



UPPSALA
UNIVERSITET

Rapport IBG-LP 10-011

Evolutionundervisning på gymnasiet

En intervjuundersökning med lärare som beskriver och reflekterar kring strategier och svårigheter

Johanne Maad

Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet
Läraryrket 210-330 hp
Lärarexamensarbete 15 hp, ht 2010
Handledare: Robert Ekblom
Examinator: Malin Löfstedt

Sammanfattning

Den här studien handlar om hur gymnasielärare beskriver och reflekterar kring sin undervisning i evolution. Jag har genom en intervjuundersökning tagit reda på hur sju lärare som undervisar i Biologi A på gymnasiet beskriver sin egen utbildning, kunskaper och syn på evolutionsteorin. Jag har även tagit reda på vad de anser är evolutionsundervisningens syfte och mål, hur de beskriver och motiverar val av upplägg, metod och innehåll, och om de har stött på vardagsföreställningar hos eleverna som försvårar inläringen av evolutionsteorin. Lärarna fick även berätta om de hade upplevt problematiska situationer, till exempel om någon elev vägrat delta i evolutionsundervisningen. Alla lärarna i undersökningsgruppen är välutbildade i biologi (har mellan två och sju års biologistudier i utbildningen) och har arbetat mellan fyra och 40 år i skolan. De flesta av lärarna anser att evolutionsteorin har hög säkerhet. Genomgående syfte med evolutionsundervisningen är enligt deras beskrivningar att få en förståelse för all biologi eftersom evolutionen löper som en röd tråd. De flesta lärarna anser att det är viktigast att eleverna lär sig om livets historia och utveckling och evolutionens bakomliggande processer. Alla lärare har stött på någon missuppfattning som har hindrat eleverna att förstå evolutionsteorin. En vanlig vardagsföreställning hos elever är att evolutionen har ett syfte eller mål. En annan fallgrop är ordet anpassning, som har olika betydelser även inom den biologiska vetenskapen. Ordet teori kan även vålla problem om eleverna inte förstår skillnaden mellan den vardagliga betydelsen av ordet teori och vad som menas med en vetenskaplig teori. Ingen i undersökningsgruppen hade upplevt problematiska situationer trots att de flesta har stött på elever som är skapelsetroende och inte accepterar evolutionsteorin. Enligt lärarna har eleverna klarat sig bra och kunnat redogöra för evolutions-teorin även om de inte har trott på den. En lärare ser en fara i att elever inte får tillräckliga kunskaper om evolutionsteorin och kan använda den i t.ex. rasistiska eller rashygieniska syften. Sammanfattningsvis kan sägas att undersökningsgruppen i denna studie ser sig själva som förmedlare av den naturvetenskapliga kulturen, är väl medvetna om sin didaktiska kompetens och känner till svårigheter och betingelser som tidigare är dokumenterade i didaktisk litteratur för att undervisningen i evolution ska lyckas.

Nyckelord: ämnesdidaktik, evolution, naturvetenskaplig teori, Biologi A, gymnasiet, intervjuundersökning, gymnasielärare

Innehåll

Inledning	4
Evolutionsteori	4
Evolutionsteori eller skapelse som förklaring.....	4
Didaktiska utmaningar	5
Problemformulering	6
Syfte och frågeställningar	6
Material och metoder	7
Studiedesign	7
Urval	7
Genomförande.....	7
Forskningsetiska reflektioner	8
Analys	8
Resultat.....	9
Lärarnas utbildning, erfarenheter och syn på evolutionsteorin.....	9
Syfte och mål med evolutionsundervisningen	11
Val av upplägg, metoder och innehåll	14
Kända missuppfattningar/vardagsföreställningar	18
Problematisksituationer och följemeningar.....	20
Diskussion.....	22
Allmänna didaktiska aspekter	22
Naturvetenskapens natur	24
Innehållsspecifika aspekter inom evolution	25
Följder av evolutionsundervisningen	27
Validitet, reliabilitet och generaliserbarhet.....	28
Slutreflektioner.....	28
Tack	29
Referenslista.....	29
Tabell 1	31
Tabell 2	32
Tabell 3	32
Bilaga 1	33

Inledning

Evolutionsteori

Hur kan vi förklara hur giraffen fick sin långa hals och hur bakterier kan bli resistenta mot antibiotika? Vetenskapligt förklaras sådana fenomen med evolutionsteorin som introducerades av Charles Darwin i mitten av 1800-talet (Darwin 1859). Grundtanken är att de som är bäst anpassade överlever och kan föröka sig. Med kunskaper om hur egenskaper nedärvs (Mendels upptäckt) blir evolutionsteorin mer komplett (Andersson 2008). Evolutionsteorin bygger på tre premisser. 1) i en population är inte alla individer likadana (variation), 2) alla individer överlever inte/får inte chansen att föröka sig, 3) egenskaper ärvs till nästa generation (arvbarhet). Ny variation kan uppkomma genom mutationer, d.v.s. förändringar i arvsanlagen. Den andra premissen innebär (oftast¹) att det är vissa speciella egenskaper som ger högre chans att överleva/föröka sig (naturligt urval eller könsurval). Om alla premisser är sanna får vi en förändring i egenskaper hos populationen över tiden, det vill säga evolution.

Nu testar vi om premisserna stämmer för bakterieexemplet: 1) det finns variation i antibiotikaresistens inom populationen, 2) alla bakterieceller överlever inte och bakterier med hög resistens mot en viss sorts antibiotika har större chans att överleva när denna antibiotika finns i miljön, och 3) antibiotikaresistensen är genetiskt betingad och ärvs till nästa generation. Alla premisser är rimligen sanna i detta exempel och vi får en förändring av resistensen hos populationen i nästa generation, d.v.s. evolution.

Evolutionsteori eller skapelse som förklaring

Livets mångfald och arternas anpassning till miljön har fascinerat människan och ansågs länge vara något av ett mysterium och omöjligt att förklara utan någon inblandning av en gudomlig makt. Skapelsetro, d.v.s. tron på att jorden med all mångfald av liv har skapats av en gud, finns inom många olika religioner. Vetenskapliga förklaringar av livets utveckling och mångfald, d.v.s. evolutionsteorin, är dock helt oberoende av något sådant gudomligt väsen. Det finns alltså en potentiell konflikt mellan vetenskapliga förklaringar och skapelsetro och en sådan konflikt har funnits sedan evolutionsteorin presenterades av Darwin för mer än ett och ett halvt sekel sedan (se t.ex. Ulfstrand 2008). Detta kan ställa till problem i undervisningen av evolution i skolan eftersom det finns elever som har en skapelsetro, och på grund av denna kan vara ovilliga att undervisas och ta till sig evolutionsteorin (Smith och Siegel 2009). De vetenskapliga förklaringarna motsäger dock inte att det skulle kunna finnas något gudomligt väsen och många menar därför att det går att behålla en religiös tro och samtidigt acceptera evolutionsteorin (Gould 1999, kapitel 10 i Bråkenhielm och Fagerström 2005; Kornhall 2008a).

Under senare år har motsättningar mellan naturvetenskaplig och religiös syn på arternas uppkomst och utveckling blommat upp igen, särskilt i USA (Kornhall 2008a). En rörelse som har vuxit sig stark inom den kristna högern i USA, kallad "Intelligent design" (ID), hävdar att evolutionsteorin är otillräcklig för att förklara livets utveckling och mångfald. ID-rörelsens

¹ Evolution kräver egentligen inte att någon specifik egenskap är kopplad till överlevnad och/eller fortplantning. Det räcker med ett slumpartat urval – s.k. genetisk drift – som också ger förändringar till nästa generation. Störst effekt av genetisk drift sker om populationen är liten (Endler 1986).

huvudargument är att all livets mångfald och komplexitet omöjligt kan ha uppkommit utan en "hjälpare hand". Det lömska med denna "teori" är att ytligt sett kan den verka logisk, med tanke på hur snillrikt naturen är beskaftad, men argumenten som används är pseudovetenskapliga. Målet för ID-förespråkarna har varit att få in ID i skolornas kursplaner, vilket i vissa fall har lyckats i vissa delstater i USA (Kornhall 2008a). En domstol i Kansas har dock förbjudit undervisning där ID presenteras som ett alternativ till evolutionsteorin (Washington Post 2006). Oro finns över att kreationism och ID ska få ökat fäste även i Sverige. Det har även här förekommit undervisning som presenterat ID eller kreationism som alternativ till evolutionsteorin (Kornhall 2004, 2008a). Skolverket (2007) förtydligade dock att ID inte är förenlig med läroplanerna och kursplanerna i biologi.

Didaktiska utmaningar

En lärare som ska undervisa i evolution måste naturligtvis ha kunskaper om evolutionen och hur den bäst kan förmedlas till eleverna. Det finns olika hinder som ligger i vägen för att elever ska kunna lära sig. Vardagsföreställningar hos eleverna, men också hos lärare, kan vara sådana hinder. En vardagsföreställning är att evolutionen har ett mål eller syfte och att egenskaper kan uppkomma om det finns behov för det (Andersson 2008). Om vi till exempel förklarar evolutionen av giraffens långa hals med att

girafferna levde i en miljö där de behövde lång hals för att kunna nå blad uppe i träden och för att överleva blev halsen längre,

har vi använt en teleologisk förklaring, det vill säga att det finns ett ändamål bakom förlängningen av halsen (se Molander 1997). Förklaringen nedan är mer vetenskaplig och förklarar bättre processerna som ligger bakom evolutionen (se Andersson 2008).

Girafferna hade från början halsar av olika längd (variation). De med längre hals kunde nå mer föda i träden och överlevde därmed oftare (naturligt urval). Giraffhanar med lång hals hade dessutom förmodligen större chans att para sig med honor då de kunde använda sina långa halsar som hävstänger i kamper med andra hanar (könsurval). Detta innebar att långhalsade giraffer oftare fick föröka sig än de med korta halsar. De långhalsade giraffernas avkomma fick också långa halsar eftersom halslängden åtminstone delvis är genetiskt betingat (arvbarhet). Den genomsnittliga halslängden i giraffpopulationen ökade med tiden.

Ett begrepp som kan vålla missförstånd är *anpassning*. När en population förändras efter hur miljön ser ut säger vi att populationen *anpassar sig* efter miljön. Det är vanligt att elever i början på gymnasiet föreställer sig att evolution är när individerna anpassar sig till omgivningen under sin livstid (Wallin 2004, Eriksson m.fl. 2006). Den vetenskapliga definitionen av orden anpassa och anpassning stämmer inte överens med den vardagliga betydelsen (Andersson 2008). Vardagligt kan vi till exempel tala om att en människa kan anpassa sig efter omgivningen t.ex. genom att byta till en modern frisyra när modet förändras och ögat anpassas till starkt ljus genom att pupillen drar ihop sig. Inom evolutionsteorin menas inte att individerna anpassar sig inom sin livstid, utan att de individer som är bäst anpassade överlever och sprider sina anlag vidare. Om vardagliga föreställningar om begrepp finns kvar kan hela evolutionsteorin missförstås (Wallin 2004; Andersson 2008).

