

Beteckning: _____



Akademien för teknik och miljö

Att förstå evolution genom laboration

Erica Almström Rooth
Ht-2012

30 hp avancerad nivå
Biologi med ämnesdaktisk inriktning

Läroprogrammet 90 hp
Examinator: Christina Hultgren Handledare: Geir Loe

Sammanfattning: Undersökningar visar att elever har svårt att ta till sig evolutionsteorin och i stället väljer att förklara evolutionen med icke vetenskapliga argument. Till exempel väljer de att förklara fjällharens vita vinterpäls med att en vit päls gör att den syns sämre. Det här är ett exempel på att eleverna gärna förklarar evolutionen som behovsstyrd. En laboration utformades för att illustrera hur variation och urval ger evolution i en plantpopulation. Laborationen går ut på att eleverna under en tid studerar en population med plantor som utsätts för torka. Plantorna har olika simulerade genotyper och kommer därför att reagera olika på torkstressen. Tanken med laborationen var att få elever att använda sig av mer vetenskapliga förklaringar till evolutionen istället för icke vetenskapliga. Resultaten visar att eleverna ändrat uppfattning, men inte riktigt till en mer vetenskaplig förklaring utan de har gått från sin tidigare förklaringsmodell till att inte riktigt kunna förklara vad som händer vid evolution.

Nyckelord: Evolution, evolutionsteori, variation, naturligt urval, genetik

Innehåll

1. INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Litteraturgenomgång	3
1.2.1. Inomartsvariation	4
1.2.2 Naturligt urval	5
1.2.3. Evolutionsteori	5
1.3 Frågeställning	6
2. METOD	7
2.1 Urval	7
2.2 Metodutveckling	7
2.3 Laboration	8
2.4 Analysmetod	8
2.5 Etiska överväganden	8
3. RESULTAT	10
3.1 Laboration	10
3.2 Testfrågor	12
3.2.1. Evolutionsteori 1	12
3.2.2. Evolutionsteori 2	13
3.2.3. Variationens uppkomst	13
3.2.4. Naturligt urval	14
4.1 Sammanfattning	16
4.2. Tillförlitlighet	18
4.3. Teoretisk tolkning	18
REFERENSER	20

Bilaga 1	Förtest
Bilaga 2	Frågor – eftertest
Bilaga 3	Kategorier för utvärdering av svar i för- och eftertest
Bilaga 4	Elevsvar på förtest presenterar elev för elev.
Bilaga 5	Evolutionslaboration – en studiehandledning om livets under
Bilaga 6	Lärohandledning

1. INLEDNING

“Nothing in biology makes sense except in the light of evolution”
-Theodosius Dobzhansky (evolutionär genetiker)

Evolutionsteorin är grunden till att förstå andra delar av biologin, med dess hjälp kan vi beskriva, förstå och förklara livets utveckling. Trots vikten av evolutionsteorin så finns det stora brister i kunskapen hos många elever, vilket visats i flertalet undersökningar (Bishop och Andersson 1986, Wallin 2004, Hallden 1988).

1.1 Bakgrund

Varför är det så svårt för elever att ta till sig evolutionsteorin och dess mekanismer? Det har gjorts många studier runt elevers förståelse och kunskaper om evolution och flera olika orsaker har uppmärksamats. Det har bl.a. visat sig att elever har svårt att ta till sig den tidsrymd under vilken evolutionen sker (Halldén 1988), det finns också en del svårigheter i att använda de begrepp som används inom evolutionsundervisningen på ett korrekt sätt (Wallin 2004).

Ett annat, mer komplicerat problem, är att elever i första hand väljer att förklara evolutionsteorin med mer vardagliga begrepp som anpassning, där det är miljön som dikterar vad som behövs och organismerna utvecklar på så sätt de egenskaper de ”behöver” (Bishop och Anderson 1990, Driver m.fl. 1994). Pedersen (1992) menar att sådana föreställningar fungerar som en slags mental barriär för elever att kunna ta till sig en vetenskaplig grundad teori. I och med att eleven redan tror sig ha en klar uppfattning om hur evolutionen går till så hindrar detta eleven från att ta till sig en annan kunskap. I en sådan uppfattning finns det inte heller behov av genetik eller andra mekanismer, varför förmodligen elever har svårt att se kopplingen mellan genetik och evolution (Olander, 2004). Dessa föreställningar kan till och med vara oförenliga med mer vetenskapliga idéer (Wallin 2004). Ett annat problem är att elever gärna tillskriver evolutionen mål och mening (Zetterqvist 1995) och har svårt att ta till sig att variationen, som är grunden till evolution, sker av en slump (Olander, 2004). De mekanismer som ligger bakom evolutionen, genetisk variation och naturligt urval, verkar inte heller helt lätt för elever att ta till sig, detta beror till stor del på att elever uppfattar det som om alla individer i en population anpassar sig till nya förhållanden och inte att det börjar med förändring hos en individ som sedan sprider sig genom en population över generationer (Bishop och Anderson 1990, Wallin 2004).

Varför är det då så här? Det är förmodligen lättare att tillskriva en egenskap med en mer funktionell förklaring än en mer komplicerad där flera steg är inblandade. Vart kommer då de här funktionella förklaringarna ifrån kan man fråga sig. En förklaring kan vara att vuxna försöker förklara ett mycket komplext system för yngre barn genom att belysa den funktionella delen av evolutionen (Ekstig 2002). Det är ju sant att vita harar syns sämre på vintern, men en sådan förklaring berättar inte hur det kom sig att haren blev vit från början.

För att komma till rätta med dessa problem med förståelsen för evolution behövs nya angreppssätt för evolutionsundervisningen. Första uppgiften blir att få elever intresserade för naturvetenskapen och det finns olika saker som påverkar elevers intresse för naturvetenskap. Tyvärr uppfattas naturvetenskap som oföränderlig, med redan färdiga svar och lite utrymme för diskussion, och att en stor del av undervisningen är predikande med få praktiska exempel (Lindahl 2004). Detta leder till att naturvetenskapen upplevs som verklighetsfrämmande och att det kan göra att eleverna inte hänger med (Sjøberg 1996) och att det är ett ämne för endast de riktigt duktiga (Harlen 1996). Så trots att de flesta elever anser att naturvetenskap är viktigt

för framtiden och även hyser stora förhoppningar till att den ska lösa många av de problem och sjukdomar vi har upplever de ändå att den är främmande (Skolverket och Verket för högskoleservice 1994). Vad är det då som intresserar elever att vilja lära sig? I skolan vill eleverna ha mer laborationer, diskussioner, värderingsövningar, exkursioner och studiebesök (Bladh 2009). Dessa arbetsmoment hjälper alla till att verklighetsförankra och konkretisera biologin (Walin 2000) vilket hjälper till att öka förståelsen för ämnet. På detta sätt skulle man kunna minska på avståndet mellan naturvetenskapen och vardagen. En laboration har därför konstruerats i syfte att hjälpa eleverna att tackla en del av dessa problem så att de ska kunna förkasta sina tidigare missuppfattningar om behovsstyrd evolution.

Eleverna kommer att själva få utvärdera vad som händer en population av växter när de utsätts för torka. Den organism som användes för att försöka med den vanliga ärtan (*Pisum sativum var. sativum*), som är billiga och enkla att få tag på och enkla att odla i ett klassrum. Eftersom ärtorna är av okänd genotyp och förmodligen reagerar på torka på ungefär samma sätt harförgiftas en del av plantorna för att simulera olika genotyper. Eleverna kommer inte att få veta att plantorna förgiftas utan ska själva få dra slutsatsen att plantorna har olika genotyp i och med att de reagerar olika på torkan.

Det här ska visa på att organismer är olika känsliga för miljön och det är de som är bäst anpassade till miljön kommer att få föra sina anlag vidare, vilket leder till evolution hos arter. Valet att simulera genotyper istället för att använda en organism med kända genotyper är dels att de är svårtillgängliga, dyra och det kan bli problem med avfallshantering vid användande av manipulerade varianter. Valet att manipulera en växt är för det kan vara roligt att se "evolutionen" i action, att det sker framför deras ögon. Genom att låta eleverna själva utvärdera och analysera sina egna resultat får de tänka till och på så sätt uppnå ett mer vetenskapligt tankesätt runt evolutionen och även kunna koppla den till genetik, variation och naturligt urval.

I ämnesplanen för biologi står det att; "Utbildningen syftar även till att ge sådana kunskaper som stimulerar till ett aktivt deltagande i samhällsdebatten utifrån ett biologiskt perspektiv. Däri ingår att fördjupa kunskapen om de evolutionära processer som ligger till grund för organismernas mångfald och släktskap liksom kunskapen om vad som krävs för en ekologiskt hållbar utveckling (Skolverket 2006)"

"Biologiämnet behandlar såväl den biologiska organisationen som växelverkan mellan och inom nivåerna. Evolutionsteorin är grundläggande vid studiet av denna växelverkan (Skolverket 2006)."

Målet som finns för Biologi A i kursplanen är:

"Ha kunskap om naturvetenskapliga teorier rörande livets uppkomst och utveckling."

Tyvärr är det bara de elever som läser på det naturvetenskapliga programmet detta gäller, vilket är synd eftersom evolutionsteorin kan fungera som en bro mellan olika block inom biologin. Inom alla andra program läser man istället naturkunskap och i ämnesplan för Naturkunskap A står det:

"Utbildningen i ämnet naturkunskap syftar till att beskriva och förklara omvärlden ur ett naturvetenskapligt perspektiv. Ämnet syftar också till förståelse av naturvetenskapens arbetssätt och resultat. Ämnets syfte är dessutom att ge naturvetenskapliga kunskaper för att kunna ta ställning i frågor som är så viktiga för individ och samhälle som t.ex. genteknik, hållbar utveckling och energifrågor."

Det finns alltså ingen särskild betoning på vikten av evolutionsteorin i ämnesplanen och i kursplanen är inte evolutionsteorin lika tydlig som för biologi A:

”Ha fördjupat sin kunskap om ekosystemets struktur och dynamik samt betydelsen av biologisk mångfald (Skolverket 2006).”

Däremot i de mål som ska uppfyllas i naturkunskap B finns evolutionen med:

”Ha kunskap om naturvetenskapliga teorier för livets uppkomst, villkor, utveckling och mångfald”

Även om evolutionsteorin inte finns med direkt i kursplanen och ämnesplanen finns den med indirekt. Det är svårt att förstå ”ekosystemets struktur och dynamik samt betydelsen av biologisk mångfald” om man inte har grundläggande förståelse för evolutionen och dess mekanismer. Det gör det också svårt att ”förklara omvärlden ur ett naturvetenskapligt perspektiv” utan att förstå hur livet och även beteende har utvecklats och utvecklas. Syftet med detta examensarbete är därför att utveckla, testa och utvärdera en laboration som på ett handgripligt sätt förklarar evolutionen där eleven själv ska utvärdera vad som händer när evolution sker.

1.2 Litteraturgenomgång

1859 publicerade Charles Darwin boken ”Origin of species” i vilken han tar upp naturligt urval som en förklaring till den diversitet som finns i naturen, både mellan arter och inom en art. Hans teorier om naturligt urval har gjort att han räknas som den moderna evolutionsteorins grundare. I sin bok myntade han uttrycket ”survival of the fittest”, uttrycket har i svensk översättning ofta blivit ”den starke överlever” vilket kan tolkas som att det är fysisk styrka som avses (Andersson et al 2002). Darwins avsikt med det påståendet var snarare att den som är mest välanpassad till sin miljö överlever och lämnar efter sig fler avkomma, alltså skulle uttrycket mer korrekt vara ”den bäst anpassade överlever”. Darwin har två huvudsatsar, den första var att alla organismer har en gemensam anfader och den andra att mekanismen för evolution var naturligt urval. Till en början hade Darwins teorier svårt att bli accepterade, anledningen till det var att man vid den här tiden trodde att arvsanlag blandades vid befruktning, man antog att föräldrarnas egenskaper alltså blandas i avkomman. Den här teorin beskrevs av Jean-Baptiste Lamarck (Lamarck 1809) och kallas idag lamarckism. Förutom denna syn på evolutionen så beskrev Lamarck även hur förvärvade egenskaper kunde gå i arv. Lamarckism fungerar alltså så att om t.ex. en långhalsad giraff parar sig med en korthalsad får avkomman en medel lång hals och egenskapen för långhals och korthals försvinner. Naturligt urval kunde inte fungera i ett sådant system. En av svårigheterna för Darwins evolutionsteori att bli allmänt accepterad var att det fanns en brist i hans teori, han kunde inte förklara hur variation kunde uppstå och behållas.

Den som hade svaret på den frågan var Gregor Mendel, en österrikisk munk som undersökte ärftlighet hos ärtväxter. Mendels experiment formade grunden för genetisk förståelse och hur förvärvandet av nedärvda egenskaper fungerar. Problemet var bara att Mendels teorier om arv hade fallit glömska och återupptäcktes först i början av 1900 talet. En av anledningarna var att hans teorier inte verkade fungera på alla egenskaper. De organismer och vars egenskaper han tittade på använde sig av styrdes i huvudsak av en gen, såsom t.ex. längd hos de ärtväxterna (benämnda tall/ dwarf) han använde sig av (Lester *et al.* 1997) och egenskapen skrynkliga/slåta ärtor styrs i huvudsak av en enda gen (Bhattacharyya *et al.* 1993). De flesta egenskaper hos organismer är dock mer komplicerade än så och är kopplade till flera gener och därför verkade det som om Mendels teorier om ärftlighet inte fungerade och detta skapade tvivel

runt hans arbete. Vad man inte visste då är att de gener som styr t.ex. en människas längd är många och var och en av dem har liten påverkan på längden, alla dessa gener följer dock Mendels principer. Mendels arbete visade att ärftliga faktorer inte blandar sig i avkomman och att de kan nedärvs från tidiga förfäder i samma form och att det finns variation mellan individer inom en art. Denna variation behövs om naturligt urval ska kunna fungera som modell.

Mendels arbete med ärftlighet och Darwins teori om naturligt urval har idag sammansmält till vad som kallas ”den moderna syntesen”, begreppet myntades av Julian Huxley i sin bok ”*Evolution: the modern synthesis*” (1942). Syntesen innebär att evolutionen kan beskrivas och förklaras med mer än bara naturligt urval, t.ex. så kan variation inom en population förklaras med genetisk variation och att det finns fler faktorer än naturligt urval som påverkar en population, såsom genetisk drift och migration.

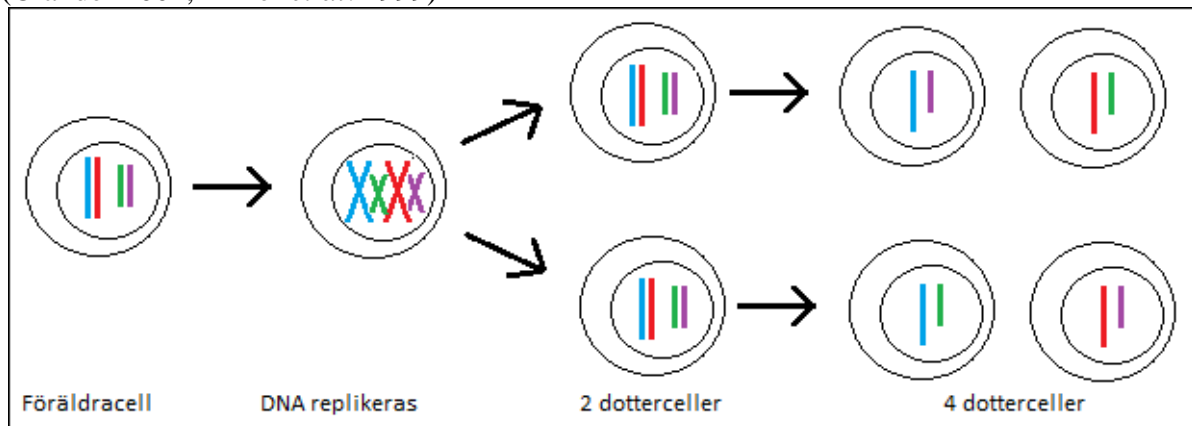
1.2.1. Inomartsvariation

Mutationer som källa till variation; Så för att naturligt urval alls ska fungera behövs det alltså variation i en population, denna variation uppstår via genmutationer och kromosomala mutationer under meios, den process i vilken könsceller produceras (Brown 2002). Som det sagts tidigare är den vanligaste missuppfattningen att evolution sker genom anpassning vilket skulle innebära att nya egenskaper kan uppstå i en fullvuxen individ. Det är fullt möjligt att individer bär på ett anlag som kan vara till nytta vid förändrade omständigheter, men de kan inte mutera på beställning och därför det är viktigt att komma ihåg att alla nya egenskaper endast kan uppstå under meios, dvs. bildningen av könsceller, och att endast de mutationer som sker under meios och bärs av ägg eller spermier kan föras vidare till avkomman. I första steget av meios sker en duplicering av det genetiska materialet, dvs. DNA (deoxyribonucleic acid). DNA är en dubbelsträngad spiralformad molekykedja uppbyggd av deoxyribonukleotider, mer känt som kvävebaser. Varje kvävebas består av en sockermolekyl (deoxyribos) och en fosfatgrupp. Det finns fyra kvävebaser, adenin (A), guanin (G), cytosin (C) och tymine (T), i DNA molekylen sitter adenin mot tymine och cytosin mot guanin. Under själva replikeringen sårar sig de två strängarna och två nya byggs upp med de gamla som mall och det är här som misstag kan ske. När de nya strängarna byggs upp händer det att fel baser paras ihop, t.ex. adenin med cytosin. Det här händer hela tiden och det finns proteiner som fixar till dessa fel, men ibland repareras DNA:t efter fel templat. Detta kallas punktmutationer (Klug *et al.* 2000). Vid en punktmutation så ersätts kvävebaserna i DNA:t mot en annan, t.ex. ACT GTA blir TCT GTA. Andra mutationer är när kvävebaser elimineras eller dubbleras och på så sätt ändrar gensekvensen. Vid kromosomala mutationer så sker en strukturell förändring, antingen via deletion, dupliserings eller omflyttning av större delar av en eller flera kromosomer (Brown 2002).

Mutationernas effekt är alltid slumpmässig och chansen att en slumpmässig förändring av ett redan väl fungerande system skulle leda till en förbättring är väldigt liten. De flesta punktmutationer resulterar i neutrala mutationer, de har ingen effekt på organismen, men det finns en risk att de är skadliga (Klug *et al.* 2000, Brown 2002). Kromosomala mutationer däremot är nästan alltid skadliga (Klug *et al.* 2000), men om en sådan förändring inte påverkar en organisms ”fitness” finns det en chans att över tid dessa förändringar leder till nya egenskaper (Campbell *et al.* 1999). Mutationer är som sagt en stor källa till variation inom en art, men det finns ett annat sätt att utöka den genetiska variationen, med sexuell reproduktion.

Sexuell rekombination som källa till variation; Sexuellt reproducerande arter får större delen av deras genetiska skillnader från den unika rekombination som sker vid bildandet av könscellerna. Sex blandar alleler (alternativa former av en gen) och delar ut dem slumpvis för att bestämma en individs genotyp. Vid meios delas de homologa kromosomparen slumpvis

upp till var sin köns cell (fig. 1). De köns celler som bildas hos en individ är alla olika i sin genetiska uppsättning och varje zygot har en unik blandning av alleler som ett resultat från den förening som sker mellan ägg och spermie. En population innehåller ett stort antal av möjliga kombinationer för parning, där varje kombination för samman individer av olika genetisk bakgrund och varje gång resulterar det i en ny och unik individ med sin alldeles egen genotyp. Även om möjligheten till alla möjliga kombinationer inom en population finns, så är det inte så det går till i verkligheten. Parning är inte slumpvis utan styrs av naturligt urval. (Olander 2004, Miller *et al.* 1999)



Figur 1. Inför bildning av köns celler börjar DNA:t att replikeras för att sedan delas upp i var sin dotter cell. Det duplicerade DNA:t fördelas därefter upp i två nya dotter celler och resultatet blir fyra dotter celler med en unik sammansättning av kromosomer

1.2.2 Naturligt urval

För att förstå naturligt urval måste man också förstå den genetiska variationens betydelse inom en population. Beroende på vilken genotyp en individ får så har den också en viss chans till överlevnad och framgång när det gäller reproduktion, det här brukar mätas i fitness. En individ som har hög fitness kommer att lyckas väldigt väl och får flera avkommor som överlever till vuxen ålder än de som har lägre fitness (Klug *et al.* 2000, Campbell *et al.* 1999). Vad är det då som bestämmer vad som är hög och låg fitness? Graden av fitness bestäms av individens anpassning till miljön, alltså ju bättre anpassad desto högre fitness (Miller 1999). Det här betyder också att villkoren för hög fitness kan ändras då miljön förändras.

Hög fitness hos individer betyder att de kommer att sprida sin genetiska uppsättning till större delen av populationen över tid, vilket också ändrar hela arten och man kan säga att arten evoluerat. Även om den slumpmässiga biten i form av mutationer skapar den genetiska variationen så är det naturliga urvalet den aktiva process som förklarar varför vissa egenskaper kan spridas i en population och förändra en art och de naturliga särdrag och den rika variation vi kan se i naturen är ett resultat av detta. Så evolutionen har inget mål eller mening och försöker inte uppnå en förutbestämd form. Förändring hos organismer beror i grund och botten på en slump.

1.2.3. Evolutionsteori

Evolution är ursprunget till den stora variation som finns i den biologiska världen, de nu förekommande arterna är alla besläktade i ett gemensamt ursprung. Med tiden utvecklas nya arter från de existerande genom artbildning, en produkt av små successiva förändringar över stora tidsrymder. Evolutionen kan delas in i två steg (Olander 2004):

- variation, som uppkommer genom slumpvisa mutationer och omkombinationer
- naturligt urval, vissa varianter får högre reproduktionsförmåga på grund av miljön

Evolution är alltså processen genom vilken olika arter förändras från en form till en annan, ibland till och med till helt nya arter. Evolutionsteorin beskriver hur den här processen går till, med slumpmässiga mutationer förklaras variationen och dessa förändringar förs vidare till nästkommande generationer med det genetiska arvet. Det är sedan det naturliga urvalet som styr vilka egenskaper som blir kvar i en population.

1.3 Frågeställning

Evolutionen är den del av biologin som knyter ihop alla andra delar som t.ex. artrikedom, artbildning och beteende. Elever har dock svårt att förstå evolutionsteori och även olika mekanismer som utgör evolutionen, t.ex. variation och naturligt urval. De frågor som skulle besvaras med laborationen och de olika testerna var:

1. Vilka är de vanligaste missuppfattningarna inom evolutionsteori? Vilka vardagliga förklaringar på evolution förlitar sig elever på när de förklarar evolution?
2. Gör praktiska moment det lättare att förstå evolution och gör det lättare att koppla samman evolutionen till variation och naturligt urval?

2. METOD

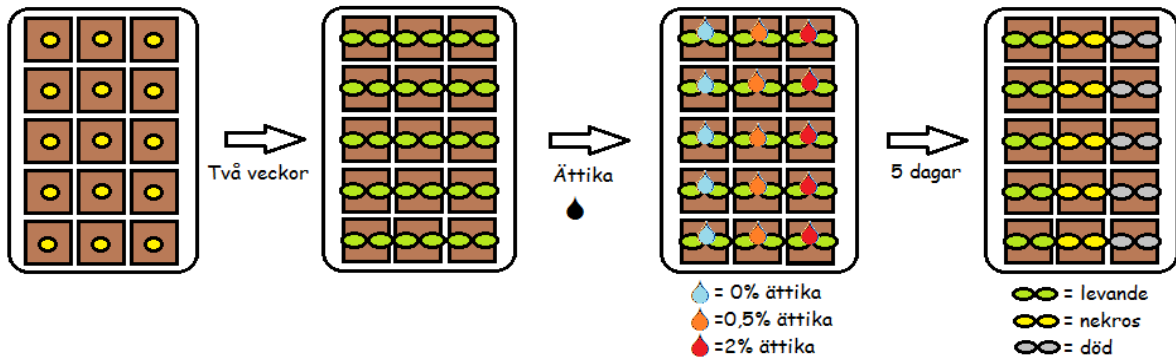
Tanken med denna laboration är att sätta upp ett experiment där man lätt kan se hur olika genotyper hos en organism påverkar chansen att överleva i olika miljöer och hur detta är kopplat till evolution. Den organism som valts för detta ändamål är gula ärtor (*Pisum sativum* var. *sativum*) eftersom den är lättillgänglig, snabbväxande och inte så kräsen med i vilken miljö den växer i. Ärtorna är av okänd genotyp men efter att ha drivit upp ett antal plantor och utsatt dem för stress drogs slutsatsen att de har likartad reaktion på torka. Experimentet går ut på att visa hur genotypen kan påverka överlevnaden hos en organism. Eftersom växterna har okänd genotyp med likartat beteende vid torka blev lösningen att simulera olika genotyper med ättiksyra (Hansson *et al.* 1994) strax innan plantorna slutade vattnas. Detta för att ge intrycket av att plantorna har olika genotyper som också påverkar deras förmåga att hantera torkstress. Laborationen börjar med att driva upp plantor från ärtor, när de är tillräckligt stora delas de in i tre grupper, en utan ättiksyra och två med olika koncentration ättiksyra. Plantorna förgiftas innan de presenteras för eleverna men de ser fortfarande lika ut. Man avslutar att vattna plantorna och i takt med att dagarna går kommer de plantor som förgiftats att dö eller visa andra symptom på vissnande. För att kunna utvärdera om eleverna ändrat sin uppfattning om, eller behållit, sin uppfattning om evolutionen får de uppgifter att fylla i under och efter laborationen.

2.1 Urval

För att utvärdera laborationen som ett verktyg att förbättra elevers förståelse för evolution kontaktades en gymnasieskola i Gävle efter elever som läste eller hade läst evolution i naturkunskap A/ B och biologi B. Slutligen blev att nio stycken ($N=9$) elever deltog i undersökningen. Urvalsgruppen som användes läste biologi A som tillval i årskurs 2 på gymnasiet. Ingen hänsyn till kön eller till vilket program eleverna läste togs.

2.2 Metodutveckling

Till försöken användes vanliga gula ärtor (*Pisum sativum* var. *sativum*), som alla har okänd genotyp så för att simulera olika genotyper förgiftas de med vanlig ättiksyra (Perstorp ättiksyra 24 %). Olika koncentrationer av ättiksyra testades och de som fungerade bäst för laborationen var 0,5 % och 2 %, en del av plantorna förgiftas inte (0 %, vilket innebär att dessa fungerar både som kontroll och de plantor som är bäst anpassade för torka). Den effekt som önskades av förgiftningen var att plantorna inte fick dö alltför fort utan att det skulle ta lite tid så att eleverna har lite längre tid att observera och att det också sker en förändring under den tid de observerar (se figur 3). Ärtan planterades i en plastkruka (8 cm) med planteringsjord och drevs sedan upp i ett vanligt miniväxthus i mitt köksfönster. Efter två veckor är plantorna tillräckligt stora för att förgiftas. 20 ml av 0 %, 0,5 % och 2 % ättiksyra hälls direkt på jorden. Efter det blandas de olika populationerna i ett tråg så att skillnaderna ser mer slumpmässiga ut. Förgiftningen sker innan plantorna presenteras för eleverna eftersom de inte ska veta att de förgiftats utan att de ska se miljön och genotyp som orsaker till varför en del plantor dör och andra överlever. När eleverna fått plantorna tas locket av miniväxthusen och vattningen upphör så att plantorna utsätts för ”torkstress” sedan observeras de av eleverna i ca fem dagar där de ska föra anteckningar på vad som händer.



Figur 2. Bildserien visar vad som förväntas hända med de förgiftade plantorna. Ärtorna planteras och får växa till sig under två veckor. Efter det så förgiftas plantorna och efter fem dagar är det tänkt att en del av plantorna ska vara döda (gråa), en del ska vara på väg att dö (gula) och kontrollen ska ha fortsatt växa (gröna).

2.3 Laboration

Försöksgruppen fick de förgiftade plantorna och de hade till uppgift att studera vad som hände med plantorna när de utsattes för stress och föra protokoll över en period på fem dagar för att se hur plantorna klarade sig (bilaga 2). I tabellens utförande har de olika plantorna fått namn som även indikerar en viss samhörighet (dvs. samma genotyp) mellan vissa plantor. Ove, Ofelia, Olga och Orvar är genotyp 1 (0 % ättiksyra), Erica, Engla, Eskil och Evert är genotyp 2 (0,5 % ättiksyra) och Magnus, Maria, Magdalena och Mia genotyp 3 (2 % ättiksyra). Efter det att data insamlats svarade försöksgruppen på frågor för att återkoppla till laborationen för att se om de fått en bättre förståelse för evolutionen och dess mekanismer.

Genomförandet av laborationen föregicks även av en teorigenomgång om evolution. I den tas variation och naturligt urval upp och vikten av dessa förklaras för evolutionen, även fitness-begreppet förklaras. Sedan beskrevs även laborationen och vad eleverna förväntas göra.

2.4 Analysmetod

För att utvärdera resultaten av laborationen och elevernas förståelse av evolutionen fick eleverna göra ett förtest (bilaga 1) med frågor hämtade från Wallins (2004) avhandling. Anledningen till valet att ta de testen än att konstruera ett eget är för att då kunna jämföra resultaten. Fråga ett och två är öppna uppgifter som ska ta reda på elevernas kunskaper inom evolutionsteori. Fråga tre handlar om variationens uppkomst och fråga fyra om naturligt urval, dessa är uppgifter av likert typ där eleverna även ska motivera sitt svar. Likertskalan är en attitydskala utarbetad av den Amerikanske psykologen Rensis Likert (1903-1981). I skalan markeras inställningen i ett påstående, antingen finns olika alternativ att välja mellan eller så används en sifferskala. Sifferskalan anger hur fel eller rätt man tycker att ett påstående är. I förtestet har en likert med sifferskala använts. Efter laborationen får de ett antal öppna frågor för att de själva ska reflektera över vad som hänt (bilaga 2). Kunskaper om evolutionsteorin utvärderas från alla frågorna i eftertestet medan variationens uppkomst från fråga 3 och naturligt urval från fråga 4. För att kunna utvärdera och jämföra resultaten från för och eftertestet har Wallins system med att först dela in svaren i olika kategorier (bilaga 3) följts.

2.5 Etiska överväganden

Det finns fyra etiska krav när man arbetet involverar andra människor; informationskravet, samtyckeskravet, konfidentialitetskravet och nyttjandekravet (www.vr.se).

Informationskravet innebär att alla deltagare i undersökningen informeras om vad syftet med deras medverkan är, att de frivilligt deltar och att de kan avbryta studien när som helst.

Eleverna informerades att om att materialet skulle användas i mitt examensarbete och att det

var till för att utvärdera den laboration som tagits fram. Det förklarades också noga att det var mitt arbete som skulle utvärderas och inte deras. Samtyckeskravet betyder att deltagare över 15 år själva ska godkänna sin medverkan. Eleverna har samtyckt till att delta muntligt. Konfidentialitetskravet innebär att alla deltagare ska ges största möjliga konfidentialitet och att deras personuppgifter ska förvaras så att ingen obehörig kan få tag på dem. Inga personuppgifter har samlats in. Nyttjandekravet innebär att uppgifterna samlats in från deltagarna endast får användas för forskningsändamål. Uppgifterna som samlats in har endast använts i denna rapport och kommer inte att användas till något annat. Det finns också en annan aspekt att ta hänsyn till och det är att eleverna faktiskt blir lurade att tro att det är genotyper de undersöker när det egentligen handlar om förgiftning.

3. RESULTAT

För resultaten från själva laborationen presenteras en tabell för vad som skett med plantorna under de dagar som eleverna observerade dem (tabell 1). Resultat från förtest och eftertest har utvärderats enligt samma modell som i Wallins avhandling för att kunna ge en så rättvisande bild som möjligt av elevernas kunskaper inom evolutionsteori. Elevsvaren på de olika uppgifterna finns i sin helhet i bilaga 4 så att läsaren har en möjlighet att själv göra en bedömning i och med ett sådant här test medför en viss subjektiv bedömning. En del av svaren i eftertestet när det gäller gepard och salamander uppgifterna har dock bedömts irrelevanta, dessa svar har då hamnat i kategorin ”blank” för eftertestet. Exempel på sådana svar är:

- ”Eftersom de är enskilda individer är vissa starkare än andra”
- ”Mer vatten till vissa gjorde att de inte levde i torka så länge”
- ”De hade hunnit växa olika mycket”

3.1 Laboration

I pilotstudien skulle elever observera och anteckna vad som händer med en population av ärtväxter efter det att de inte får något mer vatten och därför kommer att utsättas för torka. I och med att inga genotyper med olika känslighet för torka fanns tillgängliga av den gula ärtan förgiftades viss av dem med ättika istället för att på så sätt simulera olika genotyper. I försöket blev fyra stycken plantor vardera förgiftades med 2 % eller 0,5 % ättika, kontrollgruppen vattnades endast med vatten. De plantor som förgiftats med 2 % ättika fick namn som börjar med bokstaven O, 0,5 % med bokstaven M och kontrollgruppen med bokstaven E. För att lättare kunna få överblick över resultaten och göra det enklare med bedömning hade eleverna följande koder för att bedöma plantans tillstånd:

- 0 = oförändrad
- 1 = vissnat
- 2 = nekros (bruna fläckar)
- 3 = död

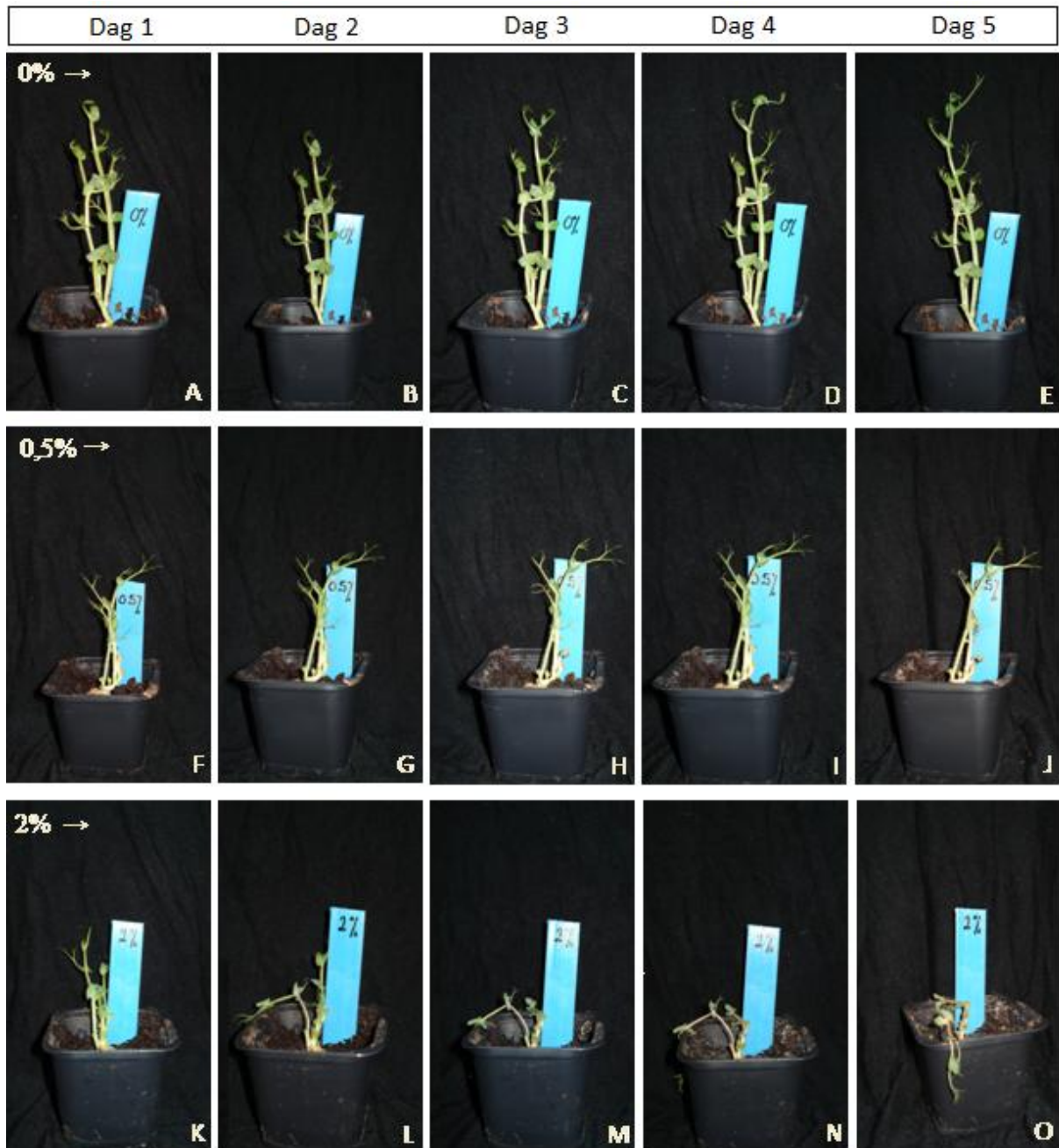
Tabell 2. Resultat från förgiftningen under pilotstudien av ärtor med vanlig ättika under de fem dagar som experimentet höll på. Fem plantor förgiftades med 0,5 % och fem med 2% ättika, fem stycken plantor vattnades med vanligt vatten och fungerar förutom som ”torktålig” även som kontroll. Koderna står för följande; 0 = oförändrad, 1 = vissnat, 2 = nekros (bruna fläckar) och 3 =

0%						0,5%						2%					
Dag Kod	1	2	3	4	5	Dag Kod	1	2	3	4	5	Dag Kod	1	2	3	4	5
0	4	4	4	4	4	0	4	3	1	0	0	0	4	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	1	3	2	1	1	0	3	1	2	0
2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	1	2	0	0	1	1	1
3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	3	0	0	1	2	3

Resultatet från laborationen visar att de plantor som inte förgiftats hade en tydlig tillväxt, för plantor med koncentrationen 0,5 % sker ingen förändring förrän dag 3 då det blir uppenbart att dessa plantor slutat växa i jämförelse med de utan ättiksyra, vid dag fyra börjar även nekros uppträda på bladen under dag 4 och under dag 5 har i stort sett alla blad en viss grad av

nekros. De plantor som vattnats med 2 % ättiksyra vissnar redan under dag 1 och nekros syns redan dag 3 och denna sprider sig från dag till dag tills dag fem då plantan är död.

I tabell 1 finns en sammanställning över hur det gick för alla de förgiftade plantorna under fem dagar. I bilderna nedan (fig. 3) finns bilder på en planta vardera från de olika koncentrationerna (0%, 0,5% och 2% ättika). Bilderna är dock från metodutvecklingen men i och med att alla försök har visat samma trend har de tagits med för att illustrera vad som händer med plantorna. En planta valdes ut i början av försöket och samma planta har sedan fotograferats varje dag under försökstiden.



Figur 3. Bilden visar lodrätt en av plantorna från varje koncentration över tid (0%, 0,5% och 2% ättiksyra) och vågrätt från dag 1 till dag 5. Bilderna är från metodutvecklingen men då samma trend kunde ses i båda försöken är bilderna medtagna för att illustrera vad som skett med plantorna.

3.2 Testfrågor

Eleverna fick innan laborationen frågor att svara på för att utröna hur de förklarar evolutionen och även ett test efter för att se om det fanns någon skillnad i förståelsen för evolution. I förtestet deltog alla nio av klassen elever och i eftertestet sju. Frågorna (bilaga 1) eleverna svar på i förtestet handlar om evolutionsteori (fråga 1 och 2), variationens uppkomst (fråga 3) och ärftlighet (fråga 4). Frågorna i eftertestet (bilaga 2) handlar om själva experimentet där de ska utvärdera vad som hänt, fråga 1 till 4 handlar om evolutionsteori (en sammanvägning av svaren på frågorna gjordes), fråga 3 om variationens uppkomst och fråga 4 om naturligt urval.

Gepard- och salamanderfrågan var öppna frågor i förtestet och i diagrammet nedan jämförs elevernas förståelse för evolutionsteori med svaren på frågorna i eftertestet (diagram 1 och 2 respektive). Resultatet från eftertestet visar inte på en ökad förståelse för evolutionsteorin, eleverna beskriver inte heller med alternativa idéer utan har valt allmän eller andra förklaringar till skillnaderna. Kategorin ”naturligt urval” i diagrammen för gepard och salamanderuppgifterna representerar de elever som svarat med vetenskapliga argument enligt kategorier i Wallins avhandling (bilaga 3).

3.2.1. Evolutionsteori 1

Resultatet för geparduppgiften visar att de elever som innan hade en bra uppfattning om evolutionsteori även har en bra uppfattning efter. De elever som innan valt behov som anledning till evolution går efter testet däremot till att inte kunna beskriva vad som hänt.

Exempel på svar i förtestet där behov anges som källa för evolution är:

- För att deras byten blev snabbare
- För att hinna ifatt gaseller, antiloper mm. Smidig kropp och god styrka för att kunna döda, och snabbhet för att hinna ikapp”

Frågan som ställdes i förtestet var; ”Geparder kan springa fort, runt 100 km/ h, då de jagar. Hur skall en biolog förklara hur egenskapen att springa fort har utvecklats, om man antar att geparden härstammar från förfäder som kunde springa runt 30 km/ h?. I eftertestet ställdes frågor överlevnad, skillnader (variation), uppkomst av variation och även reproduktionsframgång. Svaren på dessa utgör tillsammans elevens kunskaper om evolutionsteori.

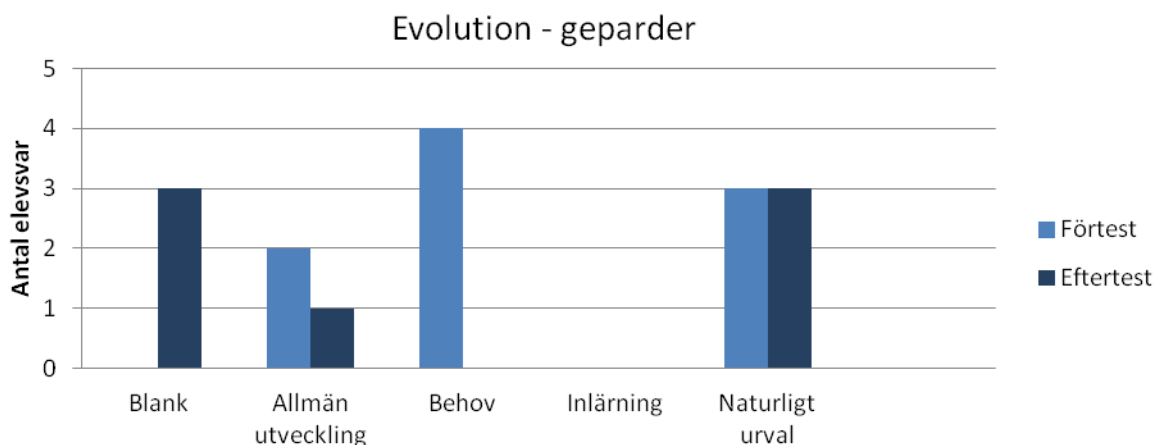
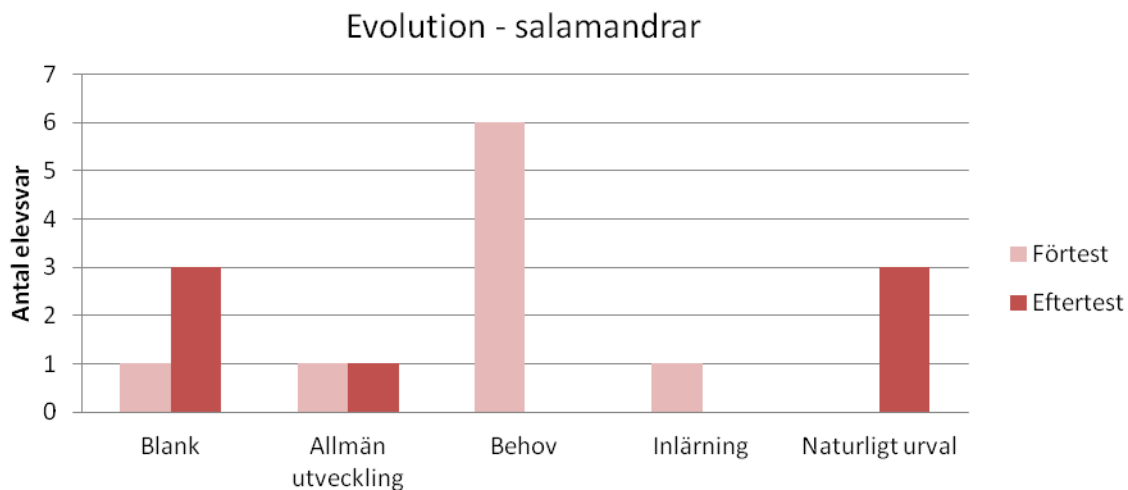


Diagram 1 Staplarna för förtestet visar elevsvaren på frågan om gepardens utveckling och staplarna för eftertestet visar en sammanvägning på frågorna 1 till 4. Resultatet visar att elever går från att beskriva evolution utifrån alternativa idéer (behov) till att lämna ett irrelevant svar (blank).

3.2.2. Evolutionsteori 2

Resultaten från salamanderuppgiften i förtestet visar att ingen elev har använt sig av vetenskapliga argument för att förklara vad som hänt utan beskriver evolution utifrån behov och allmän utveckling. Svaren jämfördes sedan på samma sätt med sammanställningen av svaren i eftertestet. Frågan som ställdes i förtestet var; ”Grottsalamandrar är blinda (de har ögon som inte fungerar). Hur skulle en biolog förklara hur blinda grottsalamandrar utvecklats från föregångare som kunnat se?”



Di

agram 2. Staplarna för förtestet visar elevsvaren på frågan om salamandrens utveckling och staplarna för eftertestet visar en sammanvägning på frågorna 1 till 4. Resultatet visar att elever går från att beskriva evolution utifrån alternativa idéer till vetenskapliga idéer eller lämnat ett irrelevant svar (blank).

Förutom att titta på elevernas förståelse för evolutionsteori fanns även två andra frågor för att undersöka hur väl eleverna förstod variationens uppkomst (fråga 3 i förtestet och fråga 3 i eftertestet) och ärftlighet (fråga 4 i förtestet och fråga 4 i eftertestet). I förtestet var dessa frågor likertuppgifter men där eleverna också ska motivera sitt svar. I eftertestet var frågorna öppna.

3.2.3. Variationens uppkomst

Resultatet från frågan om variationens uppkomst visar att eleverna inte fått bättre kunskaper i hur variation uppstår. De förklarar dock inte variationen i eftertestet med alternativa idéer utan valde andra förklaringar eller bara allmänna konstateranden såsom:

- ”Mer vatten till vissa gjorde att de inte levde i torra så länge”
- ”De hade hunnit växa olika mycket”

I förtestet användes dock till största del alternativa idéer, som t.ex.:

- ”Jag tror inte att det händer rent slumpmässigt på just de som behöver det...”
- ”För att alla saker inte händer av en slump, det finns alltid skäl varför det händer”

Nedan finns de motiveringar till likersvaren på fråga tre; Egenskapen att ha simhud på fötterna hos änder uppkom hos ändernas förfäder på grund av att:

de levde i vatten och behövde	1	2	3	4	5	det av slumpskäl upp-
simhud för att simma						kommit mutationer

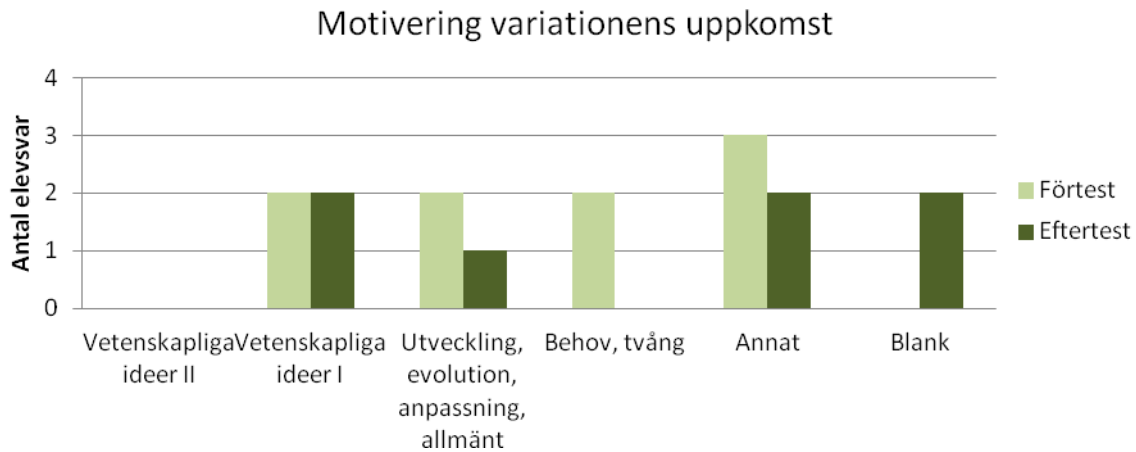


Diagram 3. Resultat från frågorna om variation i förtestet och eftertestet. Vetenskapliga idéer I innebär att två vetenskapliga komponenter ingår i argumentet, i ”vetenskapliga idéer II” ingår tre till fem vetenskapliga komponenter. Resultaten visar att eleverna inte fått bättre förståelse för variationens uppkomst.

3.2.4. Naturligt urval

Resultatet från motiveringen i likertuppgiften om naturligt urval i förtestet och den öppna frågan i eftertestet om ärftlighet visar att eleverna inte fått bättre kunskap om hur naturligt urval hänger ihop med evolution. Både i förtestet och eftertestet, till skillnad från uppgiften om variation, så använde eleverna sig av alternativa idéer, i förtestet fanns förklaringar som:

- ”Vissa ändrar anpassade sig medan de som inte gjorde det dog”
- ”För de lever ju i vatten”

I eftertestet förklarades det naturliga urvalet med:

- ”De som överlevt och varit starkast”
- ”De växter som har överlevt, för att de har de starkaste generna. Detta betyder att framtida generationer kommer bli starkare o starkare. I naturen är det alltid den starkaste som överlever.”

Nedan finns de motiveringar till likersvaren på fråga fyra:

Simhud utvecklades hos de tidiga änderna eller dess förfäder på grund av att:

vissa ändrar anpassade sig till sin 1 2 3 4 5 vissa ändrar dog eller fick
akvatiska miljö mindre avkomma

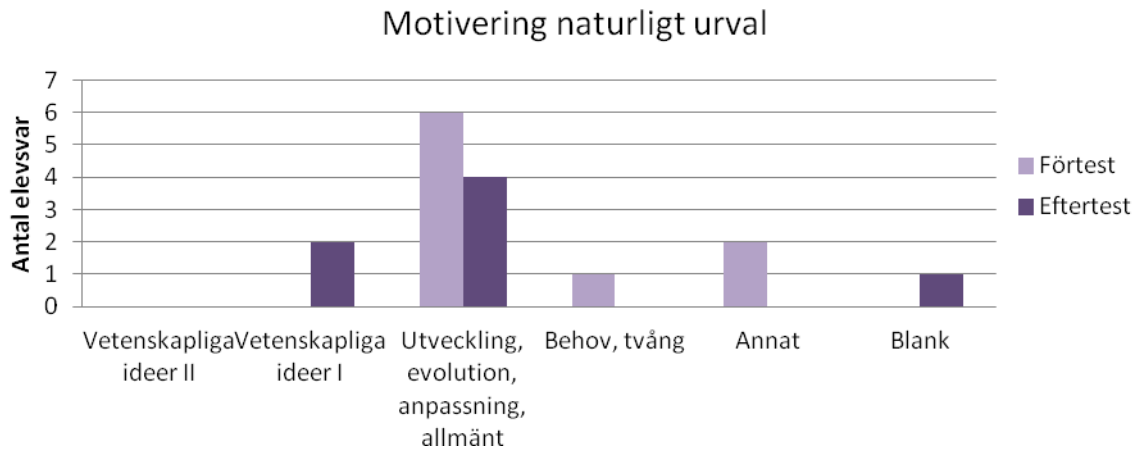


Diagram 4. Resultat från förtest och eftertest om ärftlighet. Vetenskapliga idéer I innebär att två vetenskapliga komponenter ingår i argumentet, i ”vetenskapliga idéer II” ingår tre till fem vetenskapliga komponenter. Resultaten visar att eleverna inte fått bättre förståelse för det naturliga urvalet.

Resultatet från förtestet visar att de flesta elever väljer att inte förklara de evolutionära frågeställningarna med vetenskapliga argument utan väljer mer alternativa idéer och blandar även ibland upp dessa med vetenskapliga argument. Vid eftertestet ser fördelningen annorlunda ut i och med att många av eleverna inte svarat på frågorna eller att de använt sig av andra förklaringar till vad som hänt, varken vetenskapliga eller alternativa idéer.

4. DISKUSSION

Eftertestet visar att ingen av eleverna har gått över till en vetenskaplig förklaring, de som förklarat med vetenskapliga idéer gjorde det även under förtestet. Vid en jämförelse med detta resultat med det i Wallins avhandling (2002), så visar hennes resultat på en ökad förståelse för evolutionsteori, variationens uppkomst och naturligt urval mellan för- och eftertest, vilket inte min undersökning gör. Wallins arbete är dock ett resultat av undervisning och inte av praktiska moment. I salamanderuppgiften visar det sig dock att elevernas rang är lägre jämfört med geparduppgiften i både för- och eftertest, vilket även kan utläsas från mitt resultat i förtestet.

4.1 Sammanfattning

Resultaten från frågorna om evolutionsteori, d.v.s. gepard och salamanderfrågan, visar att i förtestet så beskriver de flesta elever evolution med alternativa idéer och att i eftertestet så använder de sig varken av vetenskapliga eller alternativa idéer. De elever som tidigare i förtestet använde sig av alternativa förklaringar och även delvis vetenskapliga förklaringar svara blankt när de själva ska försöka förklara vad som hänt med plantorna och varför. De överger alltså även de alternativa idéerna när de själva ska förklara vad som hänt. Kanske för att det inte är lika enkelt att hitta en alternativ förklaring till varför en del av individerna tål torra bättre. Istället har de försökt förklara vad som hänt på andra sätt, som t.ex. att vissa växt mer, fått mer vatten eller en mer allmän evolutionär förklaring att vissa är starkare än andra. Att de väljer styrka som en förklaring kan komma av uttrycket ”den starke överlever” men kanske också att de har lätt att föreställa sig att en ”stark” individ klarar sig bättre utan att egentligen ha en uppfattning om vad den styrkan sitter i.

Så eleverna visar inte på någon förbättrad förståelse för evolutionsteori, men det finns också en skillnad i svaren på gepard och salamanderfrågorna som är intressant. Dessa är i grunden samma fråga i och med att båda beskriver en egenskap och frågar efter förklaring till denna egenskap. Trots att 3 av eleverna använder sig av delvis vetenskapliga idéer för fråga 1 överger de helt den förklaringen i fråga två och förklarar istället med alternativa idéer. En förklaring till detta kan vara att gepardens förmåga att springa snabbt ofta får stå modell för förklaringar om evolutionen och det är möjligt att eleverna tidigare kommit i kontakt med just det här exemplet och kommer ihåg delvis varför de är så snabba idag. Det verkar också lättare att förstå evolutionen när det gäller gepardens förmåga i och med att den ger en mer ”synlig” fördel, en snabb gepard har lättare att fälla byten än en långsammare vilket i sin tur leder till att den också har bättre chanser till överlevnad och reproduktion. Det är i det exemplet lätt att föreställa sig hur en egenskap leder till bättre fitness. När det gäller grotsalamandrar är det svårare att se hur det skulle leda till bättre fitness och det kan kännas mer naturligt att beskriva den här utvecklingen med alternativa idéer, dvs. att de inte behöver ögonen eftersom de lever i mörkret, exempel på elevsvar är t.ex.: ”För de lever där det är mörkt” eller ”salamandern lever i grottor där det är mörkt och i mörkret behövs inte synen kanske. Därför läggs mer finslipning på hörsel och känsel”.

De alternativa idéer som används vid svaren på båda frågorna tar upp behovet som källa för förändring. För salamandrar handlar det om en förlust av egenskap – de ser ingen nytta av syn i mörkret och detta har tolkats som ”behov”. För geparden handlar det däremot om en vinst av egenskap, de har blivit snabbare och orsaken till det tros av de flesta att den har ett behov av att springa snabbare i och med att deras byten blivit snabbare. En elev beskriver gepardens förmåga med ”att den blivit mer anpassad efter sin terräng och därmed kanske utvecklat starkare ben muskler/ längre ben. Eller att bytet den jagar har blivit snabbare och därför har geparden också utvecklats för att jaga bytet.”

Även om resultaten från både förtest och eftertest inte visar på ökad förståelse för variationens uppkomst så finns det ändå skillnader i svaren. I förtestet var det vanligt med alternativa idéer, främst då behov. Det är ju lätt att föreställa sig att egenskapen med simhud hos änder kommer sig av att de behöver den för att simma, ett elevsvar visar också på detta: ”Jag tror att de fick sin simhud eftersom de levt länge i vattnet och de behövde ta sig fram lättare”. I eftertestet däremot så valde en del elever en mer praktisk förklaring till skillnaderna mellan plantorna som t.ex. att de växt olika fort, de större skulle då ha en bättre överlevnadschans, eller fått olika mycket vatten innan ”torkan kom” (detta trots att de informerats om att alla plantor fick lika mycket vatten i den sista vattningen). Det här visar att de elever som innan försöket hade en bra uppfattning om variationens uppkomst åtminstone behöll den men att de elever som använt sig av alternativa idéer innan verkar ha svårt att koppla frågan till variation och har valt lite andra vägar till att förklara skillnaderna mellan plantorna.

En förklaring till skillnaderna kan vara, som med frågan om geparder, att i förtestet är det lätt att föreställa sig att simhud utvecklats på grund av behov. Änderna behöver ju simhud för att simma, det är ju uppenbart för oss alla, men de har svårare att föreställa sig att om ingen förfader till anden inte fått en mutation som gav den simhud hade vi inte haft simmande änder. I eftertestet finns också en synlig skillnad, en del är större än andra och vissa plantor vissnar eller dör. Här kanske det inte känns lika naturligt att förklara varför vissa lever och vissa dör med variation utan det är lättare att tänka sig andra faktorer som tillgång till vatten och storlek.

Det kan vara så att skillnaden mellan en simhudslös and och en med simhud kan lättare förklaras med olika alternativa evolutionära idéer i och med fördelen av att ha simhud när man lever i vatten. Skillnaderna i svaren kan också bero på hur frågorna är ställda, i förtestet har eleverna två alternativ (behov eller mutation) för att förklara hur simhud uppstått hos änderna. I eftertestet ställs en öppen fråga om hur de tror skillnader mellan plantor uppstått, detta lämnar utrymme för flera tolkningar av frågan. Ett svar som ”de hade hunnit växa olika mycket” är egentligen inte fel, det är ju en förklaring till skillnaden, men det är inte svaret som efterfrågades. Det här visar på vikten av att ställa frågor på rätt sätt och att jag som pedagog och lärare ställer så tydliga frågor som möjligt.

I förtestets likertskala kan eleverna välja antingen anpassning eller naturligt urval och större delen av eleverna valde att förklara vad som hänt med anpassning. I sina motiveringar förstärks också denna tro, ett exempel på förklaring är: ”Jag tror änderna fick anpassas rätt hårt efter nya miljöer och tillslut hamnade de vid vatten och under lång tid fick de tillslut simhud kanske?”

I eftertestet har eleverna till största del behållit sin uppfattning om hur arter förändras, men de använder sig inte av ordet anpassning längre. Istället finns förklaringar om att de är de starkaste som överlever och ger allmänna konstateranden om kommande generationer, t.ex. ”De som lever. Framtida generationer kommer också att leva”. En förklaring till skillnaden i svaren kan vara att frågan i förtestet ser tillbaka på förändringen, de har facit i hand och ska förklara hur det blev så. I eftertestet ska de istället sja om framtiden och motivera hur och varför förändringen sker. Hur detta skulle påverka deras förklaringar har jag ingen bra förklaring på, kanske är det bara lättare att förklara en egenskap som redan finns och de kan se nyttan av den.

Gör då praktiska moment det lättare att förstå evolution och blir det lättare att koppla samman evolutionen till variation och naturligt urval? Resultaten från eftertestet visar att laborationen inte hade avsedd verkan, eleverna fick inte en större förståelse för evolutionen och det verkade inte som om att den gjorde det lättare att koppla samman evolutionen med variation och naturligt urval. Det här betyder inte att praktiska redskap som laborationer i undervisning har värde, tvärtom så kan laborationer få elever att bättre använda sig av sina

kunskaper inom ämnet när de pratar om naturvetenskap (Eskilsson & Helldén 2003). Laborationsarbete är också viktigt för intresset för naturvetenskap (Bladh 2009) vilket är viktigt i och med de attityder som finns gentemot naturvetenskap. Det negativa resultatet i den här studien kan bero på elevgruppens förutsättningar och tiden som fanns att lägga på laborationen, och reflekterar troligen inte att laborationen i sig är verkningslös.

Vilka är då de vanligaste missuppfattningarna? Elever beskriver gärna evolutionen som styrd av sin miljö, att en art anpassar sig efter sin miljö och utvecklar egenskaper som hjälper den att överleva. Evolutionen kan ju sägas vara beroende av två mekanismer, förändring i arvsmassan och naturligt urval. Vad som är intressant är att eleverna har lätt att ta till sig just mutationer och sedan införliva den förändringen i sin icke vetenskapliga idé. De förstår alltså evolutionens koppling till genetiken, men det är svårare att ta till sig teorin om naturligt urval. Det är i och för sig lätt att förstå att förändringen måste komma någonstans ifrån även i en icke vetenskaplig teori och genetiken ger det svaret. Naturligt urval däremot är svårare att förstå, den är mer abstrakt och kräver att du tänker i flera steg. Du måste tänka på den tidsrymd som förändringen i en population sker, förstå att förändringen börjar med en individ som kan ha fördel av sin förändrade arvs massa och att en fördel är värdelös i ett evolutionärt perspektiv om individen inte får någon avkomma.

4.2. Tillförlitlighet

Klassen läste biologi som tillval och det var det bara en av dem som var på skolan varje dag, de andra kom endast dit för just biologin som var schemalagd till två dagar i veckan. Det blev denna elevs uppgift att notera vad som hände med plantorna vilket tog bort en hel del av syftet med laborationen eftersom den praktiska delen ”försvann” för de andra eleverna. Eftersom laborationen inte genomfördes som det var tänkt och att eleverna inte läst om evolutionen på gymnasienivå är inte tillförlitligheten är som önskat. Att inte följa utvecklingen själv genom att föra anteckningar utan istället få resultaten i handen är inte en praktisk övning och därför bygger inte resultaten på ett laborativt arbete. För att få en mer statistisk tillförlitlighet hade det behövts fler deltagare, som det är nu är inte testet är statistiskt tillförlitligt och inte heller jämförbart med andra undersökningar. I och med detta blir undersökningen mer av en case study där resultatet bara talar för den grupp som undersökts.

4.3. Teoretisk tolkning

En viktig del i laborativt arbete är för- och efterarbete (Séré *et al.* 1998), utan dessa riskerar laborationen att inte ha den effekten som önskas. Tanken är ju att eleverna ska bättre förstå fenomen och teoretiska modeller inom naturvetenskap bättre med praktiska moment. I mitt fall hade eleverna en kvarts föreläsning av mig innan förtestet och hade två lektioner med sin egen lärare innan eftertestet. Även om Bishop (1990) konstaterar i sin artikel att det inte spelar någon större roll hur mycket biologi en elev läst tidigare när det gäller förståelsen för evolution. Det här gällde dock studenter som läste på universitetet och de bör ha kommit i kontakt med evolutionsteori på gymnasiet. Det hade varit bättre med mer tid för att gå igenom evolutionen och dess mekanismer mer utförligt och tanken var också att eleverna skulle ha läst evolutionen innan min laboration eftersom den skulle vara en praktisk övning till teorin. Skulle jag göra laborationen igen hade det varit önskvärt med flera lektioner innan med föreläsningar och diskussionsfrågor innan laborationen så att eleverna har en bättre teoretisk bakgrund innan vi börjar. När det gäller efterarbetet så är det en sak jag lärt mig och det är vikten av att utforma och ställa frågor så att eleven förstår vad det är hen ska svara på. Frågorna i eftertestet är alltför öppna och lämnar mycket utrymme för tolkningar, det hade också varit bra att göra frågorna om variationens uppkomst och naturligt urval i eftertestet till likertuppgifter, det kan ha hjälp att förtydliga vad som efterfrågades.

Jag tror fortfarande att praktiska moment som laborationer är ett ovärderligt verktyg när det gäller att öka kunskap och förståelse. Genom att konkretisera abstrakta fenomen tror jag fortfarande att det är lättare att till sig dem och förstå hur de fungerar, Sundbergs artikel (2003) visar också att praktiskt arbete hjälper elever att förstå evolution bättre. Det finns dock debatt om praktiskt arbete faktiskt hjälper elever att förstå naturvetenskap bättre och om det hjälper till att skapa en mer positiv attityd gentemot naturvetenskapen (Hodson 1993).

REFERENSER

- [Bhattacharyya, M. Martin, C. Smith, A. \(1993\). *The importance of starch biosynthesis in the wrinkled seed shape character of peas studied by Mendel. Plant Mol Biol.* Jun;22\(3\):525-31.](#)
- Bishop, B. A., Anderson, C. W. (1990) *Students conceptions of natural selection and it's role in evolution.* Journal of research in science teaching 27(5), 415-427
- Bishop, B. A., Anderson, C. W. (1986 *Evolution by natural selection: A teaching module.* (Occasional paper no. 91). East Lansing: Michigan state university, institute for research on teaching
- Bladh, H. (2009) *Vilka faktorer ökar elevernas intresse för biologi?* Malmö Högskola
- Brown, T.A. (2002) *Genomes 2nd edition.* New York: BIOS Scientific publishers LTD
- [Campbell, N.A., Reece, J.B. & Mitchell, L.G. \(1999\) *Biology, fifth edition.* Benjamin/Cummings, Glenview, Illinois.](#)
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. & Scott, P. (1994) *Constructing Scientific knowledge in the classroom.* Educational researcher, Vol 23, No. 7, pp. 5-12
- Ekstig, B. (2002). Naturvetenskapliga förklaringssekvenser. I Helge Strömdahl (Red.), *Kommunicera naturvetenskap i skolan – några forskningsresultat.* Lund: Studentlitteratur pp. 149-164.
- Eskilsson, O., Helldén, G (2003). *A longitudinal study on 10-12-year-olds' conceptions of the transformation of matter.* Chemistry education: research and practice. Vol. 4, No. 3, pp. 291-304.
- Halldén O (1988). *The evolution of the species: pupil perspectives and school perspectives.* International Journal of Science Education, [Volume 10, Issue 5](#), pp. 541-552
- Hansson D., Ljungberg S., Svensson S.E (1994). *Ättika som ogräsbekämpningsmedel på hårdgjorda ytor - förstudie angående konsekvenser för miljö, arbetsmiljö och omgivande vegetation.* Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbruksteknik, Nr/avsnitt: 187
- Harlen, W (1996). *Våga språnget! Om att undervisa barn i naturvetenskapliga ämnen.* Eskilstuna: Tuna Tryck AB.
- Hodson, D (1993). *Re-thinking old ways: towards a more critical approach to practical work in school science.* Studies in science education, 22, 85-142
- [Klug, W.S & Cummings, M.R.\(2000\) *Concepts of genetics, 6th edition.* Prentice Hall. Upper saddle river, New Jersey.](#)
- Lamarck, J-B (1809). *Philosophie zoologique ou exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux.*

- Lindahl, B (2004). *Lust att lära naturvetenskap och teknik? En longitudinell studie om vägen till gymnasiet*. Göteborg: Göteborg studies in Educational Science 196, Acta Universitatis Gotoburgensis.
- LPF 94. *Läroplan för de frivilliga skolformerna*. Stockholm: Utbildningsdepartementet.
- Miller S.A., Harley J.P. (1999) *Zoology 4th edition*. United States of America: McGraw-Hill companies.
- Olander, C. (2004) *Hur uppstår biologisk variation? En studie av gymnasieelevers uppfattningar och hur de utvecklas genom undervisning*. Mölndal: Göteborgs universitet, institutionen för ämnesdidaktik
- Pedersen, S. (1992). *Om elevers förståelse av naturvetenskapliga förklaringar och biologiska sammanhang*. Studies in Education and Psychology 31. Stockholm.
- Séré, M-G. (1998), *Labwork in Science Education*, Project funded by the European Commission under the Targeted Socio-Economic Research Programme, www.pjb.co.uk/npl/bp4.htm (hämtad i maj 2012)
- Sjøberg, S. (1996). Science education research in Europe: Some reflections for the future association. In Welford, G., Osborne, J., & Scott, P. (Eds.), *Research in Science Education in Europe* (pp. 399-404). London: The Falmer Press.
- <http://www.skolverket.se/>
- Skolverket och Verket för Högskoleservice. (1994) *Mer formler än verklighet. Ungdomars attityder till teknik och naturvetenskap*. Stockholm: Skolverket och Verket för högskoleservice
- Stiling, P. (1999) *Ecology. Theories and applications, 3^d edition*. Benjamin/Cummings, Glenview, Illinois.
- Sundberg, M.D. (2003) Strategies to Help Students Change Naive Alternative Conceptions about Evolution and Natural Selection. Reports of the National Center for science education 23(2).
- Wallin, A. (2004) *Evolutionsteorin i klassrummet. På en väg mot en ämnesdidaktisk teori för undervisning i biologisk evolution*. Mölndal: Göteborgs universitet, institutionen för ämnesdidaktik
- Zetterqvist, A. (1995). ”... de kan ju inte bara helt plötsligt börja växa” - elever skriver om växters evolution. I B. Andersson (red) *Forskning om naturvetenskaplig undervisning Rapport från en rikskonferens i Mölndal 19-29 juli*. Rapport NA-Spektrum nr 15 (sid 63-82). Mölndal, Institutionen för ämnesdidaktik, Göteborgs universitet.

Förtest

1. Geparder kan springa fort, runt 100 km/ h, då de jagar. Hur skulle en biolog förklara hur egenskapen att springa fort har utvecklats, om man antar att geparden härstammar från förfäder som kunde springa runt 30 km/ h?

2. Grottsalamandrar är blinda (de har ögon som inte fungerar). Hur skulle en biolog förklara hur blinda grottsalamandrar utvecklats från föregångare som kunnat se?

3. Markera den siffra som stämmer bäst med vad du vet om evolution. Om du inte anser att av påståendena är korrekt, gå direkt till B

Siffrorna har följande betydelse:

1. Påståendet till vänster är det enda korrekta påståendet
2. Påståendet till vänster är mer korrekt än det högra
3. Båda påståendena är lika korrekta
4. Påståendet till höger är mer korrekt än det vänstra
5. Påståendet till höger är det enda korrekta påståendet

Egenskapen att ha simhud på fötterna hos änder uppkom hos ändernas förfäder på grund av att:

de levde i vatten och behövde	1	2	3	4	5	det av slumpskäl uppkommit mutationer
simhud för att simma						

Varför de du detta svarsalternativ?

4. Simhud utvecklades hos de tidiga änderna eller dess förfäder på grund av att:

vissa änder anpassade sig till sin	1	2	3	4	5	vissa änder dog eller fick mindre avkomma
akvatiska miljö						

Varför valde du detta alternativ?

Frågor - eftertest

1. Hur tror du det kommer sig att vissa av plantorna överlevde? Är det en egenskap som har uppstått vid torka?
2. Tror du att det finns någon skillnad på de olika plantorna som gjorde att de tål torka olika? Vilken skillnad skulle det vara i så fall vara?
3. Om det finns en skillnad hur tror du den skillnaden ha uppstått?
4. Vilken av plantorna kommer att föra sina gener vidare till nästa generation och vad innebär det för populationen och för framtida generationer?

Kategorier för utvärdering av svar i för- och eftertest

Svar på de öppna uppgifterna, gepard och salamanderuppgifterna, kategoriseras först i två huvudgrupper:

A. Alternativ evolutionsidéer

V. Vetenskaplig evolutionsidéer

A: Svar med alternativa idéer delas in i följande fem undergrupper utifrån elevernas resonemang:

Allmänt resonerande om utveckling, evolution eller anpassning	'allmän utveckling'
Behovsstyrd evolution	'behov'
Organ som inte används tillbakabildas (vanligt i salamanderuppgiften)	'ej användning'
Inlärd och förvärvade egenskaper utvecklas	'inläring'
Annat	'annat'

V: Svar med vetenskapliga idéer analyseras vidare med avseende på vilka av följande fem resonemang (komponenter) det innehåller:

befintlig variation inom populationen	'variation'
reproduktionsskillnader mellan individer med olika egenskaper i populationen	'reproduktion'
fördelaktiga egenskapen ärvs genetiskt	'arv'
andelen individer med fördelaktiga egenskaper i populationen ökar	'ackumulation'
överlevnadsskillnader mellan individer med olika egenskaper i populationen	'överlevnad'

Efter kategorisering enligt ovanstående system får varje svar en rang mellan 1 och 8. Där rang 1 innebär att eleven inte har besvarat uppgiften. Hur rangen bestäms kan ses i tabell 1.

Tabell 1. Bestämning av svarens rang på de öppna uppgifterna i förtestet och även på de uppgifter som finns i eftertestet. Frågorna som utvärderas av dessa är frågorna om geparderna, vilken behandlar evolutionsteori, och grotsalamandrarna, vilken behandlar arv.

Komponenter/ idéer	Kategori	Rang
Variation Överlevnad Reproduktion Arv Ackumulation	Vetenskaplig IV	8
Variation Överlevnad + ytterligare 2 komponenter	Vetenskaplig III	7
Variation Överlevnad + ytterligare 1 komponent	Vetenskaplig II	6
Variation Överlevnad	Vetenskaplig I	5
Alternativa evolutionsidéer + någon komponent eller vetenskaplig term	Alternativ II	4
Alternativa evolutionsidéer	Alternativ I	3
Vet ej/irrelevant	Vet ej/irrelevant	2
Blank	Blank	1

Två likertuppgifter har använts i förtestet, fråga tre handlar om variationens uppkomst och fyra om ärftlighet. Svaren från eleverna kategoriseras i tre grupper:

Tabell 2. De tre olika kategorierna för elevsvar på likertfrågorna i förtestet

Alternativ I innebär uteslutande alternativa idéer	Konstaterande I innebär allmänt konstaterande	Vetenskaplig I innebär att två komponenter ingår (jämför tabell 1)
Alternativ II innebär att vetenskapliga termer ingår	Konstaterande II innebär att vetenskapliga termer ingår	
		Vetenskaplig II – IV innebär att tre till fem komponenter ingår

Tabell 3. De olika kategorierna för indelningen av svaren på fråga 3 och 4 i både förtest och eftertest

Svarsalternativ på likertskalan	Motivering	Rang
Vetenskaplig idé	Vetenskaplig II - IV	8
Vetenskaplig idé	Vetenskaplig I	7
Vetenskaplig idé	Konstaterande II	6
Alternativ idé	Vetenskaplig I - IV	6
Vetenskaplig idé	Konstaterande I	5
Vetenskaplig idé	Blank	4
Alternativ idé	Alternativ II	4
Alternativ idé	Alternativ I	3
Alternativ idé	Blank/Vet ej	2
Blank	Blank	1

Elevsvar på förtest presenteras elev för elev.

Elev 1

Fråga 1	För att deras byten blev snabbare.
Fråga 2	För att de lever där det är mörkt hela tiden.
Fråga 3	Eleven har ringat in 2 på likertskalan Jag tror de fick sin simhud eftersom de levt länge i vattnet och de behövde ta sig fram lättare
Fråga 4	Eleven har ringat in 4 på likertskalan Jag tror änderna med simhud hade lättare att överleva

Elev 2

Fråga 1	En dag föddes en gepard som kunde springa lite snabbare än de andra, kanske genom mutation. Denna gepard kunde då bättre få tag på föda och blev populär bland de andra och kunde då fortplanta sig
Fråga 2	Födan tog slut i de ljusa delarna av grottan för salamandrarna så de var tvungna att dra sig djupare in där solljuset inte kunde nå in och på så sätt blev de blinda.
Fråga 3	Eleven har ringat in 4 på likertskalan Mutationer ligger bakom evolutionen med de behövde ju också sin simhud och mutationerna fördes då vidare i generationerna
Fråga 4	Eleven har ringat in 3 på likertskalan Bäst anpassad överlever

Elev 3

Fråga 1	De snabbaste parade sig med de snabba. De långsamma får ingen mat eftersom de är för långsamma för att jaga och dör ut.
Fråga 2	Der är för mörkt i en grotta för att se iaf. De har ingen användning av friska ögon
Fråga 3	Eleven har ringat in 4 på likertskalan Mutationer sker slumpmässigt. Men de behövde samtidigt det för att leva i vatten
Fråga 4	Eleven har ringat in 3 på likertskalan De anpassade sig eftersom vissa änder dog. Om alla de inte hade anpassat sig hade alla dött ut

Elev 4

Fråga 1	Att geparder har utvecklats. Att deras gener utveckling gjorde att de springa fortare
Fråga 2	Kanske att de började använda ljudvibration innan de började kolla med ögonen
Fråga 3	Eleven har ringat in 3 på likertskalan För att alla saker inte händer med slump det finns alltid skäl varför det händer
Fråga 4	Eleven har ringat in 2 på likertskalan För att inte bara änderna alla går efter sin miljö även växter, djur, människor

Elev 5

Fråga 1	Att den blivit mer anpassad efter sin terräng och därmed kanske utvecklat starkare benmuskler/ längre ben. Eller att bytet den jagar har blivit snabbare och därför har geparden också utvecklats för att jaga bytet
Fråga 2	För att salamandern lever i grottor där det är mörkt och i mörkret behövs inte synen kanske. Därför läggs mer finslipning ner på hörsel och känsel
Fråga 3	Eleven har ringat in 4 på likertskalan För att om arter skulle utveckla egenskaper när det behövs så skulle väl människan utveckla gålar om vi bodde vid vatten, men vi har inte gålar efter alla våra år
Fråga 4	Eleven har ringat in 2 på likertskalan Jag tror att änderna fick anpassas rätt hårt efter nya miljöer och till slut hamnade de vid vatten och under lång tid fick de till slut simhud kanske?

Elev 6

Fråga 1	Geparderna som kunde springa snabbare överlevde bättre och fick därför fler avkommor. Avkommorna fick samma egenskaper och snabbhet
Fråga 2	-
Fråga 3	Eleven har ringat in 5 på likertskalan Mutation är slumpmässig. Anden som fick simhud först klarade sig bättre och gav sina gener sen till arv
Fråga 4	Eleven har ringat in 4 på likertskalan Änderna som inte klarade sig lika bra dog

Elev 7

Fråga 1	För att hinna ifatt gaseller, antiloper mm. Smidig kropp och god styrka för att kunna döda, och snabbhet för att hinna ikapp
Fråga 2	Antagligen eftersom de inte har någon användning av en bra syn i mörka grottor. När man inte använder ett sinne förstärks ett annat, så jag antar att den har god hörsel istället
Fråga 3	Eleven har ringat in 2 på likertskalan -
Fråga 4	Eleven har ringat in 1 på likertskalan ”bäst anpassad art överlever” – Charles Darwin. Får lita på den gamla gubben

Elev 8

Fråga 1	De behöver springa snabbt för att fånga sitt byte då utvecklas de och får den egenskapen
Fråga 2	Ögonen har varit överflödiga där de lever
Fråga 3	Eleven har ringat in 2 på likertskalan Jag tror inte att det händer rent slumpmässigt på just de som behöver det, men man ser det t.ex. inte på många landlevande djur
Fråga 4	Eleven har ringat in 3 på likertskalan Vissa ändrar anpassade sig medan de som inte gjorde det dog

Elev 9

Fråga 1	Genom evolution
Fråga 2	Eftersom att i de senaste evolutionerna håller de till i grottor, vilket gör att ögonen inte får något ljus och synen kan ej utvecklas
Fråga 3	Eleven har ringat in 5 på likertskalan Genom mutationer uppkommer plötsliga förändringar i arvsmassan
Fråga 4	Eleven har ringat in 1 på likertskalan För de lever ju i vatten

Elevsvar på förtest presenteras elev för elev.

Elev A

Fråga 1	Det finns väl ett anlag mot tork i generna hos några av plantorna
Fråga 2	Alla har olika egenskaper i generna. Att de klarade sig utan vatten längre
Fråga 3	Igenom evolution och vidarförande av gener från andra växter
Fråga 4	De plantorna med starkast gener (inte torka ut) kommer att föra sina gener till nästa generation. De kommer då att klara torka bättre

Elev B

Fråga 1	Det visar sig att vissa växter inte behöver lika mycket som de andra, att de kan överleva längre med det vatten de har
Fråga 2	Ja det finns skillnad mellan de. Det skulle nog att överleva längre utan vatten
Fråga 3	Det beror nog på frön och växters gener
Fråga 4	-

Elev C

Fråga 1	Ja, vissa utav plantorna klarade sig genom ett slumpmässigt urval, kanske har de en genmutation som de andra växterna saknar
Fråga 2	Det är svårt att få alla plantorna exakt likadana och därför så kan de också bära på olika egenskaper
Fråga 3	Genom det naturliga urvalet, de växter som inte överlevde fortplantade sig inte lika väl och denna skillnad spred sig då
Fråga 4	De växter som tål mest d.v.s. de med skillnaden. Torkan kommer sinom tid ta ut sin rätt på de andra plantorna och kvar kommer denna växt att bli

Elev D

Fråga 1	Eftersom de är enskilda individer är vissa starkare än andra
Fråga 2	Ja, jag tror att det finns en skillnad. Men exakt vilken vet jag inte
Fråga 3	Vet inte
Fråga 4	De som överlevt och varit starkast

Elev E

Fråga 1	Det är väl för att de starkaste än de andra
Fråga 2	Vet ej
Fråga 3	Vet ej
Fråga 4	De växter som har överlevt, för att de har de starkaste generna. Detta betyder att framtida generationer kommer bli starkare o starkare. I naturen är det alltid den starkaste som överlever

Elev F

Fråga 1	Ja, kanske det. Vissa kanske fick mer vatten eller så tålde de torka bättre
Fråga 2	Kanske att de var olika stora. De större klarade sig bättre
Fråga 3	Mer vatten till vissa gjorde att de inte levde i torka så länge
Fråga 4	Vet ej, kanske dom som klarade sig bäst och då kommer framtida generationer klara torka bättre

Elev G

Fråga 1	De var olika stora och hade olika stora reserver att leva på
Fråga 2	Se fråga 1
Fråga 3	De hade hunnit växa olika mycket
Fråga 4	De som lever. Framtida generationer kommer också leva

Evolutionslaboration

-en studiehandledning om livets under

Evolutionen kan förklara den artrikedom vi har idag, hur den uppstått och varför arter har dött ut och dör ut än idag. Miljöförändringar är idag ett viktigt ämne att diskutera i och med växthuseffektens påverkan gör det omöjligt för vissa arter att överleva. Varför är det så? För många elever är det bara för växter och djur att anpassa sig till den nya miljön men det ju inte riktigt så det fungerar i verkligheten.



Scott Adams

Vad är då evolution?

Evolutionen kan ge en förklaring till livets utveckling men också varför allt levande ser ut eller beter sig på ett speciellt sätt. Det är också viktigt att förstå att evolutionen inte fungerar så att egenskaper utvecklas för att de behövs utan endast för att vissa egenskaper är bättre än andra och då kommer den organismen att få många barn och de i sin tur kommer att få många barn. Det här leder till slut till att alla individer av samma art kommer att ha den egenskapen. T.ex om man säger att en hare blir vit på vintern för att inte synas förklarar man inte hur det kom sig att den blev vit (behovsstyrd evolution). Evolutionsteorin säger istället att harens förfäder hade en genetisk variation som gjorde att den bytte pälsfärg på vintern och att det anlaget sedan spreds i populationen på grund av naturligt urval, det beror på att den vita haren har störst chans att överleva och därför kan få många barn. Det är lätt att tro att dessa påståenden är samma sak i och med att resultatet är detsamma, men som sagt i den behovsstyrda krävs det att kaninen kan best anpassa sig till att bli vit för att inte synas medans evolutionsteorin förklarar hur den vita vinterpälsen beror på en mutation som visat sig vara fördelaktig och spritt sig till en hel population med naturligt urval.

Evolutionen är något som pågått sedan tidernas början och är ansvarig för alla de förändringar som gett oss den artrikedom vi har idag. Vad är då evolution? Man kan säga att evolution sker i två steg:

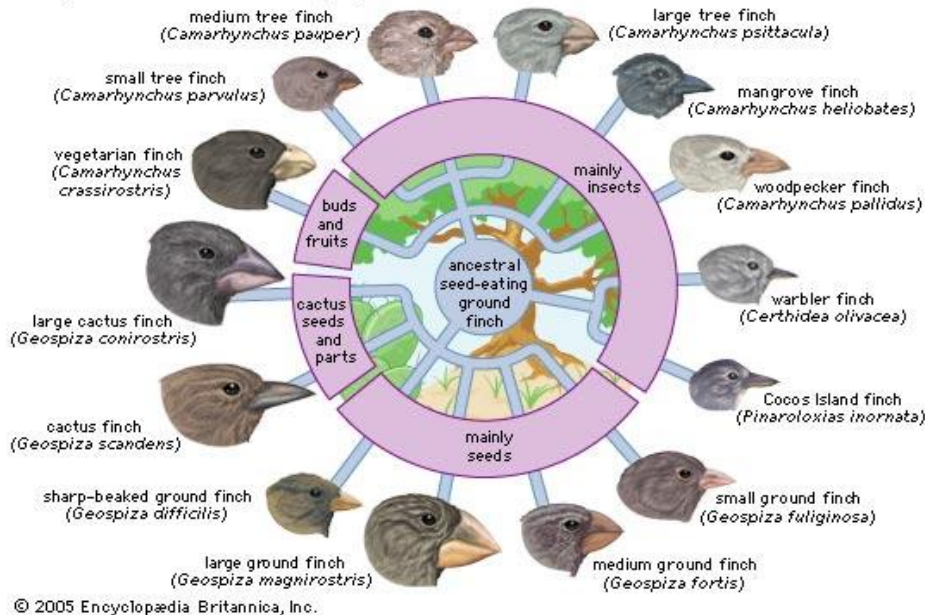
1. Variation, i en grupp med individer så har alla olika egenskaper och nya kan uppstå med mutationer. Dessa egenskaper beror på att alla har en unik genuppsättning t.ex så är vissa geparder snabbare än andra, detta kallas genetisk variation inom en art.
2. Naturligt urval, i en grupp med individer så har vissa individer större framgång med att producera avkomma. Det betyder att om en egenskap är till fördel, t.ex så går det bättre att jaga för snabba geparder, mer mat ger friska ungar vilka har större chans att överleva och få ungar själva en dag.

Evolutionen fungerar istället så att när miljön förändras, antingen på ett litet område som i vår laboration eller så kan det också ske på en global skala, man räknar med att ca 90 % av alla arter har försvunnit i fem sådana stora miljökatastrofer. Senast var det dinosaurierna som dog ut när som man tror en komet krockad med jorden och en ny istid kom. Dinosaurierna var inte utrustade för ett så kallt klimat och de dog därför ut. Men det fanns däremot andra arter som t.ex. däggdjuren som klarade kylan bättre och därför också överlevde. Miljön är därför en viktig faktor i evolutionen, arter som är bäst anpassade har bättre chans att få ungar som i sin tur får ungar o.s.v. Vi tar ett exempel för att illustrera hur arter evolverar runt sin miljö.

År 18xx seglade Charles Darwin till Galapagos öarna. Där hittade han 14 – 15 olika endemiska fågelarter på de olika öarna,. Endemisk betyder att en art bara finns på ett ställe i hela världen. Alla fåglarna påminde om varandra och de likande också en art som fanns på fastlandet, det var främst formen på näbben som skilde de olika arterna åt. Miljön på de olika öarna var olika och den föda som fanns tillgänglig varierade därmed också. Darwin kom fram till att alla arter på öarna härstammade från den som fanns på fastlandet och att de under åren förändrats genom naturligt urval, beroende på vilken mat de olika fåglarna haft tillgänglig så har ett visst anlag/ utseende på näbben som varit bättre än andra former också med tiden blivit vanlig i en population. Darwin visste inget om genetisk variation och hade därmed ingen förklaring till hur det kunde bli så, men han kunde ändå formulera sin teorin om att den som

är bäst anpassad också har större chans att föra sina anlag vidare – *survival of the fittest*. Vad han hittade var att de fåglar (fig. 1) t. ex. äter insekter har i regel en smalare och längre näbb än de fåglar som livnär sig på frön, deras näbb är kortare och kraftigare för att lättare kunna knäcka de hårda fröskalerna. Det finns även arter som äter knoppar och frön och ytterligare arter som äter kaktus och dess frön, även dessa har speciellt utformade näbbar som är optimala för den mat de äter.

Adaptive radiation in Galapagos finches



Figur 1. Darwin finkarnas näbb talar om vilken sorts föda de lever av. Näbbens form har anpassats evolutionärt till den föda som finkarna haft tillgänglig på den ö där de lever.

Vad är det då som hänt? På fastlandet finns det en art (*volatina jacarina*) som påminner väldigt mycket om Darwinfinkarna vilka livnär sig på mestadels frön men de äter också insekter och bär och förmodligen har några av dessa fåglar blåst över till öarna eller av någon annan anledning kommit dit. För fåglarna blev det här en miljöförändring, men de anpassade sig inte så att de gick över till en annan föda utan deras diet ändrades i och med att miljön var annorlunda (fig. 1). Det fanns förmodligen inte lika mycket frön på alla öar som på fastlandet och därför åt de mer av den föda de endast åt ibland på fastlandet.

Hur kan det då komma sig att näbben förändrats? Hos oss alla finns det genetisk variation som gör oss mer eller mindre anpassade till vår miljö, en isbjörn skulle ju inte överleva särskilt länge i en öken, och det är det som gör att vissa har större framgång vid parning. Om du tänker dig att en av fåglarna som blåste över hade en liten annorlunda näbb som var bättre på att knäcka frön än alla andra, det skulle betyda att han har mer mat än alla andra och får då också högre fitness. För med mer mat är du också friskare och starkare än andra. Som du säkert vet så när det är dags för parning visar hanarna stolt upp sig eller slunger vackra sånger för att attrahera honor. En fågel som har hög fitness har inga problem med att fånga honornas intresse medans en fågel med lägre har det svårare. Tänk nu på att ”din” fågel får ungar som ärver hans/ eller hennes anlag för en lite mer kraftig näbb, det betyder ju att dessa barn också har det lätt att föröka sig och så fortsätter det. Anlag som ger bättre fitness kommer att sprida sig i en population i och med att den är attraktiv. Den genetiska variationen har uppstått som en mutation men förs vidare via sexuell rekombination.

Vad är det du ska göra?

”På en äng någonstans på Jorden växer en population med frodiga små växter, alla trivs och livet är gott. Det finns tillräckligt med näring i jorden och solen lyser starkt och det regnar med jämna mellanrum. Fast plötsligt slår olyckan till, med de klimatförändringar som sker på jorden så påverkas även denna lilla plats. Helt plötsligt kommer regnet med allt större mellanrum och det blir tidvis torka.”

Miljöförändringen kommer att leda till torka och olika växter (individer) kommer att åla olika mycket torka på grund av vilka gener den har, dess genotyp. De som överlever har också större chans att föröka sig, alltså få frön, vilket leder till att de som tål torka bättre kommer att få fler avkommor (frön som blir plantor). Din uppgift blir att observera vilka av dessa som överlever denna svåra torka och vilka som dukar under från solens stående hetta. Det du kommer att titta på är vilka av plantorna i denna population som överlever och vilka som dör och fyll i resultaten i tabellen.

Planta	Dag 1	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5
Ove					
Ofelia					
Orvar					
Olga					
Mårten					
Magnus					
Maria					
Magdalena					
Eivor					
Ebbe					
Erica					
Evert					

Ni ska titta på vad som händer dessa växter och anteckna det ni ser, nedan har du koder för hur bra en planta mår. När det gäller att avgöra hur en planta mår är det viktigt att du är konsekvent, det spelar inte så stor roll att du inte kan avgöra om den har vissnat eller har nekros utan att du gör samma bedömning nästa gång.

- 0 = oförändrad
- 1 = vissnat
- 2 = nekros (bruna fläckar)
- 3 = död

Du har nu en helt annorlunda population än vad vi startade med, den genetiska variationen i populationen är förändrad i och med att vissa individer inte kan föra sina gener vidare. Din

uppgift blir nu att förklara vad den här förändringen i genetisk variation betyder för den lilla populationen av ärtor i dalen.

1. Hur tror du det kommer sig att vissa av plantorna överlevde? Är det en egenskap som har uppstått vid torka?
2. Tror du att det finns någon skillnad på de olika plantorna som gjorde att de tål torka olika? Vilken skillnad skulle det vara i så fall vara?
3. Om det finns en skillnad hur tror du den skillnaden ha uppstått?
4. Vilken av plantorna kommer att föra sina gener vidare till nästa generation och vad innebär det för populationen och för framtida generationer?

Kursmål:

”ha kunskap om betydelsen av organismers beteenden för överlevnad och reproduktiv framgång”

”ha kunskap om naturvetenskapliga teorier rörande livets uppkomst och utveckling”

Betygskriterier:

Kriterier för betyget Godkänt

- Eleven genomför undersökande uppgifter enligt instruktioner och utvärderar och diskuterar resultaten med handledning.
- Eleven redogör för huvuddragen i några biologiska teorier.
- Eleven använder införda biologiska begrepp och modeller för att beskriva biologiska fenomen och samband.
- Eleven skiljer på naturvetenskapliga och andra sätt att skildra verkligheten.

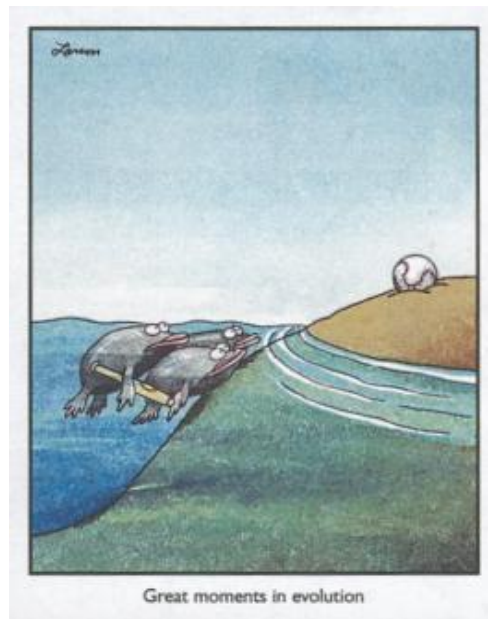
Kriterier för betyget Väl godkänt

- Eleven medverkar vid utformning och genomförande av en undersökning samt tolkar resultaten utifrån införda teorier och ställda hypoteser.
- Eleven använder införda biologiska begrepp, modeller och teorier för att förklara biologiska fenomen och samband samt tillämpar dem på situationer i vardagslivet.
- Eleven belyser och diskuterar frågeställningar och hypoteser om företeelser i omvärlden utifrån biologiska teorier och modeller.

Kriterier för betyget Mycket väl godkänt

- Eleven tillämpar ett naturvetenskapligt arbetssätt, tolkar resultat och värderar slutsatserns giltighet och rimlighet utifrån teorier och ställda hypoteser.
- Eleven jämför och värderar olika modeller och teories giltighet och identifierar skillnader mellan naturvetenskapliga och andra sätt att skildra verkligheten.
- Eleven integrerar kunskaper från olika delområden och relaterar dessa kunskaper till övergripande teorier.
- Eleven analyserar och diskuterar nya frågeställningar och hypoteser om företeelser i omvärlden samt reflekterar över deras giltighet utifrån biologiska teorier och modeller.

Lärarhandledning



Gary Larsson

Inledning

Livets utveckling kan förklaras och förstås med hjälp av evolutionsteorin, den är också grunden till att förstå andra delar av biologin. Trots att den är så central inom biologin finns det stora brister i förståelsen för evolutionen och dess mekanismer hos elever. Varför är det så svårt för elever att ta till sig evolutionsteorin och dess mekanismer? I studier som har gjorts verkar det som att elever har svårt med den enorma tidsrymd som evolutionen sker och att det svårt att använda sig av de begrepp man använder inom evolutionen på rätt sätt. Det är också vanligt att elever tror på en behovsstyrd evolution snarare än en som drivs av genetisk variation och naturligt urval. Det är lättare att förstå det resonemanget än vad evolutionsteorin säger, t.ex. behovsstyrd förklarar att en hare blir vit på vintern för att inte synas istället för evolutionsteorin säger att harens förfäder hade en genetisk variation som gjorde att den bytte pälsfärg på vintern och att det anlaget sedan spreds i populationen på grund av naturligt urval. Det är lätt att tro att dessa påståenden är samma sak i och med att resultatet är detsamma, men som sagt i den behovsstyrda krävs det att kaninen medvetet anpassar sig till att bli vit för att inte synas medans evolutionsteorin förklarar hur den vita vinterpälsen beror på en mutation som visat sig vara fördelaktig och spritt sig till en hel population med naturligt urval.

Inomartsvariation

Mutationer som källa till variation: Så för att naturligt urval alls ska fungera behövs det alltså variation i en population, denna variation uppstår via genmutationer och kromosomala mutationer under meios. Som det sagts tidigare är den vanligaste uppfattningen att evolution sker genom anpassning vilket skulle innebära att nya egenskaper kan uppstå i en fullvuxen individ. Det är fullt möjligt att individer bär på ett anlag som kan vara till nytta vid förändrade omständigheter, men de kan inte mutera på beställning och därför det är viktigt att komma ihåg att alla nya egenskaper endast kan uppstå under meios och att endast de mutationer som sker under meios kan föras vidare till avkomman. Meios är den process i vilken könsceller produceras och det är under den som mutationer till största del sker.

I första steget av meios sker en duplicering av det genetiska materialet, dvs. DNA (deoxyribonucleic acid). DNA är en dubbelsträngad spiralformad molekykedja uppbyggd av deoxyribonukleotider, mer känt som kvävebaser. Varje kvävebas består av en sockermolekyl (deoxyribos) och en fosfatgrupp. Det finns fyra kvävebaser, adenin, guanin, cytosin och tymine, i DNA molekylen sitter adenin mot tymine och cytosin mot guanin. Under själva replikeringen sår sig de två strängarna och två nya byggs upp med de gamla som mall och det är här som misstag kan ske bild. När de nya strängarna byggs upp händer det att fel baser paras ihop, t.ex adenin med cytosin. Det här händer hela tiden och det finns proteiner som fixar till dessa fel, men ibland repareras DNA:t efter fel templat. Det är det här en typ av genmutationer där nukleotider ersätts av andra, det händer också att nukleotider elimineras eller dubblas och på så sätt ändrar gensekvensen. Vid kromosomala mutationer bild så sker en strukturell förändring, antingen via deletion, duplicering eller omflyttning av större delar av en eller flera kromosomer.

Mutationernas effekt är alltid slumpmässig och chansen att en slumpmässig förändring av ett redan väl fungerande system skulle leda till en förbättring är väldigt liten. De flesta punktmutationer resulterar i neutrala mutationer, de har ingen effekt på organismen, men det finns en risk att de är skadliga. Kromosomala mutationer däremot är nästan alltid skadliga, men om en sådan förändring inte påverkar en organisms fitness finns det en chans att över tid dessa förändringar leder till nya funktioner. Mutationer är som sagt en stor källa till variation inom en art, men det finns ett annat sätt att utöka den genetiska variationen, med sexuell reproduktion.

Sexuell rekombination som källa till variation: Sexuellt reproducerande arter har större delen av deras genetiska skillnader till den unika rekombination som sker vid bildandet av könscellerna bild. Sex blandar alleler (alternativa former av en gen) och delar ut dem slumpvis för att bestämma en individs genotyp. Vid meios byter de homologa kromosomparen, en från varje förälder, delar av det genetiska materialet mellan alleler och sedan delas de slumpvis upp till var sin könscell. De könsceller som bildas hos en individ är alla olika i sin genetiska uppsättning och varje zygot har en unik blandning av alleler som ett resultat från den förening som sker mellan ägg och spermie. En population innehåller ett stort antal av möjliga kombinationer för parning, där varje kombination för samman individer av olika genetisk bakgrund och varje gång resulterar det i en ny och unik individ med sin alldeles egen genotyp.

Även om möjligheten till alla möjliga kombinationer inom en population finns, så är det inte så det går till i verkligheten. Parning är inte slumpvis utan styrs av naturligt urval.

Naturligt urval

För att förstå naturligt urval måste man också förstå den genetiska variationens betydelse inom en population. Beroende på vilken genotyp en individ får så har den också en viss chans

till överlevnad och framgång när det gäller reproduktion, det här brukar mätas i fitness. En individ som har hög fitness kommer att lyckas väldigt väl och får flera avkommor som överlever till vuxen ålder än de som har lägre fitness. Det här betyder att dessa individer kommer att sprida sin genetiska uppsättning till större delen av populationen över tid, vilket också ändrar hela arten och man kan säga att arten evolverat. Även om den slumpmässiga biten i form av mutationer skapar den genetiska variationen så är det naturliga urvalet den aktiva process som förklarar varför vissa egenskaper kan spridas i en population och förändra en art och de naturliga särdrag och den rika variation vi kan se i naturen är ett resultat av detta. Så evolutionen har inget mål eller mening och försöker inte uppnå en förutbestämde form. Förändring hos organismer beror i grund och botten på en slump. Mer

Evolutionsteori

Evolution är ursprunget till den stora variation som finns i den biologiska världen, de nu förekommande arterna är alla besläktade genom ett gemensamt ursprung. Och med tiden utvecklas nya arter från de existerande genom artbildning, en produkt av små successiva förändringar över stora tidsrymder. Evolutionen kan delas in i två steg (Olander, 2004):

- variation, som uppkommer genom slumpvisa mutationer och omkombinationer
- naturligt urval, vissa varianter får högre reproduktionsförmåga på grund av miljön

Evolution är alltså en process genom vilken olika arter förändras från en form till en annan, ibland till och med helt nya arter. Med evolutionsteorins hjälp kan vi beskriva hur den här processen går till, med slumpmässiga mutationer förklaras variationen och dessa förändringar förs vidare till nästkommande generationer med det genetiska arvet. Det är sedan det naturliga urvalet som styr vilka egenskaper som blir kvar i en population.

Det här är en laboration som ska koppla den genetiska aspekten på evolution och även att en egenskap måste finnas innan en miljöförändring och inte som ett svar på den.

Tanken är också att den ska lättöverskådlig och enkel att dra slutsatser ifrån så att eleverna får möjlighet att reflektera över vad de gjort. Det är också bra om eleverna innan haft en genomgång och möjligtvis någon form av diskussionsfrågor innan själva laborationen så att de har en viss teoretisk bakgrund till evolutionen och dess mekanismer.

Laborationen går ut på att du har en population med ärtor i en liten dal där vattentillgången varit gynnsam, men på grund av miljöförändringar regnar det inte lika ofta. Det här betyder att växter utsätts för torka under vissa perioder. Vad eleverna ska göra är att undersöka vilka växter som klarar sig bäst och vad det innebär för just den här populationen med ärtor, alltså de ska koppla genetisk variation och naturligt urval till evolutionen. För att simulera genetisk variation tar du vanliga gula ärtor och driver upp i ett miniväxthus och förgiftar sedan vissa av plantorna med ättika (se nedan). Det här får dem att dö vid olika tidpunkter och på så sätt har du olika genotyper som tål torka olika bra. Eleverna antecknar dag för dag vad som händer och när de samlat data svarar de på frågor som ska hjälpa dem att förstå evolutionen och dess mekanismer. Det är också möjligt att låta dem skriva en rapport för att på ett bättre sätt förstå vad som hänt.

Tanken med laborationen är att den ska hjälpa eleven att förstå evolutionen genom att vara lätt att förstå visuellt, vissa ärtor dör tidigare än andra och ett fåtal överlever trots torka. Genom att sedan få försöka förklara varför det är så med evolutionära mekanismer är det möjligt att

eleven tar till sig att en egenskap måste finnas innan och att det inte sker en anpassning efter att t.ex. miljön förändrats.

- vanliga gula ärtor (*Pisum sativum var. sativum*)
- Ättiksyra 24 %
- miniväxthus
- planteringsjord
- små odlingskrukor (8 cm)
- vatten

Ärtorna planteras i krukorna och placera dem i växthuset, se till att vattna ordentligt. Efter ca två veckor har ärtplantorna blivit tillräckligt stora för att använda. För att simulera olika gentyper förgiftar du plantorna med vanlig ättiksyra, använd dig av 0 % (kontrollgrupp), 0,5 % och 2 % ättiksyra. Det är viktigt att inte använda för mycket ättika eftersom plantorna då dör för fort. Efter två veckor introducerar du växterna för eleverna och vattnar dem sedan med 20 ml av ättiksprit och för kontrollen använder du bara vatten. Under en vecka låter du sedan eleverna observera vad som händer med växterna (se studiehandledning), och antecknar i vilket stadium av död växterna befinner sig.

När experimentet är över är det dags för eleverna att utvärdera laborationen för att få ut så mycket som möjligt av den och förhoppningsvis förstå evolutionen och det som driver den bättre.

Lycka till!