



UPPSALA
UNIVERSITET

Rapport IBG-LP 08-001

Behov eller slump, vad ger nya egenskaper?

En studie om gymnasieelevers förståelse av evolutionsteorin.

Anna Lindkvist

Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet
Läraryrket 210-330 hp
Lärarexamensarbete 15 hp, vt 2008
Handledare: Ronny Alexandersson
Examinator: Eva Lundqvist

Sammanfattning

Syftet var att undersöka elevers förståelse av evolutionsteorin innan, under och efter avslutad undervisning. Detta skedde via en enkätundersökning där cirka 40 gymnasieelever fick svara på frågor rörande evolution. Resultaten från studien visar att eleverna har förbättrat sina kunskaper rörande evolution under försökets gång, då andelen vetenskapliga förklaringar ökat vid det sista tillfället jämfört med det första tillfället. Sammantaget har andelen rätta svar per elev ökat under försökets gång. Studien visar även att elever med en hög kunskapsnivå oftare använder vetenskapliga förklaringar som svar på frågan ”Hur tänker du att djuren kom till?” än elever med en lägre kunskapsnivå. Resultaten tyder på att elever kan förbättra sina kunskaper rörande evolutionen och att kunskap är nyckeln till att arbeta bort olika missuppfattningar.

Nyckelord: evolution, enkät, begreppsförståelse, gymnasiet

Innehållsförteckning

Inledning.....	3
Vetenskapliga och vardagliga begrepp	3
Evolutionsteorin	3
Elevföreställningar rörande evolutionsteorin	4
Evolutionkundervisningen i styrdokumentet	5
Frågeställning	6
Metod	7
Urval.....	7
Datainsamlingsmetod-enkät	7
Bortfallsanalys.....	8
Databearbetning	8
Resultat.....	10
Medelantalet rätta svar per elev har ökat från enkättillfälle ett till tillfälle tre.....	10
Eleverna har förändrat sina svar mellan de tre testtillfällena	11
Elevbeskrivningar av djurens uppkomst	15
Användandet av vetenskapliga förklaringar korrelerar med hög kunskapsnivå.	16
Diskussion	17
Elevernas kunskaper inom evolutionsområdet har ökat från testtillfälle ett till tre.	17
Behovsanpassad evolution	18
Evolutionens syfte och slumpens betydelse	18
Vikten av reproduktiv framgång	19
Variationen inom en population	20
Hur tänker eleverna att djuren kom till?.....	20
Validitet och reliabilitet.....	21
Yrkesrelevans	22
Framtida forskning	24
Referenser.....	25
Appendix	27
Bilaga 1	27
Bilaga 2	29
Bilaga 3	30
Bilaga 4	32
Bilaga 5	34

Inledning

Vetenskapliga och vardagliga begrepp

Jean Piaget öppnade upp för ett elevperspektiv inom undervisningen. Han menade att barn inte är okunniga utan bara tänker annorlunda än vuxna. Vidare menade han att barns kognitiva utveckling kan delas in i fyra stadier och med varje stadium ökar tankeorganisationen och det logiska resonemanget. De ”nya” tankestrukturerna byggs utgående från de ”gamla” tankestrukturerna, d.v.s. vår tankeorganisation utvecklas ständigt och uppstår inte ur intet. För att undervisningen ska vara optimal krävs det enligt Piaget att den anpassas efter det stadium som barnet befinner sig i, idealet vore en skraddarsydd utbildning för varje elev (Crain, 2000). Piagets tankar har lett till att man har insett vikten av att fråga eleverna själva vad de tänker och tror om olika undervisningsområden. Man menar att för att på bästa sätt kunna hjälpa eleven att nå de önskvärda undervisningsmålen bör undervisningen utgå ifrån elevernas egna tankeföreställningar (Andersson, 2001).

Naturvetenskapliga didaktiker har forskat mycket om elevers egna tankeföreställningar och ett genomgående resultat är att ”elever före undervisningen har vardagsföreställningar om åtskilliga naturvetenskapliga fenomen, och att dessa föreställningar skiljer sig från de vetenskapliga” (sammanfattat av Andersson, 2001, s.11). Ett mer uppseendeväckande resultat är att elever ofta efter avslutad undervisning har glömt de nyinlärdas vetenskapliga begreppen, eller återgår till de ”gamla” vardagsföreställningarna (Bishop och Andersson, 1990). Ett av problemen med att ersätta vardagsföreställningar med vetenskapliga begrepp ligger sannolikt i att den förstnämnda är en omedveten tankeprocess till skillnad från den medvetna tankeprocessen kring vetenskapliga begrepp (Andersson, 2001). Bishop och Andersson (1990) menar att ett första steg för de lärare som vill ändra på elevernas ”naiva” föreställningar är att ta reda på vilka dessa föreställningar är.

Forskning kring elevers tankeföreställningar har även inspirerats av Lev Vygotskij (Andersson, 2001). Han menade att människans tänkande kring sitt eget tänkande, är oerhört viktigt för barnets utveckling. Ett stort värde med skolan var enligt Vygotskij de vetenskapliga begrepp som barnen lärde sig där, han menade vidare att en av skolans uppgifter var att ge eleverna redskap för att kunna gå mellan de vetenskapliga och vardagliga begreppen. De abstrakta vetenskapliga begreppen vidgar barnets vyer samt tankeförmåga och hjälper dem att ta kontroll över sina tankar. Vygotskij menar att lärarens (den vuxnes) instruktioner inte bara bygger på ytterligare ett steg i barnets utveckling utan snarare interagerar och skapar nya vägar för utvecklingen att ta (Crain, 2000).

Sammantaget visar allt detta på vikten av att som undervisande lärare ha goda kunskaper om elevernas förståelse för att på bästa sätt genomföra en undervisning som kan ge eleverna kunskaper som överlever kursens slut samt kompletterar elevernas spontana vardagsbegrepp. Syftet med det här examensarbetet är att undersöka hur gymnasieelevers kunskapsnivå inom evolutionsområdet förändras under undervisningens gång.

Evolutionsteorin

Teorin om det naturliga urvalet lanserades av Charles Darwin i mitten av 1800-talet och bygger på tesen att den lokala miljön selekterar för individer med egenskaper som ger dem en fördel i omgivningen. Dessa individer kommer att få fler avkommor medan individer med mindre fördelaktiga egenskaper får färre avkommor. Detta kommer att resultera i att det föds fler individer med ”passande” egenskaper jämfört med individer med mindre passande egenskaper. Med varje generation kommer andelen individer med ”passande” egenskaper att öka vilket gör att populationen blir mer och mer anpassad till sin miljö. Beroende på hur miljön förändras kommer även populationens sammansättning att förändras, nya arter

uppkommer och gamla dör ut. Evolutionsteorin menar även att alla arter har ett gemensamt ursprung.

En förutsättning för det naturliga urvalet är att det i en population finns en variation av olika egenskaper mellan individer och att dessa egenskaper är ärftliga. Det är på denna variation som sedan det naturliga urvalet verkar. Den genetiska variationen orsakas initialt av slumpvisa genetiska förändringar. Evolutionen är således en process av gradvisa förändringar där det naturliga urvalet verkar på slumpmässigt uppkomna variationer. Detta leder följaktligen till att evolutionen saknar både mål och syfte (Ekstig, 2002; Andersson, 2001).

Elevföreställningar rörande evolutionsteorin

Många elever påbörjar evolutionsundervisningen med en mängd icke vetenskapliga uppfattningar om evolutionen och dessa försvårar deras inläring. Elevernas vardagliga begrepp komplicerar och skapar missuppfattningar. De delar inom evolutionen som verkar skapa mest problem för eleverna är bl.a. tidsperspektivet, anpassning, ordet teori, variationen inom en art, reproduktiv framgång och slumpens betydelse (Andersson och Wallin, 2006; Chuang, 2003).

Det är svårt att föreställa sig den tidsskala inom vilken evolutionen har verkat. Det rör sig om enorma tidsbegrepp. Men för att eleverna ska få en helhetsförståelse av uppkomsten till dagens artrikedom krävs det att evolutionsundervisningen ger eleverna en viss förståelse för den tidsrymd som evolutionen har verkat i. Det är därför viktigt att man i undervisningen försöker att konkretisera tidsskalan för eleverna i största möjliga mån (Andersson och Wallin, 2006).

Det evolutionära begreppet anpassning är svårt för eleverna att förstå. Ordet anpassning har både en vardaglig och vetenskaplig betydelse (Andersson och Wallin, 2006; projekt NORDLAB-SE; Wallin, 2004; Bishop och Anderson, 1990). Till vardags kan det användas i bemärkelsen av en medveten anpassning t.ex. när man lär sig nya rutiner. Det kan även vara en omedveten fysiologisk anpassning som t.ex. när pupillen drar ihop sig vid starkt ljus. Anpassning i dess evolutionära bemärkelse sker dels när egenskaper utvecklas men även när den relativa delen av individer med en viss egenskap ökar eller minskar i populationen. ”Det här innebär att om ordet anpassa används av läraren i evolutionär betydelse, så har eleven benägenhet att tolka ordet ”vardagligt” som individens medvetna eller omedvetna anpassning” (projekt NORDLAB-SE s. 12). Detta stöds av Bishop och Anderson (1990) som framhåller att många elever använder ordet anpassning i dess vardagliga betydelse för att förklara evolutionära förändringar.

Flertalet studier inom evolutionsområdet har visat att eleverna använder sig av så kallad ”behovsanpassad” evolution. Man tänker sig att individer utvecklar nya egenskaper för att de behöver dem. Alternativt försvinner egenskaper på grund av att de inte används. Ett exempel på detta är varför bakterier/malariamyggor utvecklar resistens, här förklarar många elever fenomenet med att organismen *behövde* bli resistent för att överleva (Andersson och Wallin 2006; projekt NORDLAB-SE; Andersson, 2001; Bishop och Anderson 1990). Wallin (2004) påpekar dock i sin avhandling att många elever använder sig av uttrycket ”behov” när de ska förklara evolutionära problem utan att för den skull mena att evolutionen i sig är behovsdriven. Detta kan ha sin förklaring i att eleverna använder vardagsbegrepp för att förklara vetenskapliga scenarion. Det är dock inte bara elever som använder sig av de mer vardagliga begreppen för att förklara evolutionen. Enligt Anderson m.fl. (2002) är det vanligt att lärare använder sig av olika metaforer vid undervisningen och att språket på detta vis skapar förvirring hos studenterna. Detta stöds av ytterligare forskning där man pekar på att många böcker och filmer som syftar till att popularisera och förklara evolutionen, i själva verket innehåller ett språk som bidrar till att förstärka olika missuppfattningar (Bishop och Anderson 1990; Halldén 1988).

Ordet teori är ytterligare ett exempel där ett ords vardagliga betydelse försvårar förståelsen av evolutionen. I vardagligt tal är ordet teori synonymt med gissning, en teori blir då en chansartad förklaring till ett fenomen. Detta till skillnad från ordets vetenskapliga betydelse, där en teori är en "hypotes" som är mycket väl underbyggd med vetenskapliga fakta och är testad flertalet gånger. Eleverna kan således tro att evolutionen "bara är en teori", medan ordet teori i ett vetenskapligt sammanhang speglar den högsta sannolikhetsgrad som kan nå inom vetenskapen (Chuang, 2003; NSTA, 1997).

En förutsättning för evolutionen är att det finns en variation av olika egenskaper mellan individer hos en art. Hos eleverna spelar dock denna variation liten eller ingen roll alls. Man tänker sig att förändringarna sker på artnivå och inte individnivå, evolution blir för dessa elever en process där hela arten successivt ändrar sina egenskaper (Andersson och Wallin, 2006; projekt NORDLAB-SE; Anderson m.fl., 2002; Bishop och Anderson 1990; Halldén 1988). När eleverna sedan ska förklara evolutionsteorin tar de till sina vardagsförklaringar, och här har variationen ingen betydelse. Istället leder förändringar i miljön till krav på nya egenskaper. Individerna börjar då gradvis att utveckla dessa nya egenskaper, som ärvs. En förklaring som bygger på evolutionsteorin och dess vetenskapliga begrepp utgår istället från variationen i genetiskt betingade egenskaper, denna variation leder till skillnader i reproduktiv framgång. Detta ger i sin tur att lämpliga egenskaper kommer att öka i populationen (Andersson, 2001).