En annan vanlig missuppfattning är att evolutionsteorin "bara" är en teori. En teori är i vardagligt tal något som inte är säkert och kan ifrågasättas (Andersson 2008). Det stämmer att vetenskapliga teorier är hypotetiska till sin natur, och därmed inte är helt säkra, men de är ofta mycket väl underbyggda (Andersson och Wallin 2006). De kan antas vara sanna ända tills de motbevisas. För att förstå evolutionsteorin är det alltså viktigt att vi förstår det

naturvetenskapliga arbetssättet och hur vetenskapliga teorier är uppbyggda (Narguizian 2004, Andersson 2008, Baumbgartner och Duncan 2009). Kunskaper om naturvetenskapens natur ("nature of science") hos lärare och elever är viktiga för att eleverna ska få en användbar allmänbildning i naturvetenskap ("science literacy") (Abd-El-Khalick och Lederman 2000, Sandoval 2003, Abd-El-Khalick 2005, Lederman 2007).

Eftersom religiösa och pseudovetenskapliga förklaringar till livets utveckling cirkulerar i samhället (t.ex. ID) är det viktigt att evolutionsundervisningen i skolan håller hög kvalitet. Enligt den nu gällande kursplanen för Biologi A ska eleverna få kunskap om "naturvetenskapliga teorier rörande livets uppkomst och utveckling" (Skolverket 2010a). Hur eleverna ska uppnå denna kunskap är upp till skolorna och lärarna med nuvarande styrdokument. Det är dock klart att det är de naturvetenskapliga teorierna som ska undervisas. Med kursplanen som ska gälla från och med hösten 2011 blir detta ännu tydligare: "Undervisningen ska också bidra till att eleverna utvecklar förmåga att kritiskt värdera och skilja mellan påståenden som bygger på vetenskaplig respektive icke-vetenskaplig grund" (Skolverket 2010b). Vikten av naturvetenskapens natur och det naturvetenskapliga arbetssättet blir tydligare.

Betingelser för att kunna tillgodogöra sig evolutionsundervisningen kan delas in i allmänna aspekter (aspekter som är giltiga även utanför det naturvetenskapliga området), aspekter som gäller naturvetenskapens natur och innehållsspecifika aspekter (Andersson och Wallin 2006). Till allmänna aspekter hör t.ex. att läraren ser sig som en representant för den vetenskapliga kulturen och introducerar begrepp och förklaringar som är vetenskapliga och en medvetenhet om vardagsföreställningar. Till allmänna aspekter hör också att eleverna tillåts att tillämpa undervisningsinnehållet och lösa problem, d.v.s. att undervisningsmetoden varierar så att elever får chansen att tänka och formulera sig själva. Aspekter som gäller naturvetenskapens natur är till exempel klargörandet av vad en vetenskaplig teori är. Innehållsspecifika aspekter är främst hur begreppen och fenomenen kan uppfattas och förklaras. Till exempel har en del elever svårt att acceptera att slumpen skulle ha spelat roll för evolutionen av livets mångfald. Detta blir lättare att acceptera om två delprocesser av evolutionen hålls isär, naturligt urval och mutationer (uppkomst av ny variation) (Wallin 2004). Det är bara den senare av dessa två processer som är slumpmässig. För att lyckas med evolutionsundervisningen måste läraren vara medveten om aspekter på dessa olika nivåer.

Problemformulering

Evolutionsundervisningen kan vara en utmaning för läraren eftersom 1) många elever inte har förstått vad en naturvetenskaplig teori är, 2) vardagliga uppfattningar/användningar av begrepp inte stämmer överens med den vetenskapliga användningen och 3) det kan finnas ett motstånd mot teorin hos elever som har en skapelsetro. Detta gör evolutionsundervisningen till ett intressant och viktigt forskningsområde.

Syfte och frågeställningar

Syftet med detta arbete är att få en bild av hur gymnasielärare beskriver sina erfarenheter, hur de lägger upp undervisningen i evolution och hur de motiverar sina didaktiska val. Specifikt vill jag undersöka hur lärarna beskriver

- sin utbildning, erfarenheter och syn på evolutionsteorin
- vad de anser är syfte och mål med undervisningen
- sina val av upplägg, metoder och innehåll och hur de motiverar dessa
- missuppfattningar/vardagsföreställningar som de har stött på i undervisningen

- problematiska situationer och följemeningar av evolutionsundervisningen som de har erfårit.

Material och metoder

Studiedesign

För att ta reda på hur lärare beskriver sin didaktiska kompetens och vilka strategier de väljer när de undervisar om evolution har jag intervjuat sju gymnasielärare i Mellansverige. Det är en form av respondentundersökning (se Esaiasson m.fl. 2007). Eftersom jag intresserar mig för vad lärarna själva säger om sin egen kompetens och sina strategier, t.ex. hur de motiverar sina didaktiska val, har jag för att uppnå validitet valt intervju som metod. Alternativa metoder är t.ex. observationer. Jag bedömer dock att det skulle vara svårare att samla in data med hjälp av observationer eftersom jag då måste hitta ett representativt eller strategiskt urval av lärare som just under denna period undervisar om evolution på kuren Biologi A och kan tänkas låta mig vara observatör i klassrummet. Dessutom är det svårt att få fram lärarnas motiv till sina didaktiska val om jag inte på något sätt frågar dem. Observationer ger alltså svar på något andra forskningsfrågor men är en bra idé att använda för att se efter hur undervisningen går till.

Ann Zetterqvists (2003) intervjuupplägg ligger till grund för min metod. Zetterqvist intervjuade grundskollärare i årskurs 7-9 för att undersöka deras didaktiska kompetens inom området evolution. Zetterqvists (2003) intervjuguide innehåller främst frågor om lärarnas utbildning, deras didaktiska val och hur de resonerar kring elevsvar som innehåller vardagsföreställningar. Den har varit utgångspunkten för detta arbete men jag har emellertid förutom att koppla lärarnas strategier till deras utbildning och kunskaper om evolution även försökt ta reda på mer om deras syn på evolutionsteorin.

Urval

Syftet är att få fram ett så stort utfallsrum som möjligt med det fåtalet intervjuer som är möjligt att genomföra i detta begränsade format. Därför har jag strävat efter att inkludera lärare av olika kön, ålder, från olika geografiska områden etc. för att få en bredd på materialet (strategiskt urval; se Trost 2010). Jag har intervjuat totalt sju lärare varav fyra är kvinnor och tre är män. Lärarna är i åldersspannet mellan 30 och 65 år gamla. De arbetar på olika skolor i Dalarnas län, Gävleborgs län och Uppsala län. Skolorna fördelar sig på stad och landsbygd. Eftersom det förmodligen kan ta några år innan en lärare gör didaktiska val på grundval av egna erfarenheter har jag undvikit att intervju helt nyexaminerade lärare (se Zetterqvist 2003). Lärarna har mellan 4 och 40 års erfarenhet av att arbeta som lärare. En av lärarna har utländsk bakgrund.

Genomförande

Jag kontaktade lärare med e-post och/eller telefon (se bilaga 1). De blev informerade om studiens syfte och något om innehållet i intervjun, men jag gav inte intervjufrågor i förväg.

Intervjuguiden (se tabell 1) utarbetades för att undersöka hur lärarna beskriver sin undervisning och erfarenheter och hur de ser på evolutionsteorin. I intervjuguiden finns några följdfrågor med, men jag har, beroende på hur respondenten har svarat, ställt följdfrågor av karaktären ”Kan du utveckla vad du menar med...?”, ”Vad tänkte du när det hände?” och

”Kan du ge exempel på när...”, enligt råden från Esaiasson m.fl. (2007). Jag har undvikit att ställa många varför-frågor eftersom det kan kännas som ett förhör (Troost 2010). Intervjuguiden har modifierats något efter den första intervjun genom att några ytterligare frågor har lagts till.

Samtliga intervjuer gjordes av mig. Intervjuerna registrerades med ljudupptagning och transkriberades sedan ord för ord. De citat som inkluderas i texten har skrivits om från talspråk till skriftspråk för att öka läsbarheten, men också på grund av etiska överväganden. Ett uttalat talspråk kan verka kränkande för en respondent som läser texten och kan även öka risken att identiteten röjs (Troost 2010). Jag har även ändrat eller tagit bort vissa enstaka ord som skulle kunna identifiera en person eller skola. Pauser markeras med ”...” och borttagna passager med ”(...)”. Ord inom parentes förklarar sammanhang eller indikerar händelser som skratt eller liknande i intervjun. Ord som inte har kunnat identifieras t.ex. p.g.a. störande ljud har markerats med ”(ohörbart)”.

Forskningsetiska reflektioner

Alla respondenter samtyckte till att bli inspelade under intervjun. De blev informerade om att inspelningarna endast skulle användas för att skrivas om till text och att de inte skulle spelas upp för andra. Jag informerade även om att de inte behövde svara på alla frågor. En person som intervjuas måste informeras om hur intervjun kommer att användas för en vetenskaplig studie och om han/hon får vara anonym (Esaiasson m.fl. 2007; Troost 2010). I mitt fall har jag låtit alla respondenter vara anonyma. Jag har kallat lärarna fingerade namn (Lärare A, B, C...) där bakgrunden beskrivs så att den inte kan kopplas till någon viss person eller skola. Eftersom studien inte har syftat till att undersöka effekten av kön eller genus har jag låtit lärarna förbli könlösa (se Zetterkvist 2003). Endast uppgifter som är intressanta för analysen har kopplats ihop med respondenterna.

Inga känsliga uppgifter av typen religionstillhörighet kom upp under intervjuerna, vilket hade varit möjligt även om jag inte särskilt frågade efter dem. Min avsikt var inte att använda den typen av detaljerade uppgifter i min undersökning eftersom det inte tillhör studiens syfte. Religionstillhörighet är känslig enligt Personuppgiftslagen (PUL 1998:204).

Analys

En innehållslig analys av de transkriberade intervjuerna utfördes för att kunna se generella mönster (se Esaiasson m.fl. 2007). Analysen börjar egentligen mer eller mindre omedvetet redan under intervjuerna (Troost 2010). Även när ljudupptagningarna transkriberas till text görs tolkningar och forskaren skapar sig uppfattningar om materialet och ser möjliga samband. Här beskriver jag den analysen som gjordes efter transkriberingen, vilken jag har försökt utföra så systematiskt som möjligt. Jag sorterade först upp svaren från respondenterna enligt nedanstående områden enligt studiens frågeställningar:

- lärarnas utbildning, erfarenheter och syn på evolutionsteorin
- syfte och mål med undervisningen
- val av upplägg, metoder och innehåll
- kända missuppfattningar/vardagsföreställningar
- problematiska situationer och följemeningar

Eftersom intervjuerna inte följde guidens ordning helt kronologiskt och följdfrågor skilde sig mellan intervjuerna bedömde jag att detta var ett lämpligt sätt att få en översikt över vad

respondenterna hade svarat för sedan kunna kategorisera svaren. Detta gällde speciellt svar från de respondenter som hade en benägenhet att ge utfylliga resonemang som täckte in fler än en intervjufråga.

Resultat

Här redovisar jag respondenternas svar indelat på områdena enligt ovan. Vissa frågor har gett flera olika svar medan på andra frågor har respondenterna svarat ganska lika. I de fall där flera respondenter har gett liknande svar har jag inte alltid redovisat citat av alla utan ett eller några citat har fått representera en kategori av svar.

Lärarnas utbildning, erfarenheter och syn på evolutionsteorin

Utbildningsnivån hos de intervjuade lärarna är generellt hög; den som är mest välutbildad har disputerat inom biologi och de flesta har åtminstone läst tre år biologi på högskolenivå (se tabell 2). Lärarna har mellan 4 och 40 års erfarenhet av att undervisa i skolan och alla har haft kursen Biologi A minst tre gånger. Alla lärare säger sig kunna biologi lika bra eller bättre än de andra ämnena som de är behöriga att undervisa i. Alla lärare säger sig ha tillräckliga eller goda kunskaper om evolution för att undervisa på kursen Biologi A och alla säger att de känner sig säkra på evolutionsteorin. Två lärare (G och F) har evolutionen som sitt favoritområde inom biologin.

Lärare G: Det som jag kan allra bäst och det som jag har läst allra mest och är mest engagerad i, det är evolutionsavsnittet. För att det är liksom mest kontroversiellt (skratt). Och därför så blir det ju liksom – man måste ju verkligen kunna det!

De fem andra lärarna har andra områden som sina favoritavsnitt (se tabell 2), men samtliga sju tycker det är roligt att undervisa om evolution.

Två lärare (C och F) medger att det inte är helt lätt att undervisa i evolution även med goda kunskaper om och intresse för evolution.

F: Jag tycker inte att det är lätt, det vill jag inte påstå, även om det ligger mig varmt om hjärtat.

C: Sen kan det vara, det kan vara lite svårt och förklara ibland, tror jag. Att man kan känna det på något vis. Men det känns som man har bra kunskaper. Och jag tycker också att man lär sig hela tiden kanske också att se exempel också kanske på evolutionen hela tiden. Man kan lära sig mera.

Lärarna utvecklar sina kunskaper om evolution genom att läsa böcker och artiklar (vetenskapliga och populärvetenskapliga), konsultera uppslagsverk, diskutera med kolleger och delta i fortbildning.

A: Ja, det är ju så att man försöker hänga med. Den senaste boken jag läste är den här av Staffan Ulfstrand om Darwins idé. Nu var den roligt skriven, så. (...) Det är klart att den var inte på elevernas nivå, men man kan fylla på med exempel.

B: Läsa och diskutera, vi har en kreativ miljö här uppe, hur andra gör och vad de har för erfarenheter och hur man säger och hur man inte säger, alltså det är undervisningsmässigt då då, annars är det läsa.

Den fortbildning som lärarna har varit på har varit föreläsningar om evolution av forskare och experter från universitet och naturhistoriska museer samt workshops för att få praktiska tips om evolutionsundervisningen.

A: Ja, sen förra året åkte vi på Biologiresurscentrum (Resurscentrum för biologi och bioteknik i Uppsala). Jättebra fortbildning. Den praktiska biten... där vi fick praktiska tips om labbarna, både med släkträd ... och lite klippa klistra.

Om det är någon skillnad i färdigheterna att undervisa i evolution jämfört med då respondenterna började arbeta som lärare får jag olika svar. Bland svaren framkommer att de har med tiden blivit bättre på att identifiera elevers svårigheter och att se vad som är viktigt.

F: Nej, inte så drastiskt, tror jag, men jag har blivit mer uppmärksam på hur, de här svårigheterna vi har pratat om, ja, hur svårt det faktiskt är att förstå mekanismerna, och att prata om dem på ett korrekt sätt så att säga. Jag har inte liksom gjort någon helomvändning eller gjort på något helt annat sätt eller så, det har jag inte.

A: Jag tror nog att från år till år blir man själv rikare med exempel om man känner igen området och var texterna finns och vad det är som är det viktiga.

G: Ja, absolut, det gör man, det gör man på alla områden, absolut gör man det, därför att man gör är att man identifierar vad är det som är svårt för eleverna, plus att man blir bättre och bättre att värdera vad det är som är viktigt, ... absolut viktigt att dom har med sig.

De som inte har arbetat så länge som lärare eller bara har haft kursen ett fåtal gånger, är kanske inte medvetna om sådana förändringar.

B: Jag har säkert ändrat mig, men jag är inte i sådan distans så att jag ser det själv (skratt).

Sex av sju av de intervjuade lärarna anser att evolutionsteorin har hög status och är minst lika säker och eller viktig som andra naturvetenskapliga teorier, t.ex. gravitationsteorin och "Big bang".

G: Alltså, för mig har den ju en otroligt hög tillförlitlighet... jag tror mindre på Big Bang och blodomlopp än evolution (skratt). För mig är den fullkomligt alltså som, som teori som helhet... fullkomligt, så är det inget att diskutera, liksom, och sen är det ju viktigt... det är ju viktigt att förmedla till eleverna också när man då först liksom har en ganska, om man tänker historiskt då, en lite barnslig idé om hur utvecklingen går till... som ju den stackars Lamarck får ta, men det var ju långt före honom som börja tänka evolution (...) och så kommer Darwin med sin förklaring då, som är liksom en utveckling av det där evolutionstänkandet och, jag menar han, det håller ju inte heller... vi kör ju inte... det är ju inte Darwins teori vi kör nu, utan vi har ju en modern version av hans teori, ... men det bygger ju ändå på samma... grunden i det är ju Darwins tankegångar... så att när det kommer då... det här med epigenetiken... som på något vis ändå ger lite credit till de här gamla tänkarna då (...) och nu kan man förklara det mer med metylering och acetylering... och de kunde inte förklara det där (...) en teori är liksom ingen sanning... det är inte färdigbyggt, det är ett bygge... och vi lär oss mer och mer...

Om evolutionsteorins status och säkerhet i förhållande till gravitationsteorin säger två av lärarna följande:

F: Ja det är väl... det är väl ungefär samma sak... samma säkerhet... med samma möjligheter att man behöver justera... gravitationen har man justerat från Newtons till Einsteins värld. Jo där har man ju gjort det redan... justering... Jag tror till exempel att en sådan justering är på gång inom evolutionsteorin också på det viset att... nu tappade jag ordet här men ... alltså, det blir ju klart... alltså det börjar väl klarna att det finns mer gentransferering på någon slags

horisontell ledd än man har tänkt sig... det är gener som sprids via virus och så vidare... som stökar till våra släkträd... och sånt som gör att det är inte så enkelt som vi har velat måla upp det att arter bara kan dela sej, utan det är faktiskt så att gener sen då kan fortsätta komma tillbaka liksom...

B: Status, jag skulle vilja säga så här, jag är fascinerad över hur i huvudtaget kunna ifrågasätta någonting som är sant. Så sant som, jag menar, såsom på vetenskaplig... teori... basis... med bevis. Att någon överhuvudtaget kan vara skeptisk. Men det är därför som jag så gärna särar på de här begreppen för om man pratar om förändringar av allelfrekvenser över tid, antibiotikaresistens, tror du på antibiotikaresistens? Ja men, då skrattar de. Det är ju klart. Det vet vi ju finns. Det är väl inget snack. (...) Om man tar lite sådana exempel... så ... kan man ju skratta åt, det är ju ingenting att liksom ifrågasätta, så det är väl klart det är status... Pressen... gör en sak... gör en bild som inte finns som inte borde vara skeptisk mot, tycker jag inom vetenskaplig värld, tycker jag, förstår du? Förstår du vad jag menar? Presentationen gör en, presenterar det som att många skulle var skeptiska... Det är klart det är lättare med fysiken, därför att där förstår ju folk att, det är ju så lätt att, gravitation... det trillar ner...

Endast en lärare antyder att evolutionsteorin inte är säker och att den är svår att bevisa, men anser ändå att den är viktig eftersom den förklarar någonting som är svårt att förklara.

E: Ja, gravitationsteorin är... tycker jag då är säkrare... den är nog mera säkert bevisad än vad evolutionsteorin är, men jag tycker evolutionsteorin är ju väldigt... om man säger en bra teori... den förklarar ju någonting som annars skulle vara väldigt svårt att förklara... hur arter kan vara så perfekta, liksom, i sin miljö och den här teorin förklarar ju hur det faktiskt kan vara så genom det naturliga urvalet. till det perfekta... så jag tycker det är en väldigt tilltalande teori... men den är inte lätt att bevisa...

Syfte och mål med evolutionsundervisningen

Alla intervjuade lärare tycker det är viktigt att undervisa i evolution och uttrycker mer eller mindre tydligt varför de tycker det. Det är dock inte alltid att de helt skiljer helt på syfte och mål och svaren på dessa frågor går in i varandra.

Ett *syfte* med evolutionsundervisningen som uttrycks av sex av de sju intervjuade lärarna är att den gör biologin begriplig och knyter ihop olika delar eftersom evolutionen är så grundläggande.

A: Livets evolution är grunden till allt.

C: Jätteviktigt. Jag tycker det är viktigt att inte bara lyfta fram det som ett avsnitt. Utan evolution är verkligen någonting som löper som en röd tråd genom hela biologin. Även om jag har, också i min planering har ett avsnitt precis som genetik är ett avsnitt. Jag försöker att komma tillbaka till det när jag pratar och så där.

F: Ja, därför att det är helt enkelt så grundläggande i biologin så att det är svårt att göra... Jag minns ett citat av Dobzhansky (...) ”Nothing in biology makes sense except in the light of evolution” och jag tycker att det ligger någonting i det. Naturligtvis kan man hålla på med någonting annat, men det är ändå det (evolutionen) som binder ihop det. Och om man ser vetenskapshistoriskt på det så, om Darwin, så var det mer fragmentariskt allting, först. Det är ju evolutionen som får det till en enhet, som får det till en vetenskap och inte en massa spridda observationer, mycket viktigt.

G: Jag tycker det är otroligt viktigt därför att det är ju liksom grundförståelsen på något vis, att besvara alla varförfrågor, för att man ska förstå all biologi.

En av lärarna motiverar varför vi ska undervisa i evolution med att det är den vetenskapliga förklaringen vi har för att förklara varför naturen ser ut som den gör.

E: Det är den modell man har för att förklara (...) varför arterna ser ut som de gör och varför de förändras som de gör, och Darwins idé där om att de bästa generna gynnar de bärare som har de generna; då förs de vidare till nästa generation, det är ju jätteviktigt det.

En lärare uttrycker att det är viktigt att undervisa i evolutionsteori eftersom den är ifrågasatt på ickevetenskapliga grunder.

D: Det är ju grundläggande i biologi överhuvudtaget. Dessutom känns det ännu viktigare eftersom den av biologins grundvalar ifrågasätts på ickevetenskapliga grunder.

En lärare uttrycker att syftet med evolutionsavsnittet också är att få ett perspektiv där inte människan sätts överst i livets hierarki och där eleverna får respekt för allt levande.

G: Många av de här aspekterna ger respekt för livet och respekt för andra arter. Det bygger mycket på den här förståelsen för att vi har kommit in den sista sekunden, alltså människan har levt två miljoner år på jorden medan bakterierna har varit här i flera miljarder, så det tycker jag är en viktig bit att bidra till det här med respekt för biologin och för levande organismer och (...) att inte sätta människan på piedestal.

Samma lärare resonerar också om att man kan bygga vidare på detta och även diskutera vårt gemensamma ursprung i samband med jämställdhet och alla människors lika värde.

Ett av de viktigaste *målen* med undervisningen, d.v.s. vad eleverna ska lära sig och förstå enligt sex av de sju intervjuade lärarna är tanken bakom evolutionsteorin och evolutionens mekanismer (processer).

F: Det man kanske lägger mest krut på trots allt... vad ska jag kalla den... mekanistiska sidan... hur funkade det här... hur var det, mutationer, och där är ju den svåra delen, att, att förstå hur dom här väldigt enkla mekanismerna kan förklara nånting så storslaget, det är ju förrädiskt där, för det verkar... det synes så självklart på nåt vis va... men man märker... om man skärper sig och förklarar på ett klart och tydligt sätt då sitter alla och nickar och tycker jaja så är det. Ber man någon sedan att förklara någonting med den här terminologin så blir det ofta helt fel ändå... så att det är en förrädisk enkelhet alltså det... Och det där har jag väl... som nu senast för två år sen... då hade vi en del övningar just på det... liksom att... hitta på en rimlig förklaring, med rätt terminologi... vad vi nu hade... jag kommer faktiskt inte ihåg vad vi hade... precis...

E: Jag tycker att det är viktigt att de lär sig, att de förstår evolutionen, alltså tanken bakom evolutionsteorin. Många tror nog att de kan lite evolution. Man kanske har läst lite och tycker att det här verkar inte så svårt, men när man kommer in lite på djupet så är det... det är inte så enkelt som man först kan tro, tycker jag, utan när man väl har... om man diskuterar då liksom och ger lite exempel så och resonerar så... det tycker jag är viktigt att de förstår. Att de får en förståelse för det.

C: Att det är slumpen, kanske, de drar ju lätt slutsatserna på något sätt att det här är det bästa och då blir det så, men att man försöker trycka på att det är ingen som bestämmer det. Myran vet inte vad som är bäst, det bara blir så (skratt) att det blir ett resultat av vad som är bra där just då. Och det är ju en ganska vanlig missuppfattning då tycker jag, liksom att man inte förstår riktigt slumpen i det hela. Att det är en styrande process kanske.

B: Ja inte... jag kan säga så här... det är inte nödvändigtvis viktigt att veta vilken dinosaurie som kom först, utan att... jag kan säga så här, att när jag lägger upp det så tycker jag det är viktigt att skilja på livets uppkomst och definitionen på evolution. Först börjar jag med och

sära på dem, för definitionen på evolution det har ingen någonting emot. Det är ju... eftersom det är förändringar över tiden, att det är den som är bäst anpassad får mest mat till sina ungar, i princip, och därmed sprids generna, det är alltså en förändring av allelfrekvenserna över tid.

Andra saker som det är viktigt att eleverna känner till innefattar livets uppkomst (två lärare) och livets historia (gemensamt ursprung, stamträd, tidsperspektiv) (tre lärare) och att evolutionen sker fortfarande (två lärare).

I (intervjurare): Ja, vad tycker du är viktigt att de lär sig inom evolution?

A: Vad? Som sagt, det jag försöker är att de får med sig hela utvecklingsstamträd från de tidigaste organismer, till exempel prokaryoter och eukaryoter, så lägger jag till en del systematik

I: Så du blandar lite?

A: Ja lite faktiskt, inte så att jag gör det väldigt tydligt från första början att fara ut i och tittar på olika organismgrupper, men ändå att vi har hela stamträdet med... (ohörbart) teorierna kring livets ursprung, evolutionens mekanismer.

C: Allt de vi har idag är ju resultat av evolutionen, och den pågår hela tiden... Att många elever kanske tror att det på något sätt stannar upp om man visar sådana släkträd hur det hänger ihop, systematiken, så tror de på något sätt att här går det av en gren och då är evolutionen klar och här fortsätter den... det fortsätter ju hela tiden det var inte klart än för att det blev en gren med blötdjur, de är inte klara, utan det fortsätter ju hela tiden, så.

I: Ja... Vad tycker du är viktigt att de lär sig... eleverna?

F: Ja, alltså både... historiska aspekten på det ... att få någon liten inblick i hur livet faktiskt har evolverat...

I: Med släkträd?

F: Ja dels tar man med släkträd och så med någon liten inblick i hur jorden såg ut... ja dinosauriernas tid... och olika tidsepoker... så att man har någon bild av det och... nej men inte minst det här med hur gammal jorden är och hur... en enorm epok när det inte hänt så jättemycket med tanke på hur snabbt det har snurrat sen... ja... jag menar Prekambrium, liksom att, att det att det är så lång... är en så stor del av livets historia... att det skvalpar runt lite små encelliga organismer i havet... att få de här tidsperspektiven... att få någon sorts bild av hur livet har utvecklats, jag menar att det kan se ut på många olika sätt och så där.

En lärare uttrycker att det viktigaste är att eleverna förstår skillnaden mellan vetenskaplig teori och religiös tro.

I: Men, vad är det du tycker är viktigt att eleverna lär sig om evolution?

D: Det allra viktigaste... det är en svår fråga. Det är ruskigt viktigt att ha klart för sig skillnaden mellan vetenskaplig teori och religiös tro. I Amerika och delvis i Sverige också... det går litegrann åt fel håll om man har kvasivetenskapliga enkla förklaringar, och när den traditionella naturvetenskapen inte kan förklara allting... för det kan den inte... så tar man det som svaghet. Det är jätteviktigt att gå igenom vad vetenskap och naturvetenskap överhuvudtaget är. Teoribildning också.

I: Så, du tycker att just vetenskapliga teorier är viktiga att förklara?

D: Ja, och att naturvetenskapen väldigt ofta håller sig med modeller som inte är absoluta sanningar för de kan vi sällan nå, men de representerar sanningen så som vi känner den, ibland blir de lite förenklade för att man ska kunna förstå vad det handlar om.

Lärare G uttrycker att förutom att eleverna ska kunna och förstå evolutionens processer att det är viktigt att de får en förtrogenhet med evolutionsteorin för att kunna förstå hur och på vad den kan tillämpas.

G: Det räcker ju inte med att förstå hur en enkel förklaring om giraffhalsar och för att kunna tillämpa det på alla andra saker... och det är ju det som är det svåra... det problematiska

egentligen också... fast då får man säga det till eleverna... jag har ingen aning, men det skulle kunna vara så att det är en fördel att... sedan liksom också med terminologin också... att alltid... att alltid liksom jobba emot missförstånd.

Val av upplägg, metoder och innehåll

Andel av kursen som läggs på evolution och ordning mellan olika moment

Lärarna lägger ned mellan 15 % och 25 % av kursen Biologi A på evolutionsavsnittet som inkluderar livets uppkomst, livets historia och evolutionens mekanismer (Se tabell 3). Några av lärarna (Lärare B, C och F) anger att andelen nog egentligen är högre eftersom de hela tiden återkommer till evolutionen eftersom den löper som en röd tråd genom hela biologin.

Ordningen på avsnitten varierar mellan lärarna (se tabell 3). Vissa lärare (Lärare C och E) föredrar att hela genetikavsnittet ska ligga före evolutionen och motiverar det med att det är lättare att förklara mutationer och hur egenskaper går i arv då.

E: Det är ju viktigt att de känner till lite om celler och om DNA och om gener... att man har läst genetikavsnittet... för annars kan man inte prata om mutationer, det betyder ingenting för dem. Och sen är det också bra att man har pratat litegrann om ekologi... att man förstår hur arter kan påverka varandra i ett ekosystem, att de inte finns isolerade ifrån varandra utan att... det finns djur som äter varandra... det inser de ju... men att man kanske har fått in lite sådana termer från ekologin så att... genetik och ekologi är nog bra att ha gjort innan man läser evolution. Andra lärare nöjer sig med att förklara mutationer som förändringar i arvsanlagen.

Övriga lärare tycker inte att det är nödvändigt att läsa hela genetikavsnittet före evolutionsavsnittet och motiverar detta med att går att förenkla för att komma tillbaka till en mer molekylär förklaring av evolutionen senare.

I: Hur går det att förklara till exempel mutationer om man inte har genetik?

A: Ja, det... man får nöja sig med att nämna bara att det är förändringar i arvsmassan. Jag nämner begreppet alleler, till exempel, och gener förstås, men vår tanke med att lägga det på det viset är att genetik som är det svåraste avsnittet ska komma sist... så att man får mogna... vi har valt att läsa i den här ordningen ... och då kan man eventuellt koppla tillbaka till evolutionen – nu har ni förstått det där som vi tog upp i början.

Lärare D har gjort på olika vis när det gäller ordningen mellan genetik- och evolutionsavsnittet och tycker att det underlättar, men inte att det är nödvändigt att läsa genetik före evolutionen.

I: Okej... Vad tycker du då att de ska kunna innan avsnittet om evolution tas...?

D: Innan det?

I: Ja

D: Ja, i och med att... man måste prata mutationer och liknande så måste de ha en viss grundläggande kunskap om... om kemi inte minst.

I: Är det DNA-molekylen de måste känna till?

D: Ja, alltså måste är väl att ta i, det kan de ju inte. De är som jag har läst evolutionsavsnittet sist då har jag hunnit gå igenom det och det underlättar. Visst... självklart. Om man ska... kunna förklara på en molekylär nivå vad evolution är, då måste man ju ha koll på DNA-molekylen. Självklart.

I: Men går det att förklara ändå?

D: Ja, och i botten handlar det ändå om vardagsföreställningar gentemot en vetenskaplig förklaring... och det är ett förhållningssätt snarare än absoluta kunskaper...

Tre lärare (B, F och G) har löst problemet med förkunskaper genom att i början av kursen ge de basala kunskaperna om alla områden så att alla avsnitt kan dra nytta av det.

B: Du gör en vecka med proteiner, kolhydrater och lite hur cellen är uppbyggd och sen går du inte in mer på DNA än att du vet att det är bokstäver, och bokstäverna talar om hur aminosyror, vilka aminosyror som ett långt pärlhalsband (ohörbart) hur det bygger upp proteiner. Och så får man säga att bokstäverna kan ändras och då ger det en annan aminosyra. (...) Men om man tar det på den nivån så, så småningom, efter genetiken och vi har pratat sjukdomar så kommer det här ha satt sig. Börjar man med evolutionen så kan man hela tiden påminna dem om, det här ger mindre överlevnad och det här ger mer överlevnad och då kan man väva in evolutionen...

G: Så först lite grundläggande ekologi, grundläggande systematik alltså domäner och sen lite mer om indelning (...) och sen så tar jag upp grundläggande protein... DNA, proteinsyntes och replikation, de bitarna också och så, bara väldigt basic liksom, men så här funkar det, mutationer och sen efter det kommer jag in på evolutionen. (...) Jag drar liksom igenom av alla delar först, de grundläggande förutsättningarna så att de ska ha med sig de för att på något vis... det går så mycket i varandra... så kör man något klart så kan man inte nyttja kunskaperna som man ska göra sen (...) så att det här är något som har vuxit fram... som jag har kört dom sista åren... och kommit fram till att det här är en fullträff.

Undervisningsmetoder och innehåll

Lärarna som har intervjuats i den här studien använder flera metoder för att undervisa evolution (se tabell 3). Alla har någon form av genomgångar/föreläsningar då de introducerar och går igenom begrepp och diskussioner när eleverna får interagera med läraren och varandra. Sedan varvas undervisningen med mer interaktiva och kreativa moment som laborationer och grupparbeten. Lärare E brukar göra en fossilexkursion och Lärare F brukar göra studiebesök på ett museum som komplement. Nedan ges smakprov på innehållet i föreläsningar, diskussioner och laborationer som de har beskrivit.

Genomgångar/föreläsningar ingår i samtliga lärares metoder, enligt deras egna berättelser.

B: Jag brukar visa en PowerPoint bara som början, jag brukar försöka aktivera eleverna, jag har själv somnat till PowerPoint så jag gör inte det, utan jag brukar försöka aktivera eleverna... eleverna tycker väl att jag borde visa PowerPoints för det är så fint med fina bilder och sådant... men jag försöker få dem att skriva och rita, sortera och greja och dona.

I: Hur går du till väga när du undervisar i evolution?

E: Ja, man har ju genomgångar då och diskuterar, man kan ta upp olika exempel. Det som jag brukar börja med är det här exemplet med fjärilar, sådana här björkmätare, ja, det brukar vara ett stående inslag... första, första lektion då... och man funderar lite på varför det kan ha blivit så här då... man kommer in på mutationer vad det är för någonting... och att evolution bygger på att det sker goda mutationer... så att så brukar jag börja...

I: Är det... du kommer in på evolutionära mekanismer ganska tidigt?

E: Ja, och sen även lite om Charles Darwin... lite om han som person... vad gjorde han under sitt liv... och hans resa där med Beagle som han gjorde till Galapagos och vilken betydelse det hade. Så det kommer också ganska tidigt.

En typ av *laborationer* handlar om evolutionära processer och illustrerar mutationer och/eller naturligt urval. En sådan är till exempel en laboration som kallas Aves papyrus, där fåglar sätts ihop av ett sugrör och två ringformade vingar (se Kornhall 2008b). Fyra av de sju intervjuade lärarna (A, D, F, G) har använt den laborationen. Laborationen simulerar både mutationer och naturligt urval och eleverna kan se att fåglarna kan bli ändamålsenliga för flygning av en kombination av slump och naturligt urval, utan att någon designar dem. Liknande laborationer, här kallade makaronilabben eller pincettlabben har beskrivits av lärare B respektive C, men i dessa finns enbart momentet med selektion och inte mutationer med.

F: Sen kommer vi in på mekanismer, och där... dels finns det en labb som jag tycker är lite rolig, även om den inte funkar så bra som man skulle vilja göra den... det är den här tvåvingade fågeln, har du sett den?

I: Mm

F: Där man sitter och slår med tärning...

I: Med ringformade vingar?

F: Ja, Per Kornhall har ju lanserat den. Den är äldre än så skulle jag gissa...

I: Jag tror den kommer från USA från början.

F: Det gör det säkert, men han har skrivit om det nyligen och då snappade vi upp det. Det är väl i sanningens namn en labb som biologilärarna tycker är häftigare än eleverna... de är inte helt med på noterna varför de håller på med den alla gånger, men det ger en...

I: Tyckte de det var roligt, då?

F: Ja... men den reaktion som jag fick var... jag har bara kört den en gång och det var nu senast... den reaktionen jag fick var väl att det var lite mycket tid och mycket klistrande för en ganska liten poäng på något vis, va... men då menar ju jag åter igen att... den poängen är mer svårfångad än vad mina elever tror... och därför tror jag fortfarande att det är en bra labb... och det ger en också... en grund att stå på när vi ska diskutera dom här sakerna i klassrummet... Som ni kommer ihåg så... då har man liksom nåt konkret att relatera till...

I: Förstår de vad som är mutationer och vad som är selektion?

F: Ja. Och man kan ju också se att vissa varianter är mer gynnsamma, även om slumpen har en betydelse i det hela så kan det ändå inte bli hur som helst. Och att på något sätt det blir någon slags skapande process i den meningen att det blir en bättre och bättre flygande organism. Det blir... konstruktionen blir mer och mer optimal trots att man sitter och kastar tärning. Ja men det, alltså det, det är ju mycket det momentet som är svårt att smälta, både att förstå, men givetvis också för människor med religiösa grubblerier. Just slumpmomentet verkar ju vara någonting problematiskt, liksom för människor som vill se en mening med tillvaron. För mig är det inte självklart, jag tror man kan hitta mening i tillvaron även om det finns slump, men, de facto är det ju så att många människor, inte minst bland våra elever, har svårt att få ihop det här... och det kan vara något man behöver grubbla över...

En annan lärare säger detta om samma laboration (Aves papyrus).

D: Den tyckte eleverna var kul. Man vet ju aldrig vart det tar vägen... jag har gjort den... förresten jag har gjort den två gånger... första gången gav slumpen att när vi var färdiga så hade vi ungefär det vi började med... (skratt)... det var ju inte så roligt... men i fjol gav det andra resultat... det ger upphov till en hel del kul diskussioner. Men annars är det väl fossil och fossilsamlingar. Någon annan labb har jag inte gjort.

C: Vi har en jätterolig makaronilabb, som den heter. De får leka krabbor och krabborna har olika förutsättningar. Då får man plastbestick i olika former som är deras klor, så vissa får teskedar och andra får gafflar och så där, knivar, och det är deras klor och sen så får de makaroner i olika former, fjärlilar och skruvar och så, som ska vara snäckorna då... och sedan så får de en viss tid för att kunna samla så många snäckor som möjligt. Och det här brukar vi göra i helklass eller i halvklass ... en jättelivlig, jätterolig lektion. Och så ska man titta vilken krabba är mest framgångsrik och vilken snäcka är mest framgångsrik och vilken som äts upp snabbare och så där... och så blir det en vinnande krabba i slutet då... den som gör sämst ifrån sig åker ut... (skratt) och sen, jag tror det är fem olika grupper från början... och då har vi också en evolutionär diskussion då klart... Hur kan man koppla det här till verkligheten, och så.

B: Men så brukar vi göra en övning som där de har olika pincetter och så går de till ön med ris och så ska de på 20 sekunder plocka ris och så får vi se vem som dör ut. Naturligt urval... får vi se vem som är bäst anpassad på risön eller på alfalfaön eller mandelön eller någonting sådant. Och då brukar det vara så att man får säga jamen som ni ser, det var faktiskt inte bara verktyget eller näbben. Det finns mycket mer faktorer, det visar sig att Lisa är alltid den som vinner... generna spelar in (skratt). Det blir en himla fart på dem. Jag gör någon halvtimme i början bara som illustration på naturligt urval.

Dessa tre laborationer fungerar enligt lärarna som illustration på naturligt urval (makaronilabben och pincettlabben) eller både naturligt urval och mutationer (Aves papyruslabben) om eleverna verkligen får klart för sig vad som motsvarar vad i naturen.

Andra typer av laborationer handlar om att rekonstruera släktskap mellan organismer som kan vara fantasidjur (använd av lärare A och G).

G: Där gör vi också lite olika, vi har... den har du kanske sett... de här fantasifigurerna som det finns i någon sådan här lärarpärm från 80-90-talet någonting... och är gjorda för att man ska kunna förstå det här hur man kan sätta upp ett fylogenetiskt träd genom att titta på likheter. Så det får de göra. Fast vi använder den lite annorlunda, vi gör ett stamträd där de får låtsas att de här har funnits i olika tids-... på en tidsskala. Då får de försöka argumentera då för vad som har hänt med de här organismerna och vilken miljö de har hamnat i och vilket selektionstryck de har råkat ut för, liksom, och... och så hur de har utvecklats till de som de anser är de nu levande arterna.

Två lärare (C och G) beskriver hur de använder sig av sekvensdata från en databas på internet för att rekonstruera släktskap mellan organismer.

G: Så att, då har vi också gjort någon sådan här övning, ja den heter övning i stamträd eller något och den finns på Bioresurs hemsida kan man hitta den. Jag tror att den kan komma från Bioscience explain. Jag kommer inte ihåg var den kommer ifrån. Men i alla fall den heter samträd eller så har de döpt om den har jag för mig nu...

I: Vad går den ut på?

G: Den går ut på att man går in i en sådan här databas och hämtar sekvensen... protienssekvensen för myoglobin, eller aminosyrasekvensen... ja, aminosyrasekvensen för myoglobin, och sen så... och då är det ju viktigt att de kan det här med proteiner och hela den grejen innan. Så hämtar man den och sen så hämtar man... ber man programmet hämta andra sekvenser som är likadana och då får man ju myoglobin från andra arter och sen så alignar den och så tittar man på släktskapet så jämför man det med det släktskap som man kanske trodde eller som man... ja kan titta i någon bok, liksom... ja, vad anger man för släktskap... för, hur kommer det sej, titta, fiskarna dom är ju jätteavlägset släkt med varandra... lika avlägset, kommer inte ihåg... är det haj och tonfisk eller nånting sånt där... det är lika långt ifrån varandra som tonfisken och människan, eller vad det nu är, liksom så här att... lite sådana där saker då...

I: Det är mätt skillnader då...

G: Ja den där gör ett sådant där orotat stamträd.

För att få en känsla för hur lång tid evolutionen har tagit så har flera lärare valt att arbeta med jordens historia, antingen som grupparbete (Lärare C och F) eller som övning (Lärare B). I liknande moment kan ingå att studera fossilsamlingar (Lärare B och D).

C: Jag har en jätteklassisk övning där vi drar ut ett band och visar livets utveckling. Då brukar de få göra det i olika grupper så de får olika tidsperioder ... så ska de berätta vad som hände... arter som uppstår och så.

F: Och sen körde vi ut ett måttband. Vi har ju korridoren borta i huset som går i vinkel som faktiskt är nästan 50 meter, så där kan man lägga ut ett 50-meters måttband, och det går ganska lätt att skala om till 4,7 miljarder år. Så att där fick vi in det som jag tycker är en viktig detalj... och det är nämligen Prekambriums längd. Jorden bildas och sen går det... det är inte så himla lång tid innan man hittar liv... vilket är märkligt nog, (ohörbart) och sen går det ganska långsamt... och syret kommer där någonstans på vägen, men det händer ju inte så jättemycket med tanke på hur många hundratals miljoner år som vevar på där... och sen har vi alla de här epokerna som eleverna i alla fall ganska vagt har hört talas om, med dinosaurier hit och dit. De kommer ju ganska nära nollstreck... det går väldigt... det händer väldigt mycket den sista... de sista metrarna.

Kända missuppfattningar/vardagsföreställningar

Alla lärarna hade stött på missuppfattningar om evolutionsteorin. En lärare (G) som säger sig ha lagt ned mycket tid på att reflektera över och utveckla sin undervisning har arbetat aktivt med missuppfattningarna med eleverna. Eleverna brukar få läsa Torbjörn Fagerströms populärvetenskapliga artikel ”Fyra missuppfattningar om den moderna utvecklingsläran” (Fagerström 1988).

G: Att alltid liksom jobba emot missförstånd. Och jag brukar alltid, när vi börjar, först så tar jag så här väldigt grundläggande naturligt urval, och sen så får de läsa, precis i början, kanske till andra lektionen eller något, då får de läsa en gammal artikel av Torbjörn Fagerström, som är från 1987 eller någonting i Forskning och Framsteg, som heter ”Fyra vanligaste missförstånden med utvecklingsläran”, eller någonting sådant, och den är så himla bra, därför att då får de läsa om de här sakerna och de har ju missförstånden när de kommer, när vi börjar så har de missförstånden med sej, flera av de här och så får de verkligen, verkligen, liksom vända på de här sakerna... fundera... utan att behöva göra misstagen i klassrummet.

En vanlig missuppfattning som sex av de sju respondenterna har märkt hos elever är att det finns ett ändamål med evolutionen och en inneboende vilja hos naturen.

F: Ja, jag tycker, det här med att det finns ett ändamål i det hela. Det är inte nödvändigtvis så att de tror att det finns ett ändamål om man ställer frågan så definitivt, men den förstållningen är så rotad i vårt tänkande så att när man ska börja förklara olika saker så kommer man ändå in på ändamålsförklaringar. Så att, det är väl där det är svårt att förstå att det kan bli någonting så ändamålsenligt utan att det finns något ändamål... (skratt).

G: En av de här missuppfattningarna är ju att det finns en inneboende vilja hos naturen. Och den får man ju om man tittar... nu tittar inte jag på mycket naturfilmer... Jag tycker att Attenborough är, han har ett evolutionärt perspektiv, men i alla fall för, med alla de här Arne Weise-filmerna så var det väldigt, liksom, ändamålsenligt och det på något vis var det proximata förklaringar liksom och har man liksom tittat på mycket sådant...

D: Evolutionen som biologer ser är... har ju inget mål. Men vardagsföreställningar är nog ändå att vi är skapelsens krona, det var meningen att det skulle bli... Det tror jag många går omkring och tror och dessutom tror att nu är det färdigt, nu är det så bra det kan bli (...) Det är många som på ett eller annat sätt ger uttryck för det även om de inte är religiösa.

E: Många elever tror nog, i alla fall innan man har börjat läsa kapitlet, att det finns liksom någon tanke i evolutionen. (...) En del brukar få för sig att visdomstånderna kommer nog att försvinna för att de använder vi inte, lilltån kanske så småningom växer bort för den verkar ju onödig då... att ungefär som att det skulle ligga någon bakomliggande plan som gör att det sker på ett visst sätt... så det kan vara en missuppfattning. Att det finns ett syfte... och sen kan det också, det hänger ihop med ekologin... men en del får för sej att alla djur ska göra nytta. Vad gör det här djuret för nytta och vad är det här bra för? (...) Vi har ingen skapare som har tänkt sig att djur ska göra nytta men de har utvecklats var för sej alla arter och jag menar... det finns ingen plan där att de ska göra nytta... så sådana tankar kan finnas.

En annan vanlig missuppfattning är kring betydelsen av begreppet *anpassning*. Fem lärare av de sju intervjuade visar tydligt att de är medvetna om att begreppet kan misstolkas. Två lärare tar spontant upp begreppet *anpassning* när jag frågar vilka vanliga missuppfattningar eleverna kan ha om evolutionen.

B: Ja, anpassning. Man anpassar sig inte till en ändrad miljö utan man anpassas efter miljön, att den som är anpassad överlever. Det går ju, det går ju annars att missuppfatta allt. Men det där

är väl en standardsak. Det påverkar ju begrepp... det är ju hela begreppet egentligen... så att... den tar vi. (Lärare B)

A: Och det som jag börjar på kursen med är en brainstorm kring begreppet evolution. Jag försöker utgå från elevernas förkunskaper, och då blir det... eleverna ritade en tankekarta med ordet evolution i mitten, då blir det oftast... nämner de ordet anpassning ... Då får jag förklara lite. Är det en anpassning att man har jacka på sig när det är kallt? Är det anpassning? Man försöker tydliggöra.

Tre andra lärare (D, F och G) tar inte upp begreppet spontant i intervjun men förklarar att begreppet kan misstolkas när jag tar upp det.

F: Ja, precis... det där (begreppet anpassning) är nästa fallgrop på något vis, som också gör det lite svårt, vad, för att... Och där har jag nog ingen klockren... alltså där skulle jag vilja ha en bra övning på när man tydligt kan sära på de här... tydligt öva på att förstå vad är det ena och vad är det andra. Det har jag inte riktigt. Så har du något i repertoaren så kan jag kopiera efter dig... (skratt).

Lärare G definierar ordet adaptation som evolutionär anpassning för att undvika missuppfattningar.

G: Där brukar... ja precis... det ... där (om begreppet anpassning) har jag förmodligen ändrat min undervisning, därför att jag hade mer problem med att eleverna missförstod det från början, alltså när jag var ny som lärare, än vad jag har nu... och jag tror att jag är ganska noga med det när vi tar upp då naturligt urval så poängterar jag att det är skillnad på att anpassa sig som en kameleont och att anpassa sig i en grupp, liksom för att smälta in i en grupp eller så... eller så evolutionär anpassning som kallas adaptation... och liksom, då tar jag ju in ett nytt begrepp så att de kopplar det. Nej, på senaste tiden har jag inte upplevt det, men det är helt klart det är en fälla. Men grejen är att när man har erfarenheten så dribblar man bort de där fällorna utan att man alltid reflekterar över det, liksom, så...

Lärare D undviker istället att använda begreppet anpassning i evolutionär mening för att undvika missförstånd.

I: Och det (begreppet anpassnings betydelse) förstår eleverna?

D: Ja det tror jag... jag pratar nog inte riktigt om, jag använder nog inte termen anpassning... för den kan missförstås...

I: Ja, det är kanske just det man ska undvika...

D: Ja, för det låter ju ungefär som att man skulle kunna ändra sitt sätt att leva... men det vill jag hellre väga in i ordet toleransområde, och toleransområdet, ytterligheterna för vilken miljöfaktor det vara månne varierar mellan individerna, kanske inte mycket, men det är i utkanten av toleransområdet som det blir intressant... vilka som klarar sig och vilka som klarar sig inte.

Vardagsföreställningar om vad en vetenskaplig teori är förekommer också enligt sex av sex lärare (oklart om detta gäller för Lärare A eftersom denna fråga inte var med i intervjuguiden vid den första intervjun). Dessa lärare säger sig arbeta aktivt med begreppet innan eller under evolutionsavsnittet.

B: Och att jag börjar alltid att diskutera det här med vad är en vetenskap och vad är en vetenskaplig teori, vad är det som ligger bakom det här? Jo, försök, undersökning och resultat, bevis! Det här är sant tills vi människor har hittat ett annat bevis.

F: Och där (begreppet teori) är det ju dags för nästa missförstånd... så det är ju bra att du tar upp den här aspekten för att en teori är ju avgjort det bästa och finaste vi kan prestera inom naturvetenskapen... en förklaringsmodell som samlar en väldig massa fakta på ett begripligt

vis... som i någon mening i alla fall har en... dels en förklaringspotential men i någon mening också en... någon sorts prediktionskraft. Och det kan man ju diskutera just när det gäller evolutionen, men i någon mening så har den ju det...

C: (Om vetenskapliga teorier) Det var jag faktiskt på en bra föreläsning på universitetet, vi fick gå dit med en klass... och då var det en... en professor var det säkert... som just pratade om det här med teorier. Inom vetenskapen så är ju inte teorier någonting som man tror att det är så här... om evolutionsteorin, till exempel, det är ju inte en teori utan det finns ju massa bevis för den... så den behöver ju egentligen inte ifrågasättas... Och det var en så här ganska upplyftande... man ser teori på ett annat sätt... eleverna har nog: min teori är att da da da da... Och pratar man om evolutionsteori så kan de koppla ihop det med att det är det... det kan va så här men det kan också vara så här... men det är ju inte det en vetenskaplig teori är... och det försöker jag faktiskt poängtera efter den föreläsningen, så brukar jag alltid säga nånting om det, ja.

D: I största allmänhet så borde de ha hyfsad koll, därför att det här tar jag upp från allra första början. Och en del elever när de börjar ettan, de är lite halvchockade när jag säger att jag kommer inte att berätta några absoluta sanningar för er... det är inte mycket som jag säger som är absolut sant, utan naturvetenskapen håller sig med teorier och en vetenskaplig teori är inte det samma som en vardagsteori. En vardagsteori är en gissning och så vidare... Men det är en vetenskaplig sanning och just i evolutionära sammanhang så handlar det om att precis som annars att allting omprövas och leder till en annan syn än det var för tio år sen, femton år sen... Men det är marginella förändringar, man kan inte vänta sig något paradigmskifte utan den vetenskapliga världen är ju överens i stora drag.

Problematiska situationer och följemeningar

Problem att elever inte tar till sig evolutionsteorin

Lärarna anser genomgående att de inte har haft några egentliga problem med evolutionsundervisningen. Ingen av dem har varit med om att någon elev har vägrat att vara med på undervisningen även om sex av de sju intervjuade har upplevt att någon elev har sagt att de inte tror på evolutionsteorin. Några lärare har upplevt diskussioner, men uppfattar inte det som problematiskt.

D: (Om det har varit problematiska situationer under evolutionsundervisningen) Nej, jag har haft elever som har en stark religiös tro som man nog skulle kunna kalla fundamentalistisk, men... de har alltid deltagit i undervisningen. Och jag talar ju om, som jag nämnde inledningsvis, så går jag igenom skillnaden mellan religiös tro och naturvetenskap och teoribildning och det är jätteviktigt att poängtera att man ska respektera alla, för deras uppfattningar... så jag säger att det är det här som biologin står för, men har ni någon annan religiös uppfattning så är det inte min uppgift att försöka övertyga någon att överta någon att byta sida.

F: Det måste finnas utrymme för... för att tro vad man vill här... tycker jag... men naturligtvis så finns det elever som inte litar på att jag tycker det..., jag är helt övertygad om att det finns massor av elever som sitter där och i sitt stilla sinne tänker att, ja ja ja läraren får säga vad han vill, jag tror vad jag vill. Men det finns ju också de som... det deklarerar jag ju att... att, vi kommer in på religiösa frågor också... så att det här tangerar livsåskådningar... jag brukar inte göra en stor sak av det men... och kommer det då upp så deklarerar jag väldigt tydligt... man får tro vad man vill, men man måste ha en koll på vad som är modern vetenskaplig syn på det här... måste kunna redogöra för det... om de av ena eller andra skälet inte köper det så, jag gör ju det.

Lärare B har genom att sära på livets uppkomst och evolutionens mekanismer försökt kringgå problemet med att troende elever inte vill ta till sig evolutionsteorin.

B: När jag lägger upp det så tycker jag det är viktigt att skilja på livets uppkomst och definitionen på evolution. Först börjar jag med och sära på dem, för definitionen på evolution det har ingen någonting emot. Det är ju, eftersom det är förändringar över tiden, att det är den som är bäst anpassad får mest mat till sina ungar, i princip, och därmed sprids generna, det är alltså en förändring av allelfrekvenserna över tid. Har vi några exempel så är det inga problem... det är vad jag vill föra in... och vad det här då kan göra... förändras miljön... och då... det är inte en tanke bakom... så det, det är slumpen som gör och att det är en förändring över tid... och vad det kan leda till.

Lärare E tar upp att alla inte tror på evolutionsteorin och att det finns alternativa (religiösa) förklaringar till evolutionen.

E: (Man) får ju ta upp att alla tror inte på den här utan man kan ju tro på en religiös skapelseberättelse också. Alternativa förklaringar till varför världen ser ut som den gör...

I: Hur gör du när du berättar att det finns alternativa förklaringar?

E: Jag säger att evolutionsteorin är en teori som inte är bevisad och den är svårbevisad eftersom den är... det sker under jättelång tid... och människor lever väldigt kort och man ska tänka på att se en evolutionär process är svår att bevisa... det finns ju mycket som stödjer den... och jag tror på den och jag framför den som att den stämmer och så men man får ju vara ödmjuk och säga att man kan inte vara säker... det finns andra som tror på annat sätt... och så bör man också göra... särskilt nu... vi har ju många elever... här är det många flyktingar med muslimsk bakgrund och många av dem är mycket mer religiösa än de svenska eleverna, och tror kanske mer på en skapelseberättelse som står i Koranen då, och det får man ju ha respekt för att så får man ju tro. Men det hindrar ju inte att man kan lära sig den här teorin.

I: Nej, okej. Så du... du har inte något problem egentligen... med att någon inte vill lära sig ...

E: Jo det kan vara en del liksom säger lite stopp så att... att man inte tror på det... och då är man heller inte så intresserad eftersom man inte tror på det så är man kanske inte så intresserad av att lära sig det. Så det kan ju vara små problem, men jag tycker... det är inga... de flesta är ju ändå... de flesta på NV är ju ändå angelägna av att göra bra ifrån sig... och då får man... även om de kanske inte tror på det eller om deras familj inte tror på det så... det brukar gå bra, tycker jag.

I: Klarar de sig?

E: Ja, de klarar sig ändå...

Kränkning av troende elever

Lärare D uttrycker att han/hon inte har märkt att några elever har känt sig kränkta eller förfördelade.

D: Och det är ingen som har känt sig kränkt eller förfördelad (av evolutionsundervisningen)... jag har sagt och kommer att säga igen att om det dyker upp att det kan vara viktigt att veta hur den andra sidan ser på saker och ting... nej jag har aldrig...

Lärarna som ingår i intervjun kräver inte att eleverna ska tro på evolutionsteorin, men att de ska kunna redogöra för den. Lärare C förklarade mer ingående sin strategi att inte kränka elever och att de samtidigt ska kunna ta till sig undervisningen.

C: Men en sak som man kan tänka som man kanske inte har tänkt så mycket på är ju att det finns ju alltid de som inte tror på evolutionen i klassrummet och det tänker jag nog mer på nu än vad jag faktiskt än när jag var... (nyexaminerad). Det var jag kanske inte direkt medveten om första året.

I: Och hur gör du då?

C: Det är ju svårt, jag brukar börja med och säga att... eller vi pratar lite om bibeln och så där då... inte så att jag går in på det på något vis, men mer att jag försöker vara öppen och säga att det är olika vad man tror på och... här pratar vi evolution, så. Men ibland, så... jag har en uppgift där de ska titta på olika skapelseberättelser i olika religioner... som vi gjorde som en uppgift, och det tyckte de var ganska roligt... så där... och sen kopplade vi till evolutionen...

för att få in det där... eller jag kan känna själv, eller jag är inte alls troende själv... så jag är väl ganska rädd för att trampa på några tår. Det vill jag inte göra och jag vill ändå hålla det öppet och jag tror att man kan vara troende och tro på evolutionen. Så för mig behöver det inte vara motsättning. Men visst det händer ju att det kommer fram elever och säger vi tror inte på det här hemma. Men de kan ändå vara öppna och vill lära sig när de är här. Så där, men jag har egentligen inte haft direkta diskussionen om det mer än att det är flera elever som gärna vill prata om det.

I: När de pratar, de kommer fram till dig efteråt?

C: Ja, precis.

I: Men är det så att de är direkt... att de har ett motstånd...?

C: Nej, det har inte jag mött, utan det har snarare varit så att de vill lära sig när de är här, men sen är det kanske inte det de tror på. Jag har haft någon som liksom sa... lite mer som allmänbildning att de vill lära sig om evolutionen, men som sagt hemma tror vi inte på det.

Andra problematiska följder

Lärare G, som säger sig ha reflekterat mycket över evolutionsundervisningen, anser att den farligaste fällan är att evolutionsteorin kan missuppfattas och tillämpas fel, t.ex. användas i rasbiologiska och rashygieniska syften. Ingen av de andra lärarna har tagit upp den aspekten.

G: Jo, alltså, jag brukar säga det att det svåraste med evolutionsteorin är att den här teorin om naturligt urval är så skenbart enkel, det är det absolut värsta att, man förstår en sådan där förklaring om giraffhalsen eller någonting... vad man nu tar för förklaring... det finns ju massor med analogdjur. Och sen så tror man att man har förstått det, och sen så tillämpar man det. Det är ju anledningen till att vi fick de här... alltså de här problemen i början av 1900-talet... att man använde evolutionsteorin på ett förenklat sätt om människor och raser, alltså rasbiologin och hela det. Som jag ser det så baseras det på att man inte... att man gjorde... att man trodde att man hade förstått det... och det är det också som är det viktiga att... tycker jag, att man kan inte bara ta upp. Egentligen är det inge problem med naturvetarna, får där kan man ta så mycket tid så att man hinner liksom ge alla de här exemplen, de hinner få en komplex bild av det... men på Naturkunskap B har du ett annat problem. Alltså om du bara rafsar över det. Och jag vet, det finns ju kolleger som kör en väldigt kort variant också. Och kör du en kort variant av det här, då kan du få ut... då kan du få elever sen som argumenterar, som använder naturligt urval som argument för att... ja för att sjukvården inte ska... utvecklas inom vissa områden... Så det... det är det som jag tycker är absolut fällan... eller det farligaste... det som är problemet med det.

Diskussion

Jag har valt att dela in diskussionen där de tre första avsnitten motsvarar Anderssons och Wallins (2006) kategoriseringar av aspekter som gynnar långsiktigt lärande i den innehållsorienterade didaktiska teorin om evolution som de utvecklat. Sedan följer diskussioner om evolutionsundervisningens följder, validitet och reliabilitet och till sist slutreflektioner.

Allmänna didaktiska aspekter

Representanter för den vetenskapliga kulturen

De intervjuade lärarnas utbildningsnivå är genomgående hög i denna studie, mellan två och sju års studier i biologi på högskolenivå. De har dessutom studerat andra naturvetenskapliga ämnen, framför allt kemi, i något eller några år. Tre av lärarna har forskat på doktorandnivå varav en har disputerat. Jag tolkar det som att alla lärare ser sig som representant för den vetenskapliga kulturen. Ur en konstruktivistiskt och sociokulturell synvinkel behöver elever hjälp att se samband och teorier, eftersom vetenskapen är en produkt av människan – en

kultur som ska föras vidare (Hua Liu and Matthews 2005; Säljö 2005; Andersson och Wallin 2006). Undervisningsexperiment inom det naturvetenskapliga ämnesområdet har visat att elever (på högstadiet) som får en teoretisk bakgrund och stöd medan de laborerar når längst kunskapsmässigt (t.ex. Andersson och Bach 2005). Samtliga lärare berättade att de hade någon form av genomgångar eller föreläsningar då de introducerade begrepp och kombinerade detta med diskussioner och/eller praktiska moment då eleverna får arbeta aktivt med kunskaperna.

Att arbeta med vardagsföreställningar

Alla lärare som intervjuades var medvetna om vardagsföreställningar och hade stött på åtminstone den att det finns ett ändamål eller tanke med evolutionen (se nedan för en genomgång av några av vanligaste vardagsföreställningarna). Det är viktigt att lärare tar reda på vad eleverna tänker och kan om evolutionsteorin och att de är medvetna om de hinder som vardagsföreställningar kan utgöra (Andersson och Wallin 2006). Det är också viktigt att vardagsföreställningarna utmanas, vilket inte alltid är fallet även om lärarna känner till att de finns (Zetterqvist 2003). Några av lärarna som intervjuades i den här studien arbetade aktivt med vardagsföreställningar med eleverna genom t.ex. brainstorm (för exempel på tankekarta om evolution se Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik 2008) eller genom att låta eleverna läsa en populärvetenskaplig artikel som handlar just om vardagsföreställningar om evolutionen (Fagerström 1988).

Elever får tillfälle att diskutera och befästa kunskaper och sätta evolutionen i ett sammanhang

Lärarna i den här studien säger att de gärna ser att eleverna resonerar och arbetar aktivt med evolutionsteorin så att kunskaperna befästs (transformering snarare än memorering), vilket också är ett av de allmänna kriterierna i Anderssons och Wallins (2006) didaktiska teori. De metoder som används i evolutionsundervisningen varierar mellan vanliga lektioner med genomgångar, och diskussioner, grupparbeten och laborationer, vilket förmodligen inte är olik fördelningen mellan metoder under andra avsnitt i biologin och de andra naturvetenskapliga ämnena kemi och fysik. Att arbeta med ett kunskapsområde på olika sätt förbättrar inläringen då människor tänker och lär sig på olika sätt (se Lindström 2007 om Gardners sju intelligenser). Att befästa teoretiska kunskaper genom att eleverna får arbeta praktiskt med laborationer eller diskutera och resonera i grupp är arbetsätt som lärarna i undersökningsgruppen har angett som lyckade för att få eleverna att förstå evolutionsteorin.

Flera av de intervjuade lärarna i den här studien menar att det är viktigt att komma tillbaka till evolutionsteorin under senare moment ("evolutionen löper som en röd tråd genom hela biologin" enligt Lärare C) för att sätta evolutionen i sitt sammanhang. Det ger även tillfälle att fördjupa kunskaperna. Lärare som har valt ett upplägg där evolutionsavsnittet kommer tidigt i kursens planering har möjlighet att återkoppla till evolutionen till exempel under genetikavsnittet och eleverna kan få en mer fördjupad kunskap om evolutionen också på molekylär nivå. Zetterqvist (2003) som intervjuade biologi- och NO-lärare i grundskolans senare år registrerade att många lärare i hennes undersökningsgrupp såg en fördel av att läsa evolution tidigt eftersom evolutionen då får tillfälle genomsyra hela biologiundervisningen. Få av dessa lärare valde dock detta upplägg i praktiken av olika anledningar, till exempel på grund av att evolutionsavsnittet ansågs för svårt innan eleverna börjat årskurs 9.

Naturvetenskapens natur

Vetenskapliga teorier

”En teori är det bästa vi har inom naturvetenskapen”, sa Lärare D i den här studien. Eleverna är dock inte alltid medvetna om att ordet teori inte överensstämmer enligt den vardagliga betydelsen där en teori är ganska osäker. Lärarna är i de flesta fall medvetna om denna skillnad och arbetar för att förklara vetenskapliga teoriers natur. Lärare E tonar dock ner evolutionsteorins säkerhet med ”vi vet inte säkert”. Det är för visso sant att vi inte vet helt säkert eftersom vetenskapliga teorier är hypotetiska till sin natur. Men de kan förutsäga fenomen och testas och kan betraktas som sanna ända tills de har motbevisats. Lärare D säger om en vetenskaplig teori att

... (den) är en vetenskaplig sanning och just i evolutionära sammanhang så handlar det om att precis som annars att allting omprövas och leder till en annan syn än det var för tio år sen, femton år sen... Men det är marginella förändringar, man kan inte vänta sig något paradigmskifte utan den vetenskapliga världen är ju överens i stora drag.

Om eleverna förstår vad en naturvetenskaplig teori är och hur vi bygger kunskap ökar chanserna att de kan ta till sig evolutionsteorin (Andersson och Wallin 2006). Kunskaper om naturvetenskapens natur (”nature of science”) är viktig för att eleverna ska få djupare förståelse för evolutionsteorin (Sandeval 2003, Baumgartner och Duncan 2009).

Naturvetenskap och religion

Ska vi skilja på religion och vetenskap? Det finns en tradition inom den västerländska kulturen att skilja på det materiella och det andliga (Molander 1988). Men kyrkan hade under lång tid stor makt över vad som ansågs vara riktigt att tänka vilket resulterade i att vetenskapliga upptäckter motarbetades. Darwins evolutionsteori blev t.ex. hårt kritiserad av kyrkan när den lanserades för ungefär 150 år sedan. Den kristna kyrkan (och andra religiösa samfund) har fortsatt att kritisera teorin med varierande intensitet sedan dess. Religiösa kristna ledare i USA som har intervjuats av Colburn och Henriques (2006) anser dock i de flesta fall inte att det finns någon konflikt mellan evolution och religiös tro eftersom bibeln inte är menad att tolkas bokstavligt.

Uppfattningen finns bland troende att en gudomlig makt kan ha satt igång livet, på något sätt medverkat till livets uppkomst, men att sedan har evolutionära processer under lång tid resulterat i den mångfald av organismer som vi ser idag på jorden. Evolutionsteorin är inte en teori för hur livet har uppstått utan endast för hur livet har utvecklats (Colburn och Henriques 2006; Smith 2010b). En av de intervjuade lärarna säger sig vara noga med att skilja på livets uppkomst och evolutionen. Livets uppkomst kan vi inte säga någonting om, säger han/hon. Att förtydliga detta kan underlätta för religiösa elever att ta till sig evolutionsteorin.

Ibland händer det att lärare tonar ner evolutionsteorins säkerhet och inför alternativa förklaringar för att undvika konflikter med troende elever (Kornhall 2004). En av lärarna (Lärare C) i denna undersökning har inkluderat moment i evolutionsundervisningen där skapelseberättelser från olika religioner har jämförts med evolutionen som vetenskapen ser på den och en annan lärare säger att han/hon presenterar religiös tro som ett alternativ (Lärare E). Jag ser en fara i om eleverna inte förstår skillnaden mellan religiös tro och vetenskap; om de tror att det finns likvärdiga alternativ som de kan välja emellan. Biologilärare är dessutom oftast inte kompetenta att undervisa i religion (om de inte också är behöriga religionslärare, vilket torde vara en ovanlig ämneskombination). Enligt Kornhall (2004) är det inte lyckat att *jämställa* skapelseberättelser med den naturvetenskapliga förklaringen av livets utveckling i

biologiundervisningen. Detta är heller inte förenligt med gällande styrdokument (Skolverket 2007).

Måste eleverna tro på evolutionsteorin?

När man *tror* att något är sant behöver det inte finnas skäl eller bevis för detta men om man har *kunskap* om något måste finnas vetenskapliga skäl (se Smith och Siegel 2009 för en omfattande filosofisk diskussion om detta). Det kan dock vara att man inte tror på något, t.ex. evolutionsteorin, fastän man är medveten om många observationer som tyder på att den är sann. Sådan tro är ofta motståndskraftig mot att förändras (Smith och Siegel 2009). Alla har rätt till en likvärdig undervisning enligt Skollagen (Utbildningsdepartementet 2010) och det är därför viktigt att elever, oavsett livsåskådning undervisas om evolutionsteorin. Allt annat strider mot gällande läroplan (Lpf94) och kursplan för Biologi A (Skolverket 2010a). Kornhall (2004) skriver att

(all) undervisning skall självklart ske i en anda av respekt för varje elevs tro och övertygelse. Samtidigt är det oundvikligt att en elev som tolkar av 1: a moseboken bokstavligt kommer att känna sig hotad av vetenskapliga observationer. Om en elev har en sådan tro så är det inget fel på skolan om den åsikten och den eleven blir utmanad. Tvärtom skulle läraren mer eller mindre begå tjänstefel om så inte skedde. Kanske byter inte eleven åsikt, vilket inte är målet med undervisningen. Men vad som är viktigt är att eleven förstår varför vetenskapen har den åsikt som den har (s. 29).

Han menar alltså att målet inte är att övertyga skapelsetroende elever, men att elevernas ståndpunkter ska utmanas med vetenskapliga resonemang.

Ingen av lärarna som intervjuades i den här undersökningen hade som mål att eleverna skulle tro på evolutionsteorin utan målet var att de skulle ha kunskap (främst fakta och förståelse, men med inslag av förtrogenhet) om den. Smith (2010a) frågar sig om att ett mål att eleverna ska tro på någonting är förenligt med ett demokratiskt samhälle. Det kan dock vara svårare att lära sig något på djupet om man inte tror att det är sant (Smith 2010a). Det finns heller ingen konsensus bland publikationer på området hur lärare bör göra för att undvika att elever blockerar sitt lärande på grund av sin skapelsetro (se Andersson och Wallin 2006 och referenser däri). De flesta lärare i den här studien säger att deras elever på Naturvetenskapsprogrammet genomgående har klarat sig bra, det vill säga har kunnat redogöra för evolutionsteorin, även om de inte har trott på den.

Innehållsspecifika aspekter inom evolution

Evolutionär tid

Att få en känsla för att evolutionen har tagit lång tid och att människan bara har funnits under en liten bråkdel av livets historia är viktigt enligt lärare som har intervjuats i den här studien. Andersson och Wallin (2006) skriver att det är viktigt att konkretisera evolutionär tid för att eleverna ska förstå. Detta är precis vad flera av lärarna i den här studien säger att de brukar göra genom att använda snören eller måttband och markera viktiga händelser i livets historia. Cately och Novick (2009) menar att om eleverna får förståelse för evolutionär tid ("deep time"), så underlättas acceptansen för evolutionen eftersom det resulterar i att eleverna lättare förstår att 1) evolutionen har tagit mycket lång tid och 2) att små förändringar i egenskaper kan ackumuleras över tiden och till sist bli stora förändringar. Jordens ålder är dessutom föremål för dispyter eftersom Gud skapade jorden och allt liv på jorden för ett fåtal tusen år sedan enligt bokstavliga tolkningar av Bibeln (och andra religiösa skrifter) medan evolutionen av allt liv tog flera miljarder år enligt den naturvetenskapliga världsbilden (Cately och Novick

2009). Här är det viktigt att återigen diskutera naturvetenskapens natur och vilka observationer som finns som stöder den naturvetenskapliga uppfattningen om jordens historia.

Evolutionen har inget syfte eller mål

De sju lärarna som intervjuades i detta arbete har enligt vad de berättar alla stött på vardagsföreställningen att evolutionen har ett syfte eller mål och verkar arbeta aktivt med denna föreställning. Det är inte bara troende elever som föreställer sig att organismernas egenskaper har utvecklats efter behov, enligt några av lärarna i denna studie. Att ett ändamålstänkande är en vanlig vