på ett konkret och pedagogiskt sätt. Att de olika delarna av DNA-molekylen är markerade som gener underlättar för synliggörandet av sambandet mellan DNA och gener och kan integreras med föregående bild (figur 11) för att öka förståelsen för hur en kromosom kan bestå av flera gener.

Gener och alleler

Gleerups Biologi

I den delen av läroboken som behandlar ärftlighet har författarna valt att tala om ”anlag” för olika egenskaper istället för alleler (Henriksson, 2002:328). På samma sida finns följande att läsa

Kvinnan (överst till vänster) har ärvt anlag för brun ögonfärg från båda sina föräldrar och mannen (överst till höger) har anlag för blå ögonfärg i dubbel uppsättning. [...] Det innebär att kromosomparet innehåller två lika anlag [...]. Kvinnan i figuren kan bara bilda äggceller med anlag för brun ögonfärg och alla mannens spermier innehåller anlag för blå ögonfärg. Kvinnans och mannens gemensamma barn ärver därför ett anlag för brun och ett för blå ögonfärg. (Henriksson, 2002:328)

På samma sida som citatet ovan finns denna bild

Bilden saknas i den elektroniska utgåvan av upphovsrättsliga skäl.

Figur 13. Nedärvning av ögonfärg med olika anlag (Henriksson, 2002:328).

Det råder inget tvivel om att citatet och bilden (figur 13) ovan hör ihop, detta tydliggörs ytterligare då det i texten refereras till bilden. Detta bidrar till att selektering och organisering av den visuella och skriftliga representationerna utan några problem kan bidra till en integrering mellan de båda delarna då det i texten förklaras vilken del av bilden som åsyftas. Vad som däremot är anmärkningsvärd är valet av begreppet ”anlag” i både texten och bilden. Begreppet anlag är en synonym till begreppet gen (Nationalencyklopedin, 2017-04-25) och har då följaktligen använts felaktigt. Här har författarna utan någon tvekan menat allel för att beskriva de olika varianterna av anlagen, en med allelen för brun ögonfärg och en med allelen för blå ögonfärg.

Vad som skulle kunna vara bra med användandet av begreppet ”anlag” och inte dess synonym ”gen”, är att det visar på en distinktion mellan gener som bärare av arvet och anlagen som dess olika varianter. Däremot kommer detta leda till ytterligare problem för elevernas fortsatta studier då begreppet anlag/gen felaktigt blir liktydigt med begreppet allel (Pashley, 1994:123; Knippels, 2002:28; Hagman, 2006:13; Galea, 2016:1).

Alla övriga delar av avsnittet genetik som syftar till att förklara hur olika varianter av gener bidrar till varierande fenotyp, har begreppet anlag felaktigt använts istället för det korrekta begreppet allel.

Spektrum Biologi

Denna del av analysen behandlar ärftlighet, det vill säga hur egenskaper så som till exempel ögonfärg och hårfärg går i arv, med andra ord användandet av begreppet allel.

I boken står det att kromosomerna, vid befruktning, bildar par och att paret består av en kromosom från vardera föräldern. Frågan som ställs är vilka av de två generna är det som bestämmer om barnet får fräknar? Svaret på frågan är, enligt läromedlet,

Vid befruktningen bildar kromosomerna par – en från vardera föräldern. Det betyder att generna också finns parvis. Men vilken av de två generna i ett par ”bestämmer”? Vissa gener tycks alltid bestämma, även om de bara ärvs från en förälder. De kallas för *dominanta*. Fräknar beror till exempel på en dominant gen. Andra gener märks bara om de ärvs från båda föräldrarna. De kallas *vikande* gener. Många ärftliga sjukdomar beror på vikande gener. Ibland är de två generna i ett par lika starka. Då får barnet en blandning av föräldrarnas egenskaper. (Fabricius, 2006:377)

När det oviktiga har sållat bort återstår följande information om gener i texten. ”kromosompar - en från vardera föräldern” leder till ”genpar – en från vardera föräldern” varav ”dominanta gener bestämmer” och ”vikande måste vara i par” vilket slutligen leder till ”lika starka gener = egenskaper från båda föräldrar”. Till ovanstående citat hör figur 14, med syftet att konkretisera

Bilden saknas i den elektroniska utgåvan av upphovsrättsliga skäl.

Figur 14. Kromosompar med gener från vardera föräldern samt dominant och vikande gener (Fabricius, 2006:377).

generna som en bidragande faktor till ärftlighet. Ur bilden selekteras följaktligen ”en kromosom från vardera föräldern” som bidrar i sin tur till att ”en genkopia från vardera föräldern” ärvs, dessa kan vara ”dominanta med stora bokstäver” eller ”vikande med små bokstäver”. Bilden ovan (figur 14) kan sägas korrelera med vad som framkommer i texten gällande ärftlighet. Däremot kan utformningen av bilden riskera att leda till feltolkningar. I tidigare avsnitt i boken (figur 6; figur 7) framkom att gener sitter i DNA-strängen som i sin tur befinner sig i kromosomerna, nu har man istället valt att rita ut generna direkt på kromosomerna. Detta blir extra problematiskt då det inte framgår av de tidigare bilderna i boken (figur 6; figur 7) var exakt generna befinner sig. Andra svårigheter är att begreppet anlag dyker upp i bilden utan att tidigare ha nämnts eller förklarats i texten som föregår bilden. Svårigheterna med figur 14 kan leda till svårigheter att integrera denna nya kunskap med tidigare kända fakta.

Författarna har använt begreppet gen och anlag felaktigt när det talas om ärftliga egenskaper. Här är det tydligt att man talar om alleler, bland annat dominant och vikande sådana. Båda föräldrarna bidrar med kromosomer, innehållandes gener, till sin avkomma. På båda dessa gener/arvsanlag finns koden för möjligheten att få fräknar, den ena föräldern bidrar dock med den dominant allelen som orsakar fräknar och den andra bidrar med en vikande allel som ej kodar för egenskapen fräknar. Det felaktiga användandet av detta bidrar till den felaktiga tolkningen av begreppen anlag och gen som två skilda saker istället för synonymer. Det i sin tur leder till svårigheter att förstå begreppet allel och risken för att allel likställs med gener/anlag ökar avsevärt, vilket enligt flertalet undersökningar är en vanlig feltolkning (Pashley, 1994:123; Knippels, 2002:28; Hagman, 2006:13; Galea, 2016:1).

Gener kodar för karaktäristiska drag så som till exempel att ha färgade ögon, vilket ärvs från båda föräldrarna. Alleler är olika former av en och samma gen, varav den ena formen kodar för till exempel blå ögon och den andra formen kodar för bruna ögon (Nationalencyklopedin, 2017-04-24)

IGCSE Biology

Ärftligheten av karaktärsdrag benämns i läroboken på följande sätt

Chromosomes carry genetic information as a series of **genes**, such as the gene for eye colour, the gene for earlobe shape and the gene for hair texture. Each chromosome in the nucleus [...] has a partner that carries the same gene. Each chromosome in a pair may carry alternative forms of the same gene. These alternative forms are called **alleles**. For example, the gene for eye colour has alleles that code for blue or brown. [...] the meaning of these genetic terms is outlined in the diagram at the top of the next page. (Pickering, 2011:218)

Citatet ovan kan brytas ned och organiseras på följande sätt ”gener finns på kromosomer” och

Bilden saknas i den elektroniska utgåvan av upphovsrättsliga skäl.

Figur 15. Förtydligandet av sambandet mellan bland annat begreppen gen och allel (pickering, 2011:219).

”kodar för olika egenskaper på t.ex. ögon, öron och hår”, dessa ”kromosomer finns i par” och ”bär på samma gen”. Denna gen ”finns i olika varianter och kallas allel” som till exempel ”allelen för blå eller bruna ögon”. I citatet framgår tydligt att bilden (figur 15) på nästa sida i läroboken har som syfte att förtydliga bland annat begreppen gen och allel.

I bilden ovan (figur 15) förtydligas vad som menas med gener respektive alleler. Det som är värt att nämnas gällande figur 15, är att den inte bara fungerar som konkretiserande av det som står i citatet ovan, utan varje del av bilden har en förtydligande text. Texten i bilden fungerar precis som selektionen av de viktiga delarna ur citatet ovan och kan sägas vara en kort repetition av dem delarna. Det som sker när bilderna har en sammanfattande text, är att själva organiseringen och integreringen av det skriftliga och visuella sker per automatik. Eleven behöver, i enlighet med Mayers teori (1997, 5) inte längre hoppa fram och tillbaka mellan text och bild för att försöka integrera delarna till en sammanhängande helhet. Detta bör leda till en hög grad av kognition.

Utöver konstruktionen av de visuella inslagen kan här nämnas att begreppet allel används på rätt sätt. I boken går det att läsa hur gener kodar för diverse egenskaper men att dessa finns i olika varianter som kallas alleler. Genom att introducera de rätta begreppen för eleven redan från början har man minimerat framtida svårigheter som felaktiga föreställningar kan bidra till (Longden, 1982:1).

Biologi Direkt

Redan i rubriken till avsnittet om generna och deras alleler kan man utläsa felaktigheter. Rubriken är ”Dominanta och vikande gener”. Som tidigare har nämnts så är det alleler som avses här. En gen kodar för möjligheten till diverse egenskaper, det är dess alleler som kan vara antingen dominerande eller vikande.

Detta felaktiga användande av begreppet gen fortsätter på följande sätt

Båda kromosomerna i ett kromosompar innehåller gener för samma egenskap. Om generna för en viss egenskap inte är exakt lika i paret, kan det ena anlaget dominera över

det andra och bestämma den slutgiltiga egenskapen. Ett sådant anlag kallas dominant anlag. Det anlag som ger vika kallas vikande, eller recessivt, anlag. Ett exempel på ett dominant anlag är svart päls hos kaniner. (Kukka and Sundberg, 2011:296)

Här har begreppet anlag, vilket är synonymt med gener (Nationalencyklopedin, 2017-04-25), använts istället för det korrekta som bör vara allel. En anledning till att begreppet allel inte används kan vara att de biologiska termerna inom genetiken är många. Om alltför många olika begrepp används kan det i sin tur leda till svårigheter för elever att behärska dem (Knippels, 2002:27; Hagman, 2006:12). Vad som däremot är märkvärdigt är att man istället för att addera det korrekta begreppet allel till avsnittet, har valt att nämna att vikande även kan kallas för recessivt. Med andra ord har man här valt att introducera flera begrepp för den icke-dominerande allelen men undvikit att använda begreppet allel.

Att inte använda sig av det korrekta begreppet för variationer av gener/anlag kan i ett senare skede komma att bli synonymt med det korrekta begreppet allel. Detta är ett mycket vanligt förekommande feltolkning (Pashley, 1994:123; Knippels, 2002:28; Hagman, 2006:13; Galea, 2016:1).

Kontinuitet

I boken *Gleerups Biologi* börjas avsnittet genetik med en kort introduktion. Denna introduktion är skriven *på* en bild som syftar till något av en konkretisering av själva introduktionen (Henriksson, 2002:321). Text och tillhörande bild befinner sig på samma sida och utrymme. Vidare i boken förtydligas kopplingen mellan begreppen kromosom, DNA och gener. Här är den konkretiserande bilden (figur 5) på samma sida som texten. I texten refereras det även till bilden i fråga, "(se figuren)" (Henriksson, 2002:324). Bilden befinner sig på samma sida som den förklarande texten samt refereras till i den löpande texten. Den del av texten som ämnar förklara förhållandet mellan gener och alleler, och den bild som förtydligar detta (figur 13) förhållande befinner sig på samma sida. I texten refereras det till bilden genom att eleven får veta vilken del av figuren som det talas om "(överst till vänster) [...] (överst till höger)" (Henriksson, 2002:328). Vad gäller boken *Gleerups Biologi* kan här sägas att en hög grad av kontinuitet råder mellan de undersökta bilderna och den tillhörande texten då bilderna både förekommer i nära anslutning till texten samt att det i texten har refererats till de använda bilderna.

Första gången begreppen kromosomer, DNA och gener tas upp, förklaras och sammanlänkas, i boken *Spektrum Biologi*, sker det i form av en kort text (Fabricius, 2006:369). På samma sida som texten finns även en bild (figur 6). Ingenstans i texten står det att bilden har som syfte att förtydliga just den delen, men då denna sida endast innehåller kopplingen mellan kromosomer, DNA och gener kan bilden här sägas utan tvekan tillhöra förklaringen av nämnda begrepp. Vidare i samma bok tydliggörs förhållandet mellan DNA-molekylen och gener ytterligare. Detta förtydligande sker även i form av en bild (figur 7) på samma sida, dock utan att det i bilden framkommer att det är förhållandet mellan DNA och gener som det hänvisas till. I den del av

boken som avser förklara förhållandet mellan ärftliga egenskaper och gener finns en bild (figur 14) i direkt anslutning till texten. Det framgår dock inte av texten att den hör ihop med bilden, däremot förekommer samma typ av information i både text och bild vilket förstärker sambandet mellan dessa två delar. Sammanfattningsvis kan här sägas att en låg grad av kontinuitet råder mellan de undersökta delarna i boken.

I boken *IGCSE Biology* förklaras begreppet kromosom med hjälp av en kort text. I denna text refereras det till en bild (figur 8) som ligger precis nedanför texten. Denna bild, förutom att förklara kromosomen, förtydligar DNA och gener. Bilden innehåller korta sammanfattade texter om förhållandet mellan kromosomer, DNA och gener. Bilden kan i sig sägas vara en integrering mellan texten och bilderna. Förhållandet mellan kromosomer, gener och alleler förklaras i en kort text följt av en referens till en bild (figur 15). Själva bilden finns på en annan sida. Däremot kan även denna bild sägas vara väl integrerad med texten då det även här förekommer en kort sammanfattning för varje del av bilden. Det undersökta materialet i denna bok har hög grad av kontinuitet. Detta beror på det dels refereras till bilderna i texten och dels kan dessa bilder sägas stå på egna ben, det vill säga att det väsentliga kan läras in endast genom att granska bilderna. Utöver detta finns en påminnelse om definitionerna av begreppen (figur 9).

I *Biologi Direkt* förklaras sambandet mellan kromosomerna och generna samt dess placering i cellen med hjälp av en textruta (Kukka and Sundberg, 2011:288). Denna textruta sammankopplas till cellkärnan, i en bild (figur 10), på en djurcell med hjälp av ett svart streck. Ytterligare konkretisering av sambandet mellan kromosomer, DNA och gener görs. På samma sida finns en bild med syftet att förklara positionen samt förhållandet mellan kromosomer, DNA och gener. Det framgår inte av texten att den förtydligas ytterligare med hjälp av en bild, dock finns endast två bilder på denna sida. Av dessa två bilder innehåller den ena (figur 11) korta meningar för varje del av bilden vilket hör ihop med texten. Bilden kan även sägas finnas i direkt anslutning till texten. Flera sidor längre fram i boken används än annan bild (figur 12) för att framföra samma förhållande på nytt, dock med hjälp av ett annat visuellt inslag. Denna bild kan direkt sägas tillhöra texten även om andra bilder finns på samma sida. I bilden förklaras, med hjälp av enstaka ord, ett komplext samband mellan kromosomer, DNA och gener på ett mycket tydligt sätt. Denna bok kan sägas ha en hög grad av kontinuitet då det är lätt att avgöra vilka bilder som hör till texten. Detta grundar sig på att det i bilderna, med hjälp av korta meningar eller enstaka ord, framgår vad det syftas på. Utöver detta befinner sig alla bilder i nära anslutning till den del av texten som konkretiseras.

Diskussion

Begreppet gen är ett av biologins huvudbegrepp, ur ett ekonomiskt och socialt perspektiv. Förståelsen av gener är därför en viktig del av biologiundervisningen och berör många av ämnets olika delar (Hagman, 2006:5). I den svenska skolan är begreppsförståelse och begreppsanvändning två centrala delar av biologiundervisningen för årskurserna 6-9 (Skolverket, 2011:159, 161-165). Då lärare allt oftare planerar sin undervisning med hjälp av läroböcker (Kärrqvist och Frändberg, 2010:54) är det viktigt att dessa är konstruerade på ett sätt som främjar lärandet och användningen av begrepp så som gener, till exempel genom visualisering (Tibell, Höst, Schönborn & Bohlin, 2012:12).

Denna studie syftade till att ta reda på hur kunskaper, gällande begreppen kromosom, DNA, gen och allel, framfördes med hjälp av visuella inslag. Det totala antalet visuella inslag som nämnde begreppen kromosom, DNA, gen och allel samt antalet visuella inslag som konkretiserade sambandet mellan begreppen ovan i avsnittet genetik, räknades och redovisades kvantitativt. Vad gäller den kvalitativa studien valdes ett antal frågor ut, med hänvisning till kriterierna i studiens teoretiska perspektiv. Denna studie har på ett tillfredsställande sätt svarat på forskningsfrågorna och därigenom studiens syfte. Denna uppsats kan därför sägas ha en hög grad av validitet och reliabilitet.

Andel visuella inslag

I den kvantitativa analysen visades antalet bilder där, något eller några av, begreppen kromosom, DNA, gen och allel nämndes inte skiljer sig mycket mellan de undersökta läroböckerna. Skillnaden uppgick till en bild som mest. Däremot fanns en viss skillnad mellan de visuella inslagen vars syfte var att visa på hur de undersökta begreppen är sammankopplade.

Den tidigare forskningen visar att visuella inslag så som bilder har visats förbättra elevers förståelse för en text (Mayer, 1997:8). Då elever kommer i kontakt med läroböcker på egen hand (Olofsson, 1998:36; Nelson, 2012:16), kan här sägas att den boken med högst andel bilder som förklarar sambandet mellan begreppen kromosom, DNA, gen och allel torde vara lämpligast för elever. Inga slutsatser kan dock dras här då utformningen på de visuella inslagen är avgörande för effektiv inläring (Mayer, 1997:5). Bilder som inte är konstruerade på ett förståeligt sätt kan till och med bidra till den raka motsatsen, det vill säga hämma inläringen och öka graden av missförstånd (Longden, 1982:1).

Kromosomer, DNA och gener

I denna del av uppsatsen var syftet att ta reda på hur text och bild var utformad. Mer specifikt undersöktes huruvida texten och bilderna var utformade på ett sätt som underlättade för

selektion, organisering och integrering av båda delarna till en sammanhängande helhet. Med andra ord hur väl överensstämmer bilderna med vad som beskrivs i texten och är dessa bilder lätta att tolka?

Studien visade att i alla de undersökta läroböckerna fanns bilder med syftet att förtydliga och visa på sambandet mellan begreppen kromosom, DNA och gen. De visuella inslagen som presenterades i böckerna var dock av varierande kvalitet. De svenska läroböckerna tenderade ofta att ha texten separerade från bilderna, ibland med korta ord eller meningar till varje del av bilden. Eftersom lärare många gånger utgår från läroböcker vid utdelning av läxor (Olofsson, 1998:36; Nelson, 2012:16) kan det leda till tolkningssvårigheter då eleven möter texten på egen hand. Detta kan i sin tur leda till missförstånd (Knippels, 2002:27; Hagman, 2006:12; Pashley, 1994:122) då läroböckerna i de naturvetenskapliga ämnena är fullspäckade med termer och begrepp som många gånger är nya för eleven (Nelson, 2012:18; Knippels, 2002:27).

I den internationella litteraturen innehöll varje del av bilderna en kortfattad sammanfattning av det som framkom i texten. Detta sätt att presentera bilder kan underlätta för eleven då denne ska utvinna kunskaper. Eftersom varje textuell sammanfattning i de visuella inslagen korrelerar med det som eleven bör selektera fram, och redan har organiserats, kan man här påstå att en integrering mellan det textuella och visuella sker per automatik. Detta leder i sin tur till en högre grad av kognition, med andra ord lär sig eleven bättre då informationen presenteras på ett sätt som möjliggör att det textuella och visuella bibehålls i arbetsminnet och sedan integreras (Mayer, 1997:5).

De svenska läromedlen presenterar text och bild som två separata delar vilket torde bidra till en högre arbetsbelastning för eleven då denne på egen hand ska avgöra vilken del av den selekterade texten som utgörs av de presenterade bilderna (Mayer, 1997:5). Den internationella läroboken utformad på ett sätt som ligger i linje med den korrelation som Mayer visar i sina forskningsresultat (Mayer, 1997:9). Vidare kan man här påstå att då elever kommer i kontakt med läroböckerna på egen hand (Olofsson, 1998:36; Nelson, 2012:16) leder det till att eleven kan skapa en sammanhängande helhet av den inkomna informationen (Rubman och Waters, 2000:510).

Gener och alleler

Denna del av uppsatsen syftade till att studera begreppen gen och allel, dels med hänvisning till Mayers teori om den generativa multimedia inlärningen, och dels för att reda ut om begreppen hade använts på ett sätt som minimerade risken för feltolkningar.

Studien visade att användningen av begreppen gener och alleler skiljer sig mycket mellan de svenska läroböckerna och den internationella, däremot är alla böckerna utformade på ett sätt som främjar för selektion av viktiga aspekter, organisering av dessa samt integrering mellan visuella och skriftliga representationer (Mayer, 1997:5). De svenska läroböckerna använde inte begreppet allel överhuvudtaget. Många gånger användes begreppet anlag som ett substitut till begreppet

allel. Detta är en felaktig användning av begreppet anlag då det i själva verket är synonymt med begreppet gen (Nationalencyklopedin, 2017-04-25). Den felaktiga användningen av anlag och/eller gen istället för allel kan leda till osäkerhet hos eleven kring användandet av de nämnda begreppen (Knippels, 2002:27; Hagman, 2006:13). Vidare kan begreppet anlag tolkas som liktydigt med begreppet allel vilket är ett vanligt missförstånd som även pekats ut i den tidigare forskningen, det vill säga att gener och alleler är samma sak (Pashley, 1994:123; Knippels, 2002:28; Hagman, 2006:13; Galea, 2016:1).

I den internationella läroboken användes begreppen gen och allel på ett korrekt sätt. Alleler förklarades som varianter av generna. Denna korrekta användning av begreppen ovan kan leda till en lyckad skolgång då många av svårigheterna för ämnet genteknik kunde spåras till elevernas förförståelse av ämnet (Pashley, 1994:122), med andra ord kan deras fortsatta studier gynnas av att de lär sig det korrekta från början.

Kontinuitet

Det tredje valda kriteriet ur Mayers teori om multimedia inlärning var det så kallade kontinuitet effekten. Syftet här var att studera om bilderna fanns i nära anslutning till textens förklarande del samt om det refererades till bilderna i den löpande texten.

Studien visade att alla läroböcker visade på någon grad av kontinuitet. I alla böcker, förutom en, refererades det till bilderna i den del av texten som syftade till att förklara något av begreppen kromosom, DNA, gen eller allel. Om eleven inte förstår vilken bild denne ska observera hämmas den generativa processen (Mayer, 1997:8). Alla bilder i de undersökta läroböckerna befann sig nästan uteslutande på samma sida som den förklarande texten. Den internationella läroboken hade den högsta graden av kontinuitet av den anledningen att bilderna och texten sammankopplades på ett sätt som inte förekommer i de svenska läroböckerna, bilderna innehöll sammanfattningar av det viktigaste i texten, bredvid den korrekta delen av bilden. Att presentera bilder på detta sätt leder inte bara till en hög grad av kontinuitet utan det torde även bidra till en högre problemlösningsförmåga hos eleven (Mayer, 1997:11). Anledningen till den högre problemlösningsförmågan är enligt Mayer (1997:11) att den visuella och textuella kunskaperna presenteras sammanhängande vilket ökar sannolikheten för eleven att selektera, organisera och integrera det textuella stoffet med de visuella inslagen.

Konklusion

Syftet med denna studie var att undersöka kvantitativt och kvalitativt hur bilder används som ett komplement till texten för att främja elevers inläring vad gäller de genetiska begreppen kromosom, DNA, gen och allel. Den kvantitativa undersökningen syftade till att ta reda på antalet bilder som använder sig av och konkretiserar sambandet mellan begreppen kromosom, DNA, gen och allel. Den kvalitativa analysen visade hur bilder utformas på ett sätt som främjar ett meningsfullt lärande hos eleven, i några olika läromedel varav en internationell.

I alla de studerade läroböckerna förklaras och sammankopplas begreppen kromosom, DNA och gen med hjälp av bilder som många gånger bidrar till en djupare förståelse. Endast den internationella läroboken använde sig av begreppet allel, detta gjordes även på ett korrekt sätt. De svenska läroböckerna använde istället för allel, begreppet gen eller dess synonym anlag. Detta leder till feltolkningen att gener och alleler är samma sak. Alla de undersökta böckerna visade på kontinuitet om än i olika grader. Den internationella läroboken visade på högst grad av kontinuitet då dess visuella inslag kan sägas stå på egna ben.

Den internationella läroboken kan sägas vara den bok som stämmer bäst in på Mayers teori om multimedia inläring. Detta då bilder tilläts integrera med texten på ett sätt som underlättar och minskar elevens arbetsbörda. Den boken innehöll dock flest begrepp, vilket inte analyserades i denna studie. Forskning tyder på att elever tappat intresset för de naturvetenskapliga ämnena just på grund av den stora mängden begrepp. Detta kan också vara orsaken till att man i de svenska läroböckerna valt att inte använda till exempel begreppet allel. Däremot kan detta argumenteras mot då en av läroböckerna istället presenterar en synonym till "vikande", nämligen "recessiv", vilket i sådana fall borde öka andelen begrepp eleven bör ha koll på. Vidare kan man säga att om sambandet mellan kromosomer, DNA, gener och alleler misstolkas blir det svårt för eleven att behärska begreppen mitos och meios.

De slutsatser som dras i denna studie tyder på att läroböckerna behöver omstruktureras, fler bilder behöver kopplas ihop med texten på ett sätt som främjar ett meningsfullt lärande. Anledningen till detta är att visuella inslag är ovärderliga delar i de naturvetenskapliga ämnena då dessa ofta innehåller abstrakta begrepp som saknar konkreta exempel i verkligheten. När läroböcker undersöks, till exempel vid ett inköp, går det inte att dra några slutsatser om kvalitén på böckerna genom att endast observera antalet visuella inslag. Antalet bilder visar inget annat än en siffra, den säger inget om kvalitén på bilderna som har använts. Att förbättra elevers förståelse genom att välja läromedel efter antalet bilder, istället för hur bilderna är konstruerade, skulle kunna leda till den raka motsatsen.

Mer forskning bör utföras för att ta reda på om och hur lärare förklarar och använder sig av de bilder som finns i läroböcker. En bok med undermåliga bilder skulle kunna bli en succé i händerna på rätt lärare.

Referenslista

- Augustin, J. (2013). Sverige rasar i Pisa-studie. <http://www.svd.se/sverige-rasar-i-pisa-studie> (2016-09-24).
- Carp, O. (2013) Sverige sämst i klassen. <http://www.dn.se/nyheter/sverige/sverige-samst-i-klassen/> (2016-09-24).
- Devetak, I & Vogrinc, J (2013). 'The Criteria for Evaluating the Quality of the Science Textbooks'. I Myint Swe Khine (red.) *Critical Analysis of Science Textbooks* (3-15). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Esaiasson, P (2012). *Metodpraktikan: konsten att studera samhälle, individ och marknad*. Stockholm: Norstedts juridik.
- Fabricius, S (2006). *Biologi*. Stockholm: Liber.
- Galea, R (2016). Student misconceptions in genetics. <https://www.um.edu.mt/library/oar/handle/123456789/14799> (2017-03-27).
- Hagman, M (2006). *Genetik* (Projekt Nordlab-SE, nummer saknas) Göteborg: Göteborgs Universitet.
- Henriksson, A (2002). *Gleerups Biologi*. Malmö: Gleerup.
- Kärrqvist, C & Frändberg, B (2010). *Vad händer i NO-undervisningen. En kunskapsöversikt om undervisningen i naturorienterande ämnen i svenska grundskola 1992–2008* (NA-Spektrum, 29) Göteborg: Institutionen för pedagogisk utbildning.
- Knippels, M-C P J (2002). *Coping with the abstract and complex nature of genetics in biology education : The yo-yo learning and teaching strategy*. Utrecht: CD-β Press.
- Kukka, J & Sundberg, C. J (2011). *Biologi direkt*. Stockholm: Sanoma Utbildning.
- Longden, B (1982). Genetics - are there inherent learning difficulties? *Journal of Biological Education*. 16 (2), 135–140.
- Mayer, R. E. (1997). Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*. 32 (1), 1–19.
- Nelson, J. (2012). Hur används läroboken av lärare och elever? *Nordic Studies in Science Education*. 2 (2), 16–27.
- Olofsson, S. (1998). *Oä/no-lärares attityder och arbetsätt : resultat av lärarenkäten i TIMSS* (pedagogiska mätningar, 136) Umeå: Umeå Universitet.
- Pashley, M. (1994). A-level students: their problems with gene and allele. *Journal of Biological Education*. 28 (2), 120–126.
- Patel, R. & Davidson, B. (1994). *Forskningsmetodikens grunder: att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. Lund: Studentlitteratur.
- Pickering, R (2011). *Complete biology for Cambridge IGCSE*. Oxford: Oxford University Press.

- Rubman, C N & Waters, H (2000). A,B seeing: The role of constructive processes in children's comprehension monitoring. *Journal of Educational Psychology*. 92 (3), 503–514.
- Sveriges Television (2015). Skolverket: ”Kunskapsnivån hos eleverna har sjunkit?”.
<http://www.svt.se/nyheter/inrikes/skolverket-kunskapsnivan-bos-svenska-elver-har-sjunkit> (2016-09-24).
- Skolverket (2011). Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011. Utbildningsdepartementet. Stockholm: Fritzes.
- Skolverket (2015b). *Att svara eller inte svara: svenska elevers motivation att genomföra PISA-provet*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket (2007). *PISA 2006 - 15-åringars förmåga att förstå, tolka och reflektera - naturvetenskap, matematik och läsförståelse*. Stockholm: Skolverket.
- Syllabus 0610 (2011). Syllabus Cambridge IGCSE Biology 0610. Cambridge IGCSE. Cambridge: Cambridge International Examinations.
- Tibell, L, Höst, G, Schönborn, K & Bohlin, G (2012). Att inSe – Om visualisering i biologiundervisningen. *Bi-lagan*. (3), 12–17.

Bilagor

Bilaga 1. Presentation av läromedlen

Läroplan/kursplan: Lpo94 (1994)

Läromedel: Gleerups Biologi; Andra upplagan

Författare: Anders Henriksson

Förlag och utgivningsår: Gleerups Utbildning 2002

Gleerups Utbildning AB är en av Sveriges fyra största tillverkare av läromedel inom naturvetenskap. Biologi är sjätte tryckningen från 2007 och är anpassad till Lgr11. Boken har, enligt författarna, uppdaterats med många nya bilder med syfte att förklara svåra begrepp.

Läroplan/kursplan: Lpo94 (1994)

Läromedel: Spektrum Biologi; Tredje upplagan

Författare: Susanne Fabricius, Fredrik Holm, Ralph Mårtensson, Annika Nilsson, Anders Nystrand

Förlag och utgivningsår: Liber 2006

Liber AB är en av Sveriges fyra största tillverkare av läromedel inom naturvetenskap. Spektrum Biologi är första tryckningen från 2006. Boken har, enligt författarna, uppdaterats med enkla målbeskrivningar samt fler och mer utmanande testa dig själv-frågor.

Läroplan/kursplan: Syllabus Cambridge IGCSE 0610

Läromedel: Complete Biology for Cambridge IGCSE; Andra upplagan

Författare: Ron Pickering

Förlag och utgivningsår: Oxford University Press 2006

Oxford University Press är en del av Oxfords Universitet. Syftet med läromedlet är att främja utbildning och forskning. Boken används världen över. Andra upplagan publicerades 2011.

Läroplan/kursplan: Lgr11 (2011)

Läromedel: Biologi Direkt; Andra upplagan

Författare: Jarmo Kukka, Carl Johan Sundberg, Andreas Blom och Lars-Erik Andersson

Förlag och utgivningsår: Sanoma Utbildning 2012

Sanoma Utbildning AB är en av Sveriges fyra största tillverkare av läromedel inom naturvetenskap. Biologi Direkt är sjätte tryckningen från 2015 och är anpassad till Lgr11 med innehåll som, enligt författarna, stämmer väl med de nya kursplanerna.

Bilaga 2. Definitioner av de genetiska begreppen

Nedan presenteras nyckelbegreppen och dess definitioner för avsnittet genetik hämtade från Nationalencyklopedin (2017-05-06).

Nyckelbegrepp (svenska/engelska)	Definition
Kromosom/Chromosome	Strukturer i cellen som är bärare av genomet (arvsmassan). Dessa befinner sig ofta i cellkärnan, dock kan detta variera beroende på celltyp.
DNA (DeoxyriboNucleic Acid)	Den makromolekyl som utgör genomet (arvsmassan) hos alla kända levande organismer. DNA är huvudkomponenten i kromosomer.
Gen/Gene	En grundläggande enhet i genomet (arvsmassan). Gener, eller arvsanlag, överför ärftliga egenskaper från förälder till avkomma. Gener sitter på rad i en DNA-molekyl.
Allel/Allele	En av två eller flera alternativa former av en gen (arvsanlag).