Många elever ser inte heller betydelsen av reproduktiv framgång. De tror att det räcker att överleva och vara stark för att man ska ha evolutionär framgång. Eleverna ser inte att överlevnad som inte resulterar i många avkommor inte har någon betydelse i ett evolutionärt perspektiv (Andersson och Wallin, 2006; Bishop och Anderson 1990). Bishop och Anderson (1990) menar här att problemet ligger i att eleverna har missuppfattat begreppet "survival of the fittest", eleverna använder här den vardagliga förklaringen till fitness och tror därmed att en individ med hög fitness är stark, frisk eller smart och lägger inte in den vetenskapliga betydelsen, d.v.s. att ha en hög reproduktiv framgång.

Många studenter har problem med att acceptera slumpens betydelse för evolutionen. Man ser det som orealistiskt att den mångfald av arter som vi har idag bara skulle vara en produkt av slumpen (Andersson och Wallin, 2006; Bishop och Anderson, 1990). Här kan även elevens religiösa övertygelse spela en viss roll, den kan leda till konflikter och missförstånd då eleverna kan ha problem med att foga samman dessa två världsbilder. Dock verkar de flesta acceptera att man både kan ha den vetenskapliga förståelsen av evolutionsteorin och en religiös tro (Andersson och Wallin, 2006; Hammer, 2005).

Evolutionsundervisningen i styrdokumentet

Efter genomgången kurs i Biologi A ska eleverna "ha kunskap om betydelsen av organismers beteenden för överlevnad och reproduktiv framgång" samt "ha kunskap om naturvetenskapliga teorier rörande livets uppkomst och utveckling" (Skolverket hemsida a). Här är man mycket tydlig med att det är den vetenskapligt förhärskande teorin om arternas uppkomst som man ska undervisa om, men i övrigt ger målen den enskilde läraren stor frihet i att planera sin undervisning. Vidare ska eleven ha en uppfattning om människans förhållande till naturen i ett idéhistoriskt perspektiv vilket även det ger en koppling till evolutionsteorin, då man kan belysa denna ur ett idéhistoriskt perspektiv. Flera andra av kursens mål kräver även de en god förståelse av evolutionen då eleven förväntas "ha kunskap om struktur och dynamik hos ekosystem" samt "ha kunskap om principer för indelning av organismvärlden samt hur bestämning av organismer utförs" (Skolverket hemsida a). För att nå en god förståelse inom evolutionsområdet krävs det även att man når upp till de mål som belyser arvs massa och genetik (Skolverket hemsida a).

Vid en första genomläsning av kursmålen inom Naturkunskap B finns det ett tydligt mål som är evolutionsrelaterat, nämligen att eleverna efter avslutad kurs ska ”ha kunskap om naturvetenskapliga teorier för livets uppkomst, villkor, utveckling och mångfald” (Skolverket hemsida b). Även här är man mycket tydlig med att det är den vetenskapligt förhärskande teorin om arternas uppkomst som man ska undervisa om, men i övrigt ger målen läraren stor frihet att planera sin undervisning. För en god förståelse av evolutionsteorin krävs det dock även att man når upp till ytterligare ett av målen i Naturkunskap B, nämligen att eleverna ska ”ha kunskaper i genetik” (Skolverket hemsida b). Vidare skriver Skolverket att eleverna ska ha kunskaper om nyttan av naturvetenskap i samhället i stort och här har man som lärare en bra möjlighet att koppla samman evolutionsteorin med elevernas vardag.

Sammantaget gör detta att evolutionsteorin är en mycket viktig del i både Biologi A- och Naturkunskap B- kurserna och det är därför av yttersta vikt att eleverna ges så goda förutsättningar som möjligt att uppnå dessa mål. En förutsättning för att åstadkomma detta för eleverna är att de undervisande lärarna är väl insatta i elevernas förståelse inom evolutionsområdet. Min förhoppning är att jag med det här examensarbetet kommer att bidra till en ökad kunskap inom detta forskningsområde.

Frågeställning

Det huvudsakliga syftet med det här examensarbetet var att undersöka elevers förståelse inom evolutionsområdet innan, under och efter avslutad undervisning. Mer specifikt innebar detta att undersöka:

- Hur gymnasieelevers kunskap och förståelse av evolutionsområdet förändras av undervisning.
- Om gymnasieelevers kunskapsnivå korrelerar med val av förklaringsmodell rörande arternas uppkomst och utveckling.

Metod

Urval

Studien har utförts på en gymnasieskola belägen i de centrala delarna av en medelstor svensk stad i Mellansverige. Två klasser i årskurs två inom det samhällsvetenskapliga programmet (Sp) valdes ut för att ingå i studien. Klasserna bestod av 28 (varav 19 tjejer och 9 killar) respektive 23 (varav 7 tjejer och 16 killar) stycken elever. För att säkerhetsställa anonymitet kallas de två klasserna för Sp_x och Sp_z.

Skolan som studien utfördes på var samma skola som jag gjorde min praktik på under lärarprogrammets kurs AUO 3. Klasserna som deltog i studien var de klasser som min handledare undervisade i Naturkunskap. De två klasserna undervisades av två lärarkandidater varav jag var den ena, på evolutionsavsnittet inom Naturkunskap B. Lärarkandidaterna gick igenom samma delområden, vilka godkändes av handledaren. Men i övrigt hade de enskilda lärarna stor frihet i att planera undervisningen, det vill säga momentens ordning samt tidsomfattning varierade mellan klasserna. De bägge klasserna använde samma lärobok och hade exakt samma laborationer. De laborativa momenten var ett besök på ett evolutionsmuseum och en däggdjur-, fisk- och fågeldissektion.

Datainsamlingsmetod-enkät

Studien gjordes med hjälp av enkäter, vilka delades ut i samband med undervisningen vid tre olika tillfällen. Enkäterna delades ut till samtliga närvarande elever. Elever som inte deltog i undervisningen har således inte getts någon möjlighet att svara på enkäten. Detta har gjort att andelen utdelade enkäter har varierat mellan de olika enkättillfällena. Den första enkäten delades ut innan undervisningen inom evolutionsområdet startat. Enkät 2 delades ut vid det sista undervisningstillfället inom evolutionsområdet. Detta var 5,5 veckor sedan enkättillfälle ett. Då hade Sp_x haft 14h undervisning varav 3,5h var laborationer. Vid det andra enkättillfället hade Sp_z haft 15h undervisning varav 3,5h var laborationer. Det sista tillfället var 5 veckor sedan examination på evolutionsområdet, och 5,5 veckor sedan tillfälle två. Vid samtliga tre tillfällen besvarade eleverna samma enkät (bilaga 1).

Vid användandet av enkäterna följdes Vetenskapsrådets fyra huvudkrav; informationskravet, samtyckeskravet, konfidentialitetskravet samt informationskravet. Vid samtliga tillfällen informerade eleverna om syftet med enkäten samt att deltagandet var frivilligt och att de när som helst hade rätt att avbryta sin medverkan. Samtliga elever var över femton år och därför behövdes inte målsmans godkännande för deltagandet i studien. Vidare informerades samtliga om att redovisningen av resultaten skulle ske på gruppnivå och inte individnivå. Eleverna informerades även om att resultaten på enkäten inte var betygsgrundande. Det bedöms som att enkäten har en hög konfidentialitet då den enda information som finns för varje enskild enkät är klasstillhörighet samt kön på individen som fyllt i enkäten. Deltagarna informerades även om att det insamlade materialet bara skulle användas i det här examensarbetet (Vetenskapsrådet).

Vid utformningen av enkäten användes tidigare väl beprövade frågor. Enkäten innehåller sju flervalsfrågor samt en öppen fråga (bilaga 1). Uppgift 1 är tagen från projekt NORDLAB-SE och Skolverket (2005). Uppgift 2, 4, 5 och 6 är tagna från Anderson m.fl. (2002). Uppgift 3 är tagen från Wallin (2004). Uppgift 7 kommer från Eriksson m.fl. (2006) och uppgift 8 är från Andersson (2001). Frågorna valdes på grund av att de täcker olika avsnitt inom evolutionsområdet som tidigare studier har visat att elever har svårigheter med (Andersson och Wallin, 2006). Uppgift 3 och 6 rör problematiken kring "behovsanpassad" evolution, uppgift 1 och 7 rör slumpens betydelse och evolutionens syfte. Uppgift 2 är en följdfråga till uppgift 1 och rör ärftlighet. Uppgift 4 handlar om vikten av reproduktiv framgång, och

uppgift 5 belyser variationen inom en art. Uppgift 8 är en öppen fråga där eleverna själva får skriva sitt svar på frågan ”Hur tänker du att djuren kom till?”.

Bortfallsanalys

I klass Spx går det 28st elever och i Spz går det 23st elever. Frånvarande vid enkät tillfälle ett var i klass Spx 5st elever och i Spz 5st elever. 23 respektive 18st enkäter delades ut, svarsfrekvensen var i bägge klasserna 100 %. Det interna bortfallet redovisas i tabell 1.

Vid enkät tillfälle två var det 5st elever frånvarande i Spx och 7st elever frånvarande i Spz. 23 respektive 16st enkäter delades ut, svarsfrekvensen var i bägge klasserna 100 %. Det interna bortfallet redovisas i tabell 1.

Vid tillfälle tre var en elev frånvarande i Spx och sex elever frånvarande i Spz. 27 respektive 17 enkäter delades ut, svarsfrekvensen var i Spx 93 % (två elever svarade ej) och i Spz 94 % (en elev svarade ej). Det interna bortfallet redovisas i tabell 1. I uppgift 8 har det interna bortfallet använts vid analysen, dessa har hamnat i kategorin övrigt. Detta gäller vid alla tre testtillfällen.

Tabell 1. Internt bortfall på uppgift 1 till 8 vid de tre testtillfällena. Vid tillfälle 1 var n=23 i Spx och n=18 i Spz. Vid tillfälle två var n=23 i Spx och n=16 i Spz. Vid tillfälle tre var n=25 i Spx och n=16 i Spz. Inom parantes redovisas andelen elever i procent. Vid streck (-) bortfall = noll.

	Tillfälle 1		Tillfälle 2		Tillfälle 3	
	Spx	Spz	Spx	Spz	Spx	Spz
Uppgift 1	-	-	-	-	-	-
Uppgift 2	-	1 (5,6)	-	-	-	-
Uppgift 3	-	-	-	-	-	-
Uppgift 4	-	2 (11)	-	-	1 (4)	-
Uppgift 5	-	-	-	1 (6,3)	-	-
Uppgift 6	-	-	-	1 (6,3)	1 (4)	-
Uppgift 7	-	1 (5,6)	-	1 (6,3)	1 (4)	-
Uppgift 8	7 (30)	6 (33)	6 (26)	5 (31)	7 (28)	10 (62,5)

Databearbetning

Varje enkät fick en kod baserad på klass och testtillfälle. Fråga 1-7 (flervalsfrågorna) bedömdes och rätt svar gav en etta och fel svar gav en nolla. Summan av det totala antalet rätta svar beräknades för varje elev, värdet låg mellan noll och sju. På fråga 8 bearbetades elevernas svar och delades upp i tre kategorier; vetenskapliga och alternativa förklaringar samt en övrigt kategori. I kategorin övrigt placerades även de elever som valt att inte svara på frågan.

Statistiska tester utfördes med SPSS 12.0.1 och signifikansnivån sattes till 0,05. Samtliga tester var tvåsvansade. Data sorterades och analyserades med avseende på antal rätt svar per elev, kön, klass, svarsfördelning på fråga 1-7 samt kategori fråga 8. Statistiska analyser som utfördes var tvåvägs ANOVA (General Linear Model), envägs ANOVA, Tukey- och Bonferroni Post-Hoc test, samt G-test.

ANOVA används för att undersöka skillnader i medelvärden mellan fler än två stickprov (i detta fall testtillfällen). Vid tvåvägs ANOVA undersöks effekten av flera faktorer samtidigt (ex. klass, kön och tillfälle), vilket också möjliggör undersökning av kombinationseffekter (ex. kön*tillfälle). Vid envägs ANOVA testar man en faktor i taget. Om man får en signifikant skillnad mellan dessa stickprov (ex. testtillfällena) kan man sedan gå vidare och utföra ett Post-Hoc test för att kartlägga mellan vilka av testtillfällena det skiljer sig. G-test

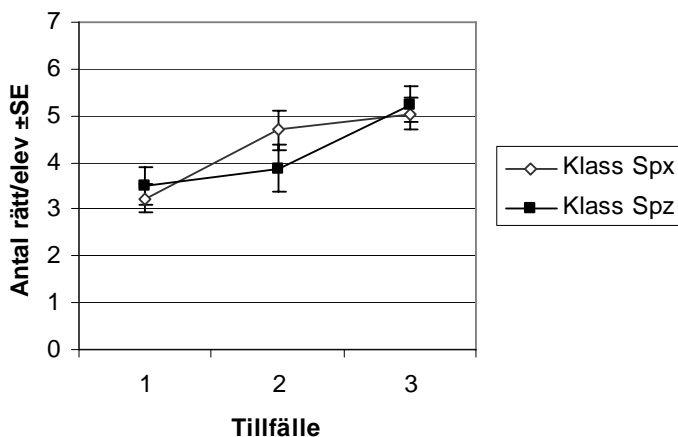
(eller χ^2 -test) används för att undersöka om fördelningen av antalsvariabler (i detta fall antal elever som angivit ett visst svarsalternativ på frågan) skiljer sig från slumpen. Jag har använt detta för att testa om fördelningen av svaren på var och en av frågorna 1-7 har förändrats mellan de tre olika tillfällena (Fowler m.fl., 1998).

Resultat

Medelantalet rätta svar per elev har ökat från enkättillfälle ett till tillfälle tre.

Det totala antalet rätta svar på fråga 1-7 räknades ut för varje enkät och i figur 1 redovisas medelvärdet av antal rätt per elev vid de tre olika tillfällena. Summan av antalet rätta svar för varje elev kunde ligga mellan noll och sju.

I figur 1 ser man att det har skett en ökning i antal rätt svar hos eleverna (General Linear Model-ANOVA, $F_2=10,74$, $p<0,001$). Antalet rätt var oberoende av elevernas kön, det fanns inte några skillnader mellan de två klasserna i antalet rätt (bilaga 2). Det fanns inte heller några kombinationseffekter med avseende på kön * tillfälle och klass * tillfälle (bilaga 2).



Figur 1. Medelvärdet för antal rätt svar på sju kunskapsfrågor om evolutionen uppdelat efter klass (Spx och Spz) och testtillfälle. Tillfälle 1 var innan undervisningens start, tillfälle 2 skedde vid det sista undervisningstillfället och tillfälle 3 var fem veckor efter examination. Antalet rätt svar har ökat under försökets gång (GML-ANOVA, $F_2=10,74$, $p<0,01$). Medelvärde och standardfel redovisas.

Vidare analyser av totala datat visade att skillnaderna i resultat låg mellan tillfälle ett och två (Tukey, $p=0,03$) samt tillfälle ett och tre (Tukey, $p<0,01$). Det var inga skillnader mellan tillfälle två och tre. Detta tyder på att medelantalet rätt svar per elev främst har ökat från tillfälle ett till tillfälle två (Fig. 1).

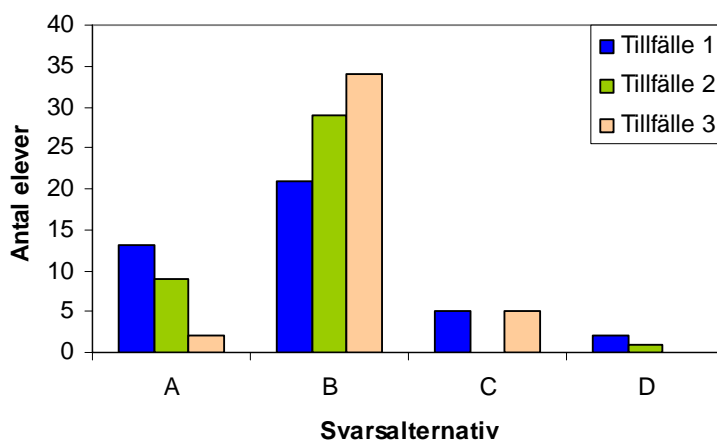
Resultaten delades upp klassvis för att analysera om de två klasserna hade förbättrat sina resultat mellan olika testtillfällen. Hos bägge klasserna fanns det skillnader mellan de tre testtillfällena och elevernas resultat (ANOVA, Spx; $F_2=4,62$, $p=0,002$ och Spz; $F_2=7,16$, $p=0,015$).

I klass Spx fanns det skillnader i resultat mellan tillfälle ett och två (Tukey, $p=0,016$) och tillfälle ett och tre (Tukey, $p=0,002$). Det fanns inga statistiska skillnader mellan tillfälle två och tre. Detta tyder på att elevernas förbättring har skett mellan tillfälle ett och två. Hos klass Spz tyder resultaten på att den största delen av förbättringen har skett mellan tillfälle två och tre, då det var signifikanta skillnader i resultaten mellan tillfälle ett och tre (Tukey, $p=0,015$) men inte mellan tillfälle ett och två samt tillfälle två och tre (Tukey, $p=0,077$).

Eleverna har förändrat sina svar mellan de tre testtillfällena.

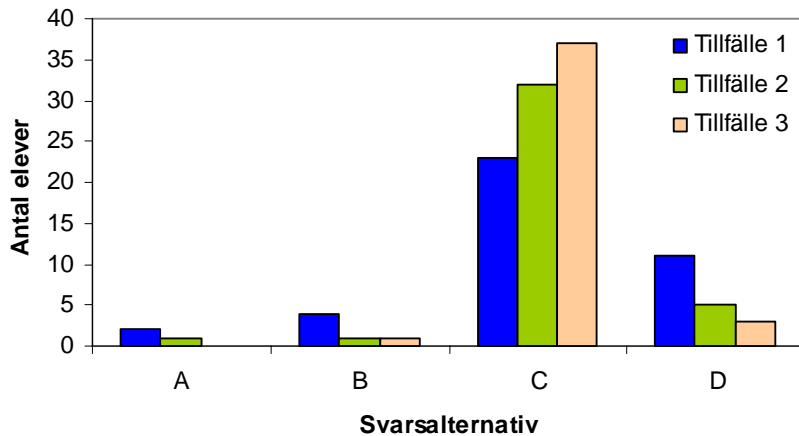
På fråga 1-7 var elevernas svarsalternativ oberoende av kön och klass och resultaten redovisas därför gemensamt för kön och de två klasserna Spx och Spz.

På den första frågan ”Vad är ursprunget till nya egenskaper?” har fler elever valt det rätta alternativet, ”slumpvisa förändringar i arvsmassan” (alternativ B), vid tillfälle två och tre jämfört med tillfälle ett (G-test, $G=19,3$ $p=0,001$; Fig. 2). Det är ett minskat antal elever som har valt alternativ A (”individens behov av egenskaper”) vid tillfälle tre jämfört med tillfälle ett och två (Fig. 2).



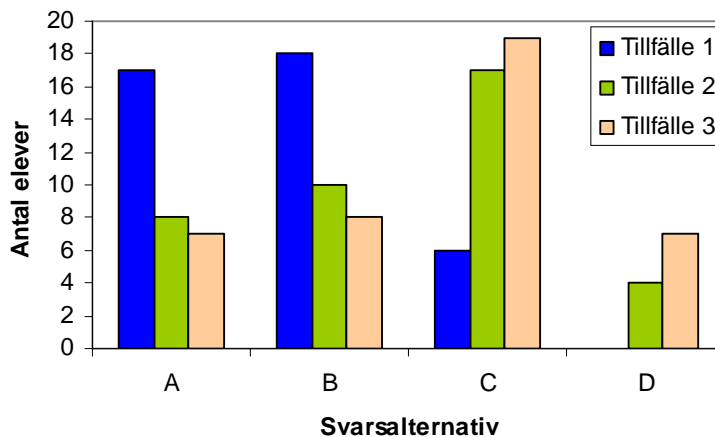
Figur 2. Svarsfördelning på frågan ”Vad är ursprunget till nya egenskaper?” vid tre olika tillfällen. Andelen elever som har valt rätt svarsalternativ B, ”slumpvisa förändringar i arvsmassan” (B) har ökat (G-test, $G=19,3$ $p=0,001$). Vid tillfälle ett var antalet elever(n) som besvarade frågan 41st, vid tillfälle två $n=39$ och vid tillfälle tre $n=41$.

På frågan ”Vilka egenskaper hos djur ärvs av dess avkommor?” har fler elever valt det rätta alternativet, ”alla egenskaper som bestäms av dess gener” (alternativ C), vid tillfälle två och tre jämfört med vid tillfälle ett (G-test, $G=14,28$, $p=0,021$; Fig. 3). Det är färre elever som väljer alternativ D (”de egenskaper som underlättar för djuret i dess miljö”) vid tillfälle två och tre jämfört med vid tillfälle ett (Fig. 3).



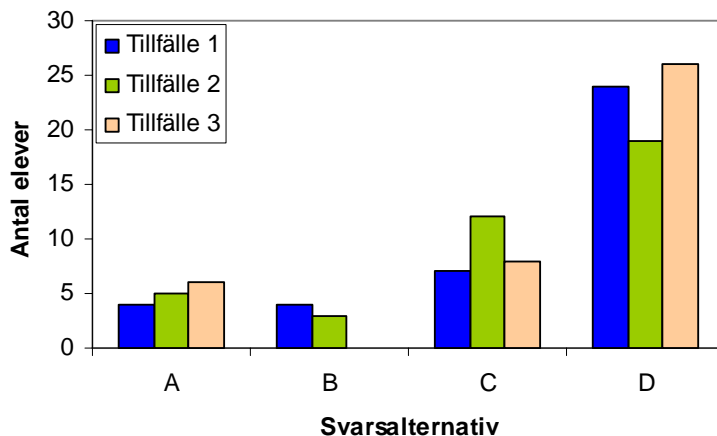
Figur 3. Svarsfördelning på frågan "Vilka egenskaper hos ett djur ärvs av dess avkommor?" vid tre olika tillfällen. Andelen elever som har valt rätt svarsalternativ C, "alla egenskaper som bestäms av dess gener" har ökat (G-test, $G=14,28$, $p=0,021$). Vid tillfälle ett $n=40$ (bortfall $n=1$), tillfälle två $n=39$ och tillfälle tre $n=41$.

På fråga tre, "Biologer tror att resistens har utvecklats pga. att?" har fördelningen i svar ändrats mellan testtillfällena (G-test, $G=24,53$, $p<0,001$; Fig. 4). Andelen elever som har valt det rätta alternativet dvs. C ("några få myggor var resistenta redan innan DTT började användas") har ökat från tillfälle ett till två. Även alternativ D ("myggpopulationen blev resistent av en slump") har ökat (Fig. 4).



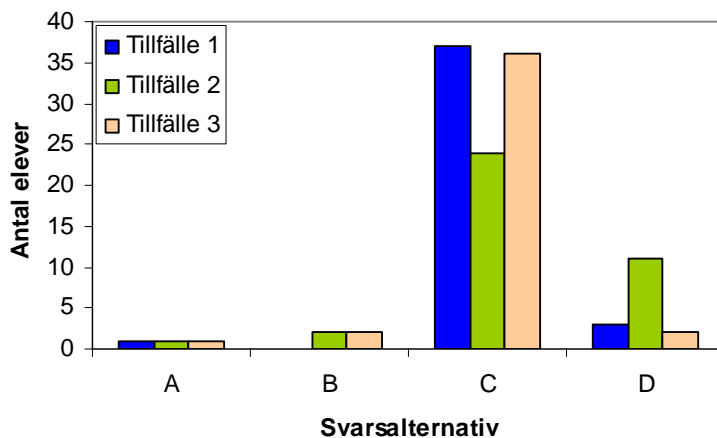
Figur 4. Svarsfördelning på frågan "Biologer tror att resistens har utvecklats pga. att?" vid tre olika tillfällen. Andelen elever som har valt rätt svarsalternativ C, "några få myggor var resistenta redan innan DTT började användas" har ökat (G-test, $G=24,53$, $p<0,001$). Vid tillfälle ett $n=41$, tillfälle två $n=39$ och tillfälle tre $n=41$.

På frågan "Vad är det som i slutändan gör att individer i en fiskpopulation anses bäst anpassad?" finns det inga signifikanta skillnader i svarsfördelningen mellan de tre olika testtillfällena (Fig. 5). Redan vid tillfälle ett var det en majoritet av eleverna som valde det rätta alternativet, dvs. D ("att de får ett stort antal yngel som överlever till könsmogen ålder") och alternativ D var även det populäraste alternativet vid tillfälle två och tre (Fig. 5).



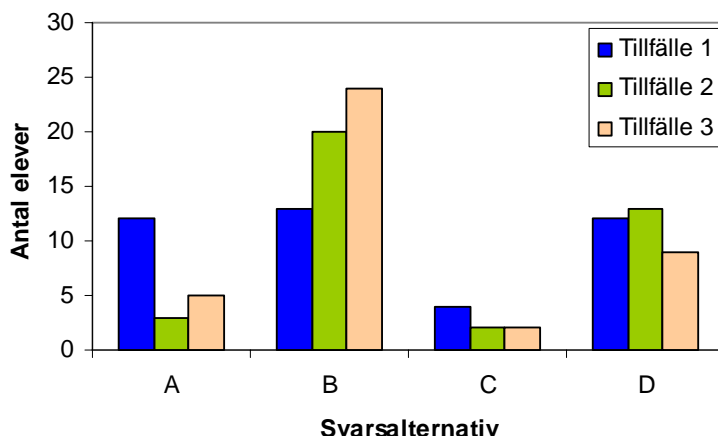
Figur 5. Svarsfördelning på frågan ” Vad är det som i slutändan gör att individer i en fiskpopulation anses bäst anpassad?” vid tre olika tillfällen. Rätt svar är alternativ D, ”att de får ett stort antal yngel som överlever till köns mogen ålder”. Vid tillfälle ett n=39 (bortfall n=2), vid tillfälle två n=39 och vid tillfälle tre n=40 (bortfall n=1)

På fråga fem ”Populationer av fiskar utgörs av hundratals individer. Vilket av följande påstående beskriver bäst deras likhet med varandra?” har det skett förändringar i fördelningen av svaren mellan de olika tillfällena (G-test, $G=15,45$, $p=0,009$; Fig. 6). Här ser vi att antalet elever som har valt det rätta alternativet (C ”alla fiskar i populationen delar många likheter men det finns skillnader i t.ex. kroppsstorlek och längd”) har minskat vid tillfälle två till fördel för alternativ D (”alla fiskar i populationen är helt unika och delar inga likheter med varandra”; Fig. 6). Vid tillfälle tre ökar återigen andelen elever som har valt alternativ C (Fig. 6).



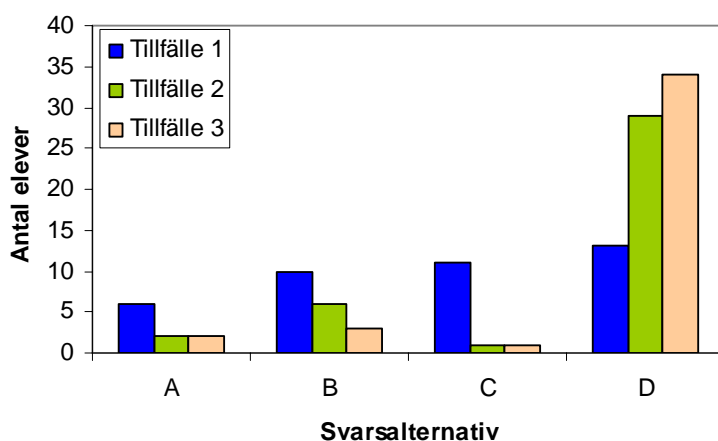
Figur 6. Svarsfördelning på frågan ” Populationer av fiskar utgörs av hundratals individer. Vilket av följande påstående beskriver bäst deras likhet med varandra?” vid tre olika tillfällen. Fördelningen i svar har förändrats mellan de tre tillfällena (G-test, $G=15,45$, $p=0,009$). Rätt svar är alternativ C, ”alla fiskar i populationen delar många likheter men det finns skillnader i t.ex. kroppsstorlek och längd”. Vid tillfälle ett n=41, vid tillfälle två n=38 (bortfall n=1) och vid tillfälle tre n=41.

Det är inga signifikanta skillnader i elevernas svar på frågan ”Vad gör att en art blir till flera arter över en längre tid?” vid de tre olika testtillfällena (Fig. 7). Man ser dock en tendens till att fler elever har valt rätt svarsalternativ B (”Grupper inom arten blev åtskilda och hamnade i olika miljöer”). De nya arterna uppstod genom nedärvning av slumpmässiga genetiska förändringar.”), vid tillfälle tre jämfört med tillfälle ett (G-test, $G=12,29$, $p=0,094$; Fig. 7).



Figur 7. Svarsfördelning på frågan ” Vad gör att en art blir till flera arter över en längre tid?” vid tre olika tillfällen. Rätt svar är alternativ B, ”Grupper inom arten blev åtskilda och hamnade i olika miljöer”. Vid tillfälle ett $n=41$, vid tillfälle två $n=38$ (bortfall $n=1$) och vid tillfälle tre $n=40$ (bortfall $n=1$).

På frågan ”Vad är syftet med evolutionen?” är det fler elever som har valt rätt alternativ, D (”evolutionen har inget syfte”) vid tillfälle två och tre jämfört med tillfälle ett (G-test, $G=30,0$, $p<0,001$; Fig. 8). Vid tillfälle ett är det en jämn fördelning av elevernas svar mellan de olika svarsalternativen A-D, däremot har en majoritet av eleverna valt svarsalternativ D vid tillfälle två och tre (Fig. 8).



Figur 8. Svarsfördelning på frågan ” Vad är syftet med evolutionen?” vid tre olika tillfällen. Andelen elever som har valt rätt svarsalternativ D, ” evolutionen har inget syfte” har ökat (G-test, $G=30$, $p<0,00$) vid tillfälle två och tre. Vid tillfälle ett $n=40$ (bortfall $n=1$), vid tillfälle två $n=38$ (bortfall $n=1$) och vid tillfälle tre $n=40$ (bortfall $n=1$).

Eleveskrivningar av djurens uppkomst

Elevernas svar på frågan ”Hur tänker du att djuren kom till?” redovisas utförligt i bilaga 3, 4 och 5. De olika svaren har delats in i följande kategorier:

1. Vetenskapliga förklaringar
2. Alternativa förklaringar
3. Övrigt

I den vetenskapliga kategorin har elevsvar placerats in där evolutionen, slump eller mutationer har nämnts. Där finns även svar som beskriver någon slags utveckling från makro, mikroorganismer eller icke levande materia. Här skriver eleverna exempelvis:

”evolution, organismer som är bättre anpassade och har större möjlighet att överleva”
”De utvecklades från encelliga organismer.”

I kategori två (alternativa förklaringar) har de religiösa samt icke-religiösa (icke-vetenskapliga) svaren placerats in.

”Du må tycka det är naivt, men gud skapade oss och djuren.”
”Inte-Gud”

Här finns det även en underkategori med svar där elever har kombinerat ett vetenskapligt och religiöst svar. En elev skriver till exempel:

”Utveckling av bakterier och andra djur. Gud skapade de”

I kategori tre, övrigt, finns de elever som inte har valt att svara på frågan, samt de elever som svarat att de inte vet. Vid samtliga tillfällen har en majoritet av eleverna inom denna kategori tillhört de som inte har valt att svara på frågan (bilaga 3, 4 och 5).

Det fanns ingen korrelation mellan elevernas kön och de tre kategorierna. Fördelning av elever i de tre olika kategorierna skiljer sig åt mellan de tre olika test tillfällena (G-test, $G=10,2$, $p=0,036$; Tab.2). Vid tillfälle två har sammanlagt i klass Spx och Spz fler elever svarat med alternativa förklaringar jämfört med vid tillfälle ett och tre. Vid tillfälle tre dominerar övrigt - kategorin, d.v.s. det var många elever som valde att inte svara på den här frågan vid det sista tillfället (Tab. 2).

Tabell 2. Elevernas svar på frågan ”Hur tänker du att djuren kom till?” har delats in i tre kategorier. Vid tillfälle 1 var $n=23$ (varav inget svar=7) i Spx och $n=18$ (inget svar=6) i Spz. Vid tillfälle två var $n=23$ (varav inget svar=6) i Spx och $n=16$ (inget svar=5) i Spz. Vid tillfälle tre var $n=25$ (varav inget svar=7) i Spx och $n=16$ (inget svar=10) i Spz. Inom parentes redovisas andel elever i procent.

	Tillfälle 1		Tillfälle 2		Tillfälle 3	
	Spx	Spz	Spx	Spz	Spx	Spz
Vetenskaplig	10 (43,5)	6 (33,3)	7 (30)	4 (25)	10 (40)	4 (25)
Alternativ	4 (17,4)	5 (27,8)	9 (39,1)	4 (25)	7 (28)	1 (6,3)
Övrigt	9 (39,1)	7 (38,9)	7 (30,4)	8 (50)	8 (32)	11 (68,8)

Vid en vidare analys visade det sig att det fanns skillnader mellan de två klasserna i fördelning mellan kategorierna (G-test, $G=9$, $p=0,010$; Tab. 1). I Spx har det skett en minskning i andelen vetenskapliga förklaringar vid tillfälle två till fördel för de alternativa förklaringarna (Tab. 2). Inom kategorin alternativa förklaringar är det andelen icke-religiösa (icke-vetenskapliga) som har ökat vid tillfälle två (bilaga 3 och 4). De alternativa förklaringarna ändrar karaktär och blir mer renodlade vid det sista testtillfället, t.ex. finns det inga elever som kombinerar en religiös och vetenskaplig uppfattning vid det sista tillfället, detta gäller för bägge klasserna (bilaga 3, 4 och 5). Man ser även att den procentuella andelen religiösa förklaringar inom den här kategorin har ökat från tillfälle två till tre (bilaga 4 och 5). Vid tillfälle tre ökar sedan de vetenskapliga förklaringarna, andelen elever som har valt alternativa förklaringar minskar, men är fortfarande högre än vid tillfälle ett.

Hos klass Spz sker det ingen större förändring i andelen elever som har valt vetenskapliga förklaringar på frågan "Hur tänker du att djuren kom till?" vid de tre olika tillfällena. Däremot ökar andelen elever i övrigt - kategorin. Denna ökning beror till största delen på ett ökat antal elever som har avstått från att svara på frågan (Tab. 2 och bilaga 3, 4 och 5). Det är även få elever som har svarat med alternativa förklaringar vid tillfälle tre jämfört med tillfälle ett och två hos Spz (Tab. 2).

Användandet av vetenskapliga förklaringar korrelerar med hög kunskapsnivå.

För att undersöka huruvida elevernas kunskapsnivå inom evolutionsområdet korrelerade med vilket svar eleverna gav på fråga 8 "Hur tänker du att djuren kom till?" jämfördes elevernas antal rätta svar på fråga 1-7 med vilken kategori (vetenskaplig, alternativ eller övrig) de hade hamnat i på fråga 8. Resultaten visade att andelen rätta svar per elev skiljde sig åt mellan de tre kategorierna (ANOVA, $F_2=8,47$, $p=0,0001$). De elever som har svarat vetenskapligt på fråga 8 har presterat flest rätt på fråga 1-7, och dessa elever svarar i genomsnitt bättre än eleverna i både den alternativa och den övriga kategorin (Tab.3). Det fanns inga skillnader mellan eleverna i den övriga och den alternativa kategorin. Dessa resultat var oberoende av klass, kön och tillfälle (samtliga $p>0,05$).

Tabell 3. Bonferroni-test av antalet rätt svar mot de tre kategorierna V (vetenskaplig), A (alternativa) och Ö (övrigt). Elever som svarat vetenskapligt har i genomsnitt fler antal rätt än elever i den alternativa och den övriga kategorin. V (n=41), A (n=36), Ö (n=44). Ovanför diagonalen visas medelskillnad i antal rätt svar. Nedanför diagonalen visas respektive p-värde.

	V	A	Ö
V	–	1,5	1,3
A	0,001	-	-0,19
Ö	0,003	1,0	-

Diskussion

Inom biologin spänner evolutionsområdet över många olika delavschnitt och bildar ett slags enhetligt ramverk där olika fakta vävs samman och förklaras. Det är därför nödvändigt att ha en god förståelse av evolutionen för att kunna förstå de andra delarna inom biologin (Bishop och Anderson 1990). Evolution genom det naturliga urvalet är en av de svåraste naturvetenskapliga teorierna att acceptera och förstå, trots flera års studier av biologi (Crawford m.fl. 2005; Bishop och Anderson 1990). Inom kursplanerna för biologi på gymnasieskolan (Biologi A och Naturkunskap B) lyfts kunskaper inom evolutionsområdet fram som viktiga (Skolverket hemsida a och b). Det är därför av största vikt att vi som lärare skapar de rätta förutsättningarna för att eleverna ska få långsiktiga kunskaper inom detta område. För att kunna göra detta är det viktigt att de undervisande lärarna är medvetna om elevernas egna tankeföreställningar inom evolutionsområdet. Vad är det egentligen som eleverna tänker och tror om evolutionen?

Syftet med det här examensarbetet har varit att undersöka elevers förståelse inom evolutionsområdet innan, under och efter avslutad undervisning. Mer specifikt har jag studerat huruvida elevernas kunskap och förståelse av evolutionen påverkas av undervisningen. Vidare har jag undersökt om det finns någon korrelation mellan elevernas kunskapsnivå och val av förklaringsmodell angående arternas uppkomst.

Elevernas kunskaper inom evolutionsområdet har ökat från testtillfälle ett till tre.

Elever i årskurs två inom det samhällsvetenskapliga programmet (Sp) fick svara på samma enkät inom evolutionsområdet vid tre tillfällen. Det första tillfället var i samband med det första undervisningstillfället på evolutionsområdet, tillfälle två var på den sista lektionen innan provet och tillfälle tre var 5 veckor efter examinationen. Det totala antalet rätta svar på fråga 1-7 räknades ut för varje enkät och summan av antalet rätta svar för varje elev kunde ligga mellan noll och sju.

Andelen rätt var oberoende av elevernas kön och det fanns inte några skillnader mellan klasserna i medelantalet rätt svar. Detta överensstämmer med resultat från Eriksson m.fl. (2006) och Wallin (2004) där kunskapsnivåerna inom evolutionsområdet var oberoende av elevernas kön.

Mina resultat visade att det har skett en ökning i medelantalet rätt svar per elev från tillfälle ett till tillfälle tre. Eleverna har således förbättrat sina kunskaper under försökets gång. Ytterligare analyser visade att de två klasserna Sp_x och Sp_z har förbättrat sina resultat mellan olika tillfällen. Hos Sp_x har den största delen av förbättring skett mellan testtillfälle ett och två. Detta skulle kunna tyda på att eleverna har ökat sina kunskaper under undervisningens gång. Eleverna i Sp_z har däremot förbättrat sina resultat mellan tillfälle två och tre, d.v.s. under den period när det inte bedrevs någon undervisning inom evolutionsområdet. Sp_z har kunskapsmässigt kommit ikapp Sp_x under den här perioden. En orsak till detta kan vara att eleverna har lärt sig medan de har studerat inför evolutionsprovet. Examinationen på evolutionsområdet skedde en halv vecka efter testtillfälle två och testtillfälle tre var fem veckor efter examinationen. Ytterligare en möjlighet är att de har lärt sig enkäten. Efter testtillfälle två gick bägge klasserna igenom enkäten och de rätta svaren, detta för att få en sista repetition inför provet. Det är då möjligt att eleverna lärde sig enkäten till tillfälle tre. Värt att notera är dock att detta inte speglade sig i resultaten för Sp_x.

Att klasserna skiljer sig åt i hur de har lärt sig kan vara en effekt av att klasserna undervisats av olika lärare. Olika lärare undervisar inte på samma sätt och lektionernas innehåll kan skilja sig åt, vilket påverkar elevernas lärande. Andersson och Wallin (2006) skriver att man inte ska underskatta lärarens roll i att åstadkomma goda resultat. Ytterligare en aspekt är att en klass består av olika individer och hur man lär sig är ytterst individuellt. Värt att fundera på är

också huruvida antalet rätt på en enkät speglar elevernas faktiska kunskapsnivå eller bara är ett mått på deras förmåga att tolka och besvara enkäten?

Sammantaget visar mina resultat att eleverna har förbättrat sina resultat på enkäten under försökets gång och svarat mer vetenskapligt vid tillfälle tre jämfört vid tillfälle ett. Vidare skiljer sig de två undersökta klasserna åt med avseende på mellan vilka tillfällen de har förbättrat sina kunskaper rörande evolutionen.

Mina resultat stöds av Andersson och Wallin (2006) och Wallin (2004), då deras studier visar att andelen elever som har valt det vetenskapliga alternativet har ökat vid det senare enkättilfället jämfört med vid det första tillfället. Vanligare är det som tidigare studier har visat nämligen att undervisningen ofta inte nämnvärt påverkar elevernas resultat i före- och eftertester (Andersson och Wallin, 2006; Bishop och Anderson, 1990).

Behovsanpassad evolution

Många studier har visat att elever använder sig av så kallad ”behovsanpassad” evolution, d.v.s. att individer utvecklar nya egenskaper för att de behöver dem (Andersson och Wallin, 2006; projekt NORDLAB-SE; Andersson, 2001; Bishop och Anderson 1990). I min studie är det främst uppgift tre och sex i enkäten (bilaga 1) som rör denna problematik. På fråga tre, ”Biologer tror att resistens har utvecklats pga. att?” är det många elever som har valt ”behovsalternativet” (B) vid tillfälle ett. Det är också en hög andel elever som tror att resistensen utvecklades efter behandling med DTT, d.v.s. man tror att den enskilde individen har anpassat sig. Vid de två senare tillfällena har andelen elever som valt det vetenskapliga svarsalternativet ökat och är då det svar som flest elever har valt. Det är även intressant i sammanhanget att se att alternativet ”slumpen” får fler röster vid tillfälle två och tre jämfört med noll röster vid det första tillfället. En förklaring till detta kan vara att man som lärare under undervisnings gång har upprepat slumpens betydelse för evolutionen. Detta kan ha gjort att eleverna tror att allt som rör evolution är en slump.

Wallin (2004) ställde samma fråga innan undervisningen och ett år efter undervisningen till gymnasieelever på det naturvetenskapliga programmet. Wallin ser en signifikant ökning i antalet elever (från 13 till 46) som har valt det vetenskapliga alternativet vid det senare enkättilfället jämfört med vid det första enkättilfället. Precis som i mina resultat har de flesta eleverna vid det första enkättilfället valt alternativen ”individen anpassar sig” och ”behovsanpassning”.

På fråga sex, ”Vad gör att en art blir till flera arter över en längre tid?” har antalet elever som valt ”behovsalternativet” minskat vid tillfälle två och tre jämfört med tillfälle ett. Det är ingen skillnad i antalet elever som tror att den enskilde individen anpassar sig vid de tre olika testtillfällena. Man ser en tendens till att ett ökande antal elever väljer den vetenskapliga förklaringen vid tillfälle två och tre. Det är dock inga signifikanta skillnader i elevernas svarsfördelning mellan de tre testtillfällena. Sammantaget har det inte skett någon större förändring i svarsfördelningen mellan de tre testtillfällen.

Evolutionens syfte och slumpens betydelse

Många studenter har problem med att acceptera slumpens betydelse för evolutionen. Man ser det som oralistiskt att den mångfald av arter som vi har idag skulle vara en produkt av slumpen. Det är därför mycket viktigt att man som lärare tydliggör för eleverna slumpens betydelse. Detta görs på bästa vis genom att dela upp evolutionen i två processer, dels den slumpmässiga som skapar den genetiska variationen och dels den icke-slumpmässiga dvs. det naturliga urvalet. Detta blir då ett sätt att visa för eleverna att allt som rör evolutionen inte är en slump (Andersson och Wallin, 2006; Bishop och Anderson, 1990). Enligt Bishop och Anderson (1990) är det många elever som inte förstår att bägge dessa processer behövs och

hur slumpen och det naturliga urvalet samverkar för att driva evolutionen framåt. Detta gör det ännu viktigare för lärare att förklara och visa eleverna på evolutionens två grundprinciper.

Mina resultat visar att flertalet elever förstår slumpens betydelse för uppkomsten av nya ärftliga egenskaper (uppgift ett). Redan vid det första tillfället är ”slumpvisa förändringar” det dominerande alternativet, för att sedan öka ytterligare till tillfälle två. Den kategori som minskar under försökets gång är ”individens behov av egenskaper”. Samma fråga ställdes i Skolverkets rapport 252 (2005) till elever i årskurs nio. I deras resultat var det en jämn fördelning av svaren på; ”individens behov av egenskaper” (24 %), ”slumpvisa förändringar i arvsmassan” (31 %) och ”artens strävan efter jämvikt” (30 %). Dessa resultat överensstämmer inte med mina resultat, framför allt har många fler elever valt ”artens strävan efter jämvikt” i Skolverkets rapport 252 jämfört med i min studie. Dessa båda studier är dock inte helt jämförbara dels på grund av ålderskillnaderna och mognad men det finns även skillnader i hur många års undervisning man har fått. Man kan bland annat tänka sig att de två gymnasieklasserna Spx och Spz har fått mera undervisning inom genetikområdet jämfört med niorna.

Mina resultat visar vidare att eleverna har en god förståelse av vilka egenskaper hos ett djur som ärvs av dess avkommor (uppgift två). Det vetenskapliga svarsalternativet dominerar vid alla tre testtillfällen. Jag ser inte samma tendens, som Bishop och Anderson (1990) beskriver, nämligen att många elever tror att miljön ändrar individens egenskaper, samt att dessa förvärvade egenskaper sedan ärvs av dess avkommor. Återigen kan det dock vara problematiskt att jämföra resultat från olika studier då många parametrar kan skilja sig åt (ex ålder hos eleverna etc.).

Då evolutionen är en process där det naturliga urvalet verkar på slumpmässigt uppkomna variationer, saknar evolutionen följaktligen både syfte och mål (Ekstig, 2002; Andersson, 2001). Mina resultat visar att en majoritet av eleverna har förstått detta vid testtillfälle två och tre (uppgift sju). Innan undervisningens gång fördelar sig svaren jämnt mellan de fyra olika svarsalternativen. Varför är det en så stor andel som har valt att evolutionens syfte är att öka den biologiska mångfalden? Jag tror att man luras av den diskussion som förs i media rörande klimatförändringar och miljöhot. Här pratas det mycket om effekter på den biologiska mångfalden och hur mycket den minskar varje dag. Då är det nog lätt att uppfatta biologisk mångfald som syftet med evolutionen istället för som en konsekvens av evolutionen.

Vikten av reproduktiv framgång

För att vara en vinnare i det evolutionära loppet krävs det att man får många avkommor (Ekstig, 2002; Andersson, 2001). I min studie visar det sig att en majoritet av eleverna har valt detta alternativ (uppgift fyra), det finns inga skillnader mellan de tre testtillfällena. Det vill säga det är inte en högre andel elever som har valt det vetenskapliga alternativet vid de senare tillfällena jämfört vid det första. En del av eleverna har tänkt att det räcker med att utföra ett stort antal parningar för att lyckas evolutionärt. Men då har de inte tagit med i beräkningen hur många av parningarna som leder till befruktning och livsduglig avkomma. Till skillnad från mina resultat menar Wallin (2004) att det är många elever som inte förstår betydelsen av reproduktiv framgång för att nya egenskaper ska spridas. Detta styrks även av data från Andersson och Wallin (2006). De visar att en del elever inte förstår att individer som överlever bra men som inte får en hög proportion av avkommor i nästa generation inte har någon betydelse i ett evolutionärt perspektiv. Jag tror att Bishop och Andersson (1990) har en viktig poäng när de tror att eleverna missuppfattar begreppet fitness. Eleverna tolkar begreppet vardagligt och tänker att en individ för att vara framgångsrik ska vara stark, hälsosam etc. Mina resultat visar också att några av eleverna har valt just det alternativet som betonar vikten av kroppstorlek och att kunna finna föda.

Variationen inom en population

En förutsättning för evolutionen är att det finns en variation av olika egenskaper mellan individer hos en art (Andersson och Wallin, 2006; projekt NORDLAB-SE; Anderson m.fl., 2002; Bishop och Anderson, 1990; Halldén, 1988). Detta verkar en majoritet av eleverna ha förstått i min studie (uppgift fem). Intressant är att det vetenskapliga alternativet minskar till fördel för alternativet ”alla fiskar i populationen är helt unika och delar inga likheter med varandra” vid tillfälle två. För att sedan öka igen vid det sista testtillfället. Vad detta kan bero på är oklart, en möjlighet är att det är något i undervisningen som har förvirrat eleverna.

Till skillnad från tidigare studier som har visat att elever tror att alla individer i en population är likadana, dvs. har samma egenskaper (Andersson och Wallin, 2006; Bishop och Andersson, 1990; Halldén, 1988) är det inte många elever som har valt detta alternativ i min studie.

Hur tänker eleverna att djuren kom till?

Elevernas svar på frågan ”Hur tänker du att djuren kom till?” delades in i tre olika kategorier: vetenskapliga förklaringar, alternativa förklaringar och övrigt. Mina resultat visar inte på någon ökning i mängden vetenskapliga förklaringar från tillfälle ett till tre. Kategorin vetenskapliga förklaringar är vid samtliga tre tillfällen den största kategorin. Men det är även en hög andel elever som har hamnat i den alternativa kategorin. Från tillfälle ett till tre har det också skett en markant ökning i andelen elever som har valt att inte svara på frågan överhuvudtaget. Det vill säga kategorin övrigt har ökat från tillfälle ett till tre. Det kan ifrågasättas om man ska räkna med ”ej svarat” som en kategori istället för att bara räkna de svaren som bortfall på frågan. Jag har dock valt att ha med dessa ”svar” eftersom att jag anser att inte svara på en öppen fråga också är att ta ställning till frågan. Vidare var det även intressant i jämförelse med de resultat som Halldén (1988) fick i sin studie. Halldén lät elever skriva korta uppsatser på temat hur arter uppstod innan och efter avslutad undervisning. Han såg att mängden elever som inte gav någon beskrivning alls hade minskat från sju till två stycken vid uppsatsskrivningen efter undervisningen. Det är med andra ord tvärt emot mina resultat. Jag tror att en anledning till att fler elever valt att avstå ifrån att svara på frågan vid det sista tillfället helt enkelt var att de var trötta på att fylla i samma enkät en tredje gång.

Till skillnad från mina resultat får Halldén (1988) en ökning av andelen elever som gav en vetenskaplig förklaring till arternas uppkomst vid det andra tillfället jämfört med det första tillfället. Det kan dock vara svårt att göra jämförelser mellan dessa studier då mina elever har haft ett mycket begränsat utrymme att svara på frågan i förhållande till Halldéns uppsatser. I ytterligare en studie där eleverna ombads beskriva hur djuren kom till uttrycker nästan 70 % av eleverna en allmän evolutionstanke (Andersson, 2001). Några utförliga mekanismer gavs dock inte. Detta är mycket högre siffror än de som jag fick i min studie.

Ett intressant resultat är att det vid tillfälle ett och två fanns elever som valde att kombinera en vetenskaplig och en religiös förklaring som t.ex. ”Gud eller från fiskar”. Denna svarskategori saknas helt vid tillfälle tre. Jag upplever det som att svaren under försökets gång har blivit mer renodlat vetenskapliga alternativt religiösa. Halldén (1988) såg i sin studie att det med de vetenskapliga förklaringarna även kom alternativa förklaringar, vilket han tolkade som att eleverna bara har lagt till ytterligare ett alternativ till sitt ursprungliga standard svar. Det är dock intressant att jämföra hans studie med min, då jag till skillnad från hans ökning ser en minskning i andelen elever som har valt att kombinera vetenskap och religion under studiens gång.

Tidigare studier har visat att en majoritet av eleverna accepterar att man både kan ha den vetenskapliga förståelsen av evolutionsteorin och en religiös tro (Andersson och Wallin, 2006). Det är möjligt att det är detta som speglas i elevsvaren när man har valt att ange både ett religiöst och ett vetenskapligt alternativ. Under min undervisning har jag fått den

uppfattningen att flertalet religiösa elever inte ser det som något problem att kombinera dessa två uppfattningar. Man säger att det är två helt olika saker. En möjlig förklaring till att elevsvaren har blivit mer raka under försökets gång är att de har fått förtroende för mig och därmed känner att de kan vara mer ärliga.

Ett problem när man analyserar öppna frågor är att vissa av svaren är kortfattade vilket gör dem svårtolkade. En orsak till detta kan vara det begränsade utrymmet som gavs i enkäten för att besvara frågan. Man kan också tänka sig att många elever tycker att det räcker med att svara evolution eller mutationer, då det för dem är självklart vad dessa begrepp betyder och står för.

För att undersöka huruvida elevernas kunskapsnivå inom evolutionsområdet korrelerade med vilket svar eleverna gav på fråga 8 "Hur tänker du att djuren kom till?", jämfördes elevernas antal rätta svar på fråga 1-7 med vilken kategori de hade hamnat i på fråga 8. Resultaten visade att de elever som svarat vetenskapligt på fråga 8 är de elever som har presterat flest rätt på fråga 1-7. Elever i den vetenskapliga kategorin svarar i genomsnitt bättre än eleverna i den alternativa och den övriga kategorin. Detta kan tolkas som att elever med en hög kunskapsnivå inom evolutionsområdet också är de elever som till största grad har accepterat och anammat den vetenskapliga teorin. Sammantaget visar detta att en ökad kunskap hos eleverna är en förutsättning för att öka förståelsen hos eleverna av evolutionsteorin. Mina resultat överensstämmer med resultaten från Eriksson m.fl. (2006) resultat. I deras studie framgår det att elever som instämmer i påståenden att evolutionen i olika grad kan förklaras av någon skapande kraft, har en något lägre kunskapsnivå än elever som inte håller med om dessa påståenden. En förklaring som Eriksson m.fl. (2006) ger till detta fenomen är att dessa elever inte upplever att evolutionen är ett rimligt sätt att se på livets utveckling och att detta gör det svårare för dem att ta till sig kunskap rörande evolutionen. Jag tycker att detta är ett intressant resonemang, det vill säga att elevernas egen tro försvårar för dem att ta in och förstå evolutionen.

Validitet och reliabilitet

För att en enkätundersökning ska ha en hög trovärdighet krävs det att man inte har ett för stort bortfall, d.v.s. svarsfrekvensen ska vara hög. En bra enkät bör ha en svarsfrekvens på runt 80 % det vill säga ett bortfall på omkring 20 %. Ett stort bortfall riskerar att leda till att man gör felaktiga generaliseringar då det skapar en osäkerhet i tolkningen av data. Om bortfallsgruppen skiljer sig från de deltagande individerna påverkar även det resultatet och man kan få en felaktig bild av svaren på enkäten (Ejlertsson, 1996).

I min undersökning har jag vid tillfälle ett och två en svarsfrekvens på 100 % och vid tillfälle tre är svarsfrekvensen 94 % (Spz) respektive 93 % (Spx). Detta är bra nivåer på bortfallet och gör att trovärdigheten i mina resultat är hög. Att svarsfrekvensen sjunkit till tillfälle tre tror jag beror på att eleverna var trötta på att fylla i samma enkät ytterligare en gång. Det var ett par elever som uttryckte sitt missnöje över detta. Jag tror att det hade varit bra med en längre tidsperiod mellan tillfälle två och tre, dels för att minimera riskerna för att eleverna kom ihåg de rätta svaren men även för att få ett bättre mått på hur djupt elevernas kunskaper inom evolutionen sitter.

Det man kan fundera på i min studie är huruvida de elever som inte alls kom till lektionen skiljer sig från de elever som kom på lektionen, då det bara var de närvarande eleverna som tillfrågades om att fylla i enkäten. Min uppfattning är dock att det inte var samma elever som var frånvarande vid alla tre tillfällen.

Förutom ett bortfall i totaldeltagande kan man även i enkäter ha ett bortfall på enskilda frågor, det vill säga ett internt bortfall. Det interna bortfallet varierar ofta mellan olika frågor (Ejlertsson, 1996). I min studie ligger det interna bortfallet mellan 0 % till 11 % på uppgift ett till sju, vilket är acceptabla nivåer. På uppgift åtta är bortfallet högre, mellan 26 % till 63 %.

Detta gör att tolkningen av denna fråga blir osäker, jag har dock valt att placera in dessa i en svarskategori eftersom att välja att inte svara på en öppen fråga också i viss mån är att ta ställning till frågan.

Enkäten utfördes på två klasser vilket har gjort att urvalsgruppen är relativt liten, i genomsnitt 40 svar per fråga. Detta gör att det kan vara svårt att dra några stora generella slutsatser av min studie. Tack vare att jag informerade alla eleverna om enkätens genomförande har alla elever fått samma förutsättningar och detta borgar för en god reliabilitet.

Validiteten hos min undersökning blir överlag god då jag på samtliga flervalsfrågor har ett jämnt antal svarsalternativ (fyra). Detta gör att eleverna måste göra ett medvetet val och ta ställning i frågan Ejlertsson (1996).

Man kan alltid diskutera huruvida en enkät verkligen mäter det man vill mäta och som Anderson m.fl. (2002) skriver är nog det bästa sättet att få grepp om elevers missuppfattningar inom evolutionsområdet säkerligen genom intervjuer. Ett alternativ för att öka validiteten i min studie hade varit att göra djupintervjuer med ett par elever i varje klass för att bättre utreda hur de tolkade frågorna och svaren i enkäten. Detta skulle även göra att man får en bild av förståelsen av själva frågorna, ett par elever har skrivit på enkäten att frågorna var svåra att förstå.

Ett problem i min studie är att jag har använt samma enkät vid alla tre tillfällen. För att undvika misstanken om att eleverna har lärt sig enkäten borde jag ha ändrat ordningen på frågorna samt svarsalternativen mellan de tre tillfällena. Det är svårt att säga huruvida detta har påverkat resultaten i studien, då det bara är en klass som har förbättrat sina resultat efter genomgången av de rätta svaren till enkäten. Man kan även argumentera att frågorna i sig är så pass svåra och komplicerade och många av svaren är snarlika att det kan vara svårt att lära sig enkäten utantill. Även i en annan studie har man använt sig av samma enkät vid samma tillfällen (Wallin, 2004).

Ytterligare en felkälla vid användandet av enkäter i en klass är till vilken grad eleverna verkligen svarar enskilt på frågorna. Det är svårt att kontrollera för att eleverna inte tittar på varandras svar.

Något som ökar säkerheten i min studie är att jag vid utformningen av enkäten använde tidigare väl beprövade frågor.

Yrkesrelevans

En metod som ofta används för att studera elevers förståelse kring olika undervisningsmoment är att använda sig av så kallade före- och eftertest. Resultaten från dessa tester kan sedan användas dels av den enskilde läraren för att planera sin undervisning men även av myndigheter och läromedelsförlag i deras arbete med att ständigt förbättra undervisningssystemet och läromedel (Andersson och Wallin, 2006). Att som enskild lärare ta reda på elevernas förförståelse inom ett område tror jag kan vara en stor hjälp och nytta när man ska planera ett områdes avsnitt. Det ger en också en möjlighet att se vilka missuppfattningar som är vanliga hos eleverna, och en förutsättning för att kunna arbeta med elevernas missuppfattningar är att vara medveten om dem.

Men finns det något bra sätt att ta reda på vad eleverna tänker på? Som jag tidigare nämnde anser Anderson m.fl. (2002) att det bästa sättet att få grepp om elevers missuppfattningar är genom intervjuer, men detta är i praktiken ogenomförbart för en lärare med stora klasser. Jag tänker mig att en variant på detta skulle kunna vara att helt enkelt lyssna på eleverna när de diskuterar olika evolutionära problem. Ytterligare en dimension får man om man betänker vad Halldén (1988) skriver, nämligen att många elever inte vet vilken frågeställning de ska ta ställning till då de kan fundera på helt andra frågor än de som läraren avsåg. Detta ger följaktligen att om eleverna tänker på en annan fråga så kan de inte ge ett rätt svar och inte

heller förstå lärarens svar, vilket kan vara något som man som lärare måste ta hänsyn till när man ska försöka att ändra elevernas egna alternativa uppfattningar. Det är således viktigt att man som lärare är medveten om att lärare och elever, trots att de befinner sig i samma klassrum och pratar om samma frågeställning, kan diskutera helt olika saker.

Jag tycker att enkätfrågor är en bra modell att använda sig av för att få ett grepp om elevers förståelse inom evolutionsområdet. Den här typen av frågor kan även med fördel användas för klassdiskussioner och då får man som lärare ytterligare en möjlighet att diskutera frågeställningarna.

När man arbetar som lärare använder man ofta olika läroböcker som stöd, speciellt som nyexaminerad lärare är detta viktigt. Men en studie gjord av Stern (2004) visar att läroböcker i USA i mycket liten grad tar hänsyn till elevernas kunskaper rörande evolutionen. Vidare menar Stern att instuderingsfrågorna ligger på en för hög nivå och inte tar fasta på resultat från olika undersökningar rörande elevers olika missuppfattningar. Detta är en stor brist då man som lärare litar på att läroböckerna tar upp relevanta frågeställningar och ligger på rätt nivå. Det är också bekymrande att läroböckerna som ska vara en hjälp för eleverna inte tillräckligt fokuserar på grunderna och reder ut missuppfattningar inom evolutionsområdet. Ett bra tips som Stern (2004) ger är att bokförläggarna ska ta hjälp av de många enkätfrågor som finns i många forskningsstudier när det skriver läroböcker. Detta är även ett tips som den enskilde läraren kan ta till sig och använda när man gör prov eller instuderingsuppgifter.

Hur förhåller sig lärare till elevernas missuppfattningar och hur arbetar de aktivt med att förändra dem? En studie gjord av Chuang (2003) visar att en majoritet av universitetslärarna i Utah löser detta problem genom att betona fakta bakom evolutionen. Man visar på de vetenskapliga bevis som finns samt pekar på att evolutionen även sker nu och ger exempel såsom antibiotikaresistens och avel. I den här gruppen av lärare finns det även en del som väljer att betona att religion och vetenskap är två helt skilda saker och att "you can't answer science questions with religion or religion with science" (Chuang, 2003, s. 672). Jag tycker att Chuang (2003) har rätt när hon skriver att det är viktigt för eleverna att lära sig se skillnad mellan den faktabaserade kunskapen (vetenskapen) och den trobaserade kunskapen (religionen). Här menar Chuang (2003) vidare att det är vanligt att lärare felaktigt använder sig av ordet tro (believe) när man pratar om huruvida man tror eller inte tror på evolutionen. Detta gör att man skapar ytterligare en förvirring hos eleverna när man använder ett begrepp som tro, som hör hemma inom den trobaserade kunskapsområdet, för att diskutera ett vetenskapligt fenomen. Återigen ser vi hur det för eleverna blir en krock mellan vardagsbegreppets betydelse och dess felaktiga användande inom undervisningen. Som lärare tror jag att det är av yttersta vikt att man är medveten om hur användandet av vardagliga uttryck för att beskriva något vetenskapligt ibland kan leda till att det blir för populärvetenskapligt och att eleverna tror att det är mindre sant än det egentligen är.

När man pratar om elevers missuppfattningar är det lätt att få bilden av att detta är något unikt för just den här gruppen av personer. I själva verket är dessa missuppfattningar väl spridda och en studie av Crawford m.fl. (2005) visar att även blivande lärare i New York i hög grad uppvisar alternativa förklaringsmodeller till evolutionen. Detta tyder på att missuppfattningarna är starkt rotade och finns kvar trots flera års universitetsstudier inom biologiområdet. Vidare skriver Crawford m.fl. (2005) att de blivande lärarna initialt uppvisade en stor brist på förståelse av evolutionen, men under projektets gång blev de medvetna om sina brister. Det är kanske inte så förvånande att eleverna uppvisar så stora brister i förståelsen av evolutionen om även de blivande lärarna har samma brister. Det är också mycket möjligt att fokus har legat helt fel rörande forskning inom området. Kanske borde man mer fokusera på vilka missuppfattningar lärarna sprider vidare till sina elever? Under arbetet med det här projektet har jag lärt mig mycket om mina egna uppfattningar

rörande evolutionen, och jag har även märkt att många undervisande lärare tycker att en del av enkätfrågorna är svåra.

Bishop och Andersson (1990) menar att evolution genom det naturliga urvalet är mycket svårare för eleverna att förstå än de flesta biologer tror. Många elever kan dock ändra sina vardagliga begrepp efter undervisningens gång förutsatt att läraren är medveten om dem och hela tiden ifrågasätter dessa! Jag tycker att Bishop och Andersson (1990) har helt rätt i detta. Som lärare är det mycket viktigt att vara medveten om sina elevers missuppfattningar inom evolutionsområdet. Men det är också minst lika viktigt att bli medveten om sina egna eventuella missuppfattningar.

Framtida forskning

Sammanfattningsvis visar mina resultat att eleverna i klass Sp_x och Sp_z har förbättrat sina kunskaper rörande evolution under försökets gång, då mängden vetenskapliga förklaringar har ökat vid tillfälle tre jämfört vid det första tillfället. Det blev även tydligt att elever med en hög kunskapsnivå inom evolutionsområdet oftare använder vetenskapliga förklaringar som svar på frågan "Hur tänker du att djuren kom till?" än elever med en lägre kunskapsnivå.

Jag skulle tycka att det vore mycket intressant att fortsätta att studera de två klasserna Sp_x och Sp_z. Hur skulle deras resultat se ut på samma enkät om man gav den till dem sex månader alternativt ett år efter testtillfälle två? Då skulle man verkligen få ett mått på elevernas förståelse av evolution genom det naturliga urvalet. Kommer eleverna att hålla fast vid de vetenskapliga förklaringarna efter sex månader eller har de återgått till sina tidigare uppfattningar? Vidare vore det intressant med tanke på Crawford m.fl. (2005) resultat att undersöka vilka resultat blivande biologilärare på Uppsala Universitet skulle få på samma enkät. Har blivande biologilärare samma missuppfattningar som eleverna? Eller redovisar de bättre resultat på enkäten?

Referenser

- Anderson, D. L., Fisher, K. M. & Norman, G. J. (2002). Development and Evaluation of the Conceptual Inventory of Natural Selection, *Journal of Research of Science Teaching*, 39, 952–978
- Andersson, B. (2001). *Elevers tänkande och skolans naturvetenskap. Forskningsresultat som ger nya idéer*. Stockholm: Liber
- Andersson, B. & Wallin, A. (2006). On Developing Content-oriented Theories Taking Biological Evolution as an Example, *International Journal of Science Education*, 28, 673-695
- Bishop, B. A. & Anderson, C. W. (1990). Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 415-427
- Chuang, H. C. (2003). Teaching Evolution: Attitudes & Strategies of Educators in Utah, *The American Biology Teacher*, 65, 669-674
- Crain, W. (2000). *Theories of development. Concepts and applications*. Fourth edition. New Jersey: Prentice Hall
- Crawford, B. A., Zembal-Saul, C., Munford, D & Friedrichsen, P (2005). Confronting Prospective Teachers' Ideas of Evolution and Scientific Inquiry Using Technology and Inquiry-Based Tasks. *Journal of Research of Science Teaching*, 42, 613–637
- Eriksson, C. Fjellman, E. & Holgersson, J. (2006). Evolution. *En studie av kunskapsnivå och dess koppling till elevers inställning till livets utveckling*. Uppsala: Examensarbete vid Institutionen för lärarutbildning
- Ekstig, B. (2002). *Naturen, naturvetenskapen och lärandet*. Lund: Studentlitteratur
- Ejlertsson, G. (1996). *Enkäten i praktiken. En handbok i enkätmetodik*. Lund: Studentlitteratur
- Fowler, J. Cohen, L. & Jarvis, P. (1998). *Practical statistics for field biology* (andra upplagan). John Wiley & Sons
- Halldén, O. (1988). The evolution of the species: pupil perspectives and school perspectives. *International Journal of Science Education*, 10, 541-552
- Hammer, O. (2005), *Vetenskap, teknik och det religiösa nyskapandet*. I Jerkert, J. & Hanson, S. O. (red). *Vetenskap eller villfarelse*. Stockholm: Leopard förlag
- National Science Teachers Association (1997). An NSTA Position Statement: The Teaching of Evolution. <http://www.nsta.org/about/positions/evolution.aspx> [hämtad 20080403]

PROJEKT NORDLAB-SE. Livets evolution. <http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/trialse/pdf/bi2.pdf> [hämtad 20080129]

Skolverkets hemsida a, kursmål för gymnasiet, Biologi A:
<http://www3.skolverket.se/ki03/front.aspx?sprak=SV&ar=0708&infotyp=5&skolform=21&id=2909&extraId=> [hämtad 20080317]

Skolverkets hemsida b, kursmål för gymnasiet, Naturkunskap B:
<http://www3.skolverket.se/ki03/front.aspx?sprak=SV&ar=0708&infotyp=5&skolform=21&id=3203&extraId=> [hämtad 20080317]

Skolverket (2005). Nationella utvärderingen av grundskolan 2003. Naturorienterade ämnen. Ämnesrapport till rapport 252. Stockholm: Fritze

Stern, L. (2004). Effective assesment: probing students' understanding of natural selection. *Journal of Biological Education*. 39, 12-17

Vetenskapsrådet. Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning.
<http://www.vr.se/download/18.668745410b37070528800029/HS%5B1%5D.pdf> [hämtad 20080327]

Wallin, A. (2004), Evolutionsteorin i klassrummet. På väg mot en ämnesdidaktisk teori för undervisning i biologisk evolution. Engelsk sammanfattning. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis

Appendix

Bilaga 1

Rätt svarsalternativ är 1B, 2C, 3C, 4D, 5C, 6B, 7D (Fetstilt rätt svar samt rätt svarsalternativ fanns ej med i original enkäten.)

Enkät om evolution

Kön: Man Kvinna

Ringa in den bokstav som motsvarar det svarsalternativ **som stämmer bäst överens med det naturvetenskapliga sättet att se på evolutionsteorin**. Till varje fråga finns fyra alternativ.

Uppgift 1

I framtiden kommer med stor sannolikhet helt nya ärftliga egenskaper att utvecklas hos levande organismer – egenskaper som aldrig funnits tidigare. Vad är ursprunget till en helt ny ärftlig egenskap?

- A. Individens behov av egenskapen
- B. Slumpvisa förändringar i arvsmassan**
- C. Artens strävan efter att utvecklas
- D. Naturens strävan efter jämvikt

Uppgift 2

Vilka egenskaper hos ett djur ärvs av dess avkommor?

- A. Alla egenskaper som djuret har lärt sig under dess livstid.
- B. Bara de egenskaper som djuret har haft nytta av under sin livstid.
- C. Alla egenskaper som bestäms av dess gener.**
- D. De egenskaper som underlättade för djuret i dess miljö.

Uppgift 3

Ett antal myggpopulationer är i dagsläget resistenta mot DDT (en kemikalie som används vid myggbekämpning). Detta betyder att DDT behandling inte är en lika effektiv metod att använda sig av vid myggbekämpning som det tidigare har varit. Biologer tror att DDT resistens har utvecklats pga att.

- A. Enskilda myggor utvecklade resistens efter att ha blivit utsatta för DDT.
- B. Myggpopulationen behövde bli resistent för att överleva
- C. Några få myggor var resistenta redan innan DDT började användas.**
- D. Myggpopulationen blev resistent av en slump.

Uppgift 4

Naturligt urval brukar förklaras med att den bäst anpassade överlever. Vad är det som i **slutändan** gör att individer i en fiskpopulation anses bäst anpassade?

- A. Kroppsstorlek och att de kan simma fort för att fly från rovdjur.
- B. Att de är bra på att finna föda.
- C. Att hanarna kan utföra ett stort antal parningar med många olika honor.

- D. Att de får ett stort antal yngel som överlever till könsmogen ålder.**

Uppgift 5

Populationer av fiskar utgörs av hundratals individer. Vilket av följande påståenden beskriver bäst deras likhet med varandra?

- A. Alla fiskarna i populationen är identiska.
- B. Alla fiskarna i populationen är identiska på utsidan men har skillnader på insidan, till exempel i deras inre organ.
- C. Alla fiskar i populationen delar många likheter men det finns skillnader i till exempel kroppsstorlek och längd.**
- D. Alla fiskar i populationen är helt unika och delar inga likheter med varandra.

Uppgift 6

Vad kan göra att en art blir till flera arter över en längre tid?

- A. Grupper inom arten blev åtskilda och hamnade i olika miljöer. För att överleva i den nya miljön behövde nya arter med nya egenskaper bildas.
- B. Grupper inom arten blev åtskilda och hamnade i olika miljöer. De nya arterna uppstod genom nedärvning av slumpmässiga genetiska förändringar som gynnades av omgivningen.**
- C. Det finns mindre variationer men alla individer är i grunden lika och tillhör samma art.
- D. Grupper inom arten blev åtskilda och hamnade i olika miljöer. För att överleva utvecklade varje individ gradvis nya egenskaper och på så vis uppstod nya arter.

Uppgift 7.

Vad är syftet med evolutionen?

- A. Att skapa allt mer komplexa organismer.
- B. Att skapa allt fler arter och därmed öka den biologiska mångfalden.
- C. Att både skapa mer komplexa organismer och fler arter så att mångfalden ökar.
- D. Evolutionen har inget syfte.**

På den sista frågan vill jag att **du själv spekulerar** i svaret på frågan.

Uppgift 8.

Hur tänker du att djuren kom till?

Kommentarer till alla frågor/Ord jag inte förstod:

Bilaga 2

Statistik rörande medelvärdet på antal rätta svar per elev.

		Antal
Kön	Kvinna	63
	Man	58
Klass	x	71
	z	50
Tillfälle	1	41
	2	39
	3	41

Resultat från GLM-ANOVA

	Type 3 Sum of Squares	df	Mean square	F	p
Kön	4,3	1	4,3	1,4	0,242
Klass	1,5	1	1,5	0,5	0,484
Tillfälle	66,6	2	33,3	10,7	0,001
Kön*Tillfälle	1,4	2	0,7	0,2	0,792
Klass*Tillfälle	6,4	2	3,2	1,1	0,357

Bilaga 3

Tillfälle ett, innan undervisningsstart:

Elevsvar på fråga åtta; Hur tänker du att djuren kom till?

Klass Spx

Vetenskapliga förklaringar

Nämner evolution, slump eller mutation:

”Förmodligen genom en slump”

”evolution-ingen gud!”

”evolution, organismer som är bättre anpassade och har större möjlighet att överleva”

”Genom evolution. T.ex. genom olika kemiska reaktioner bildades organismer som hade bara en enda cell och sedan utvecklades denna vidare genom mutationer och sådant.”

”av olika mutationer”

”av olika mutationer”

Genom utveckling från makro, mikroorganismer eller icke-levande materia:

”Bakterier eller vad det var utvecklades och blev kanske vattendjur eller något. Sedan kröp vissa upp på land och då fick de typ ben.”

”De kom från vattnet.”

”Eftersom djur saknar sinne för att tänka så tror jag att dem kom till från någon obetydelsefull bakterie speciellt katter.”

”De utvecklades från encelliga organismer.”

Alternativa förklaringar

Religiösa:

”Gud skapade dom”

Icke-religiös.

Religiös och vetenskaplig:

”Utveckling av bakterier och andra djur. Gud skapade de”

”Gud eller från fiskar”

”De blev utsatta i olika miljöer. De individer som har bra egenskaper överlever. Vissa djur stannar i utvecklingen.”

Övrigt

Vet inte:

”Inte fan vet jag”

Svaret ej tolkningsbart:

”genom att nån geyva”

Inte svarat på frågan:

Sju stycken elever har inte svarat på frågan.

Klass Spz

Vetenskapliga förklaringar

Nämner evolution, slump eller mutation:

”Genom evolution, en eller fler organismer förenades till ett djur.”

”Genom evolution, från encelliga organismer till djuren vi har idag, under väldigt lång tid.”

”en ren slump”

”djur på land: nån amfibie som kräla upp. Djur i vatten nån rolig evolutionsteori.”

Genom utveckling från makro, mikroorganismer eller icke-levande materia:

”Jag tror att vi utvecklades från smådjur och blev större och större”

”en encellig organisms utveckling”

Alternativa förklaringar

Religiösa:

”Guds skapelse”

”Gud skapade dom och det är allt som finns att säga”

”Du må tycka det är naivt, men gud skapade oss och djuren.”

Icke-religiös.

”Djuren kom till genom att arter behövde vissa egenskaper för att överleva och utvecklade egenskaper.”

”genom sexuell fortplantning”

Religiös och vetenskaplig:

Övrigt

Vet inte:

”no idea”

Svaret ej tolkningsbart:

Inte svarat på frågan:

Sex stycken elever har inte svarat på frågan.

Bilaga 4

Tillfälle två, under undervisningens gång:

Elevsvar på fråga åtta; Hur tänker du att djuren kom till?

Klass Spx

Vetenskapliga förklaringar

Nämner evolution, slump eller mutation:

”genom mutationer”

”evolution”

”mutationer. Typ bakterier och minimala organismer utvecklades till typ småfisk tar sig upp på land får fötter. Skiljs åt utvecklas”

”genom det naturliga urvalet”

Genom utveckling från makro, mikroorganismer eller icke-levande materia:

”bakterier som tillslut efter miljarders år bildade alla arter”

”djuren kom till genom bakterier i vattnet som sedan utvecklades till allt större djur”

”De har utvecklats från encelliga organismer”

Alternativa förklaringar

Religiösa:

”Oden skapade människan”

”Gud skapade världen och alla livsformer”

”Gud skapade dem”

”Gud skapade dom”

Icke-religiös.

”Inte-Gud”

”Dom bara uppstod”

”Det blev olika egenskaper hos organismer som sedan gjorde att det blev arter och djur”

”baciller som människan förlorat för människor är inga djur”

Religiös och vetenskaplig:

”utvecklades ur varandra, de bara uppstod”

Övrigt

Vet inte:

”jag vet inte”

Svaret ej tolkningsbart:

Inte svarat på frågan:

Sex stycken elever har inte svarat på frågan.

Klass Spz

Vetenskapliga förklaringar

Nämner evolution, slump eller mutation:

”genom evolution från organismer och vidare”

”genom slumpmässiga genetiska förändringar”

”genom en slumpmässig mutation”

Genom utveckling från makro, mikroorganismer eller icke-levande materia:

”DNA-amöbor-djur”

Alternativa förklaringar

Religiösa:

”Gud skapade djuren och alla levande organismer”

”Gud skapade oss alla”

”Det var gud som skapade dem”

Icke-religiös.

”God made them, ha, ha what a joke!”

Religiös och vetenskaplig:

Övrigt

Vet inte:

”Ingen aning”

Svaret ej tolkningsbart:

”De du”

”De du”

Inte svarat på frågan:

Fem elever har inte svarat på frågan.

Bilaga 5

Tillfälle tre, efter avslutad undervisning:

Elevsvar på fråga åtta; Hur tänker du att djuren kom till?

Klass Spx

Vetenskapliga förklaringar

Nämner evolution, slump eller mutation:

”Slumpvisa förändringar hos organismer utvecklades och blev andra djur. De kanske skiljdes åt och förändrades där.”

”evolution”

”utvecklades från en och samma art. Mutationer.”

”Evolution”

”slumpvisa mutationer”

”Av en slump”

”Genom mutationer”

”Genom slumpmässiga förändringar”

Genom utveckling från makro, mikroorganismer eller icke-levande materia:

”De har gradvis utvecklats från den första organismen och blivit flera olika arter.”

”Genom alger från vattnet som växer och sedan börjar krypa på marken.”

Alternativa förklaringar

Religiösa:

”Genom skapelsen”

”Gud skapade dem ☺”

”Gud skapade dom”

”Thanks to god ☺”

”Oden vile och ve skapade världen”

Icke-religiös.

”Genom parning”

”Det bara blev så”

Religiös och vetenskaplig:

Övrigt

Vet inte:

”vet inte”

Svaret ej tolkningsbart:

Inte svarat på frågan:

Sju elever har inte svarat på frågan.

Klass Spz

Vetenskapliga förklaringar

Nämner evolution, slump eller mutation:

”Jag tror att djur har utvecklats från mindre ”djurlika” arter som t.ex. fanns i sjön först. Sen har de utvecklats framåt, fått ben o.s.v.”

”Genom slumpmässiga mutationer i DNA”

”slumpvis evolution”

”från små organismer i havet och vidare....evolutionsteorin”

Genom utveckling från makro, mikroorganismer eller icke-levande materia:

Alternativa förklaringar

Religiösa:

”Gud skapade dem!”

Icke-religiös.

Religiös och vetenskaplig:

Övrigt

Vet inte:

”Don´t know”

Svaret ej tolkningsbart:

Inte svarat på frågan:

Tio elever har inte svarat på frågan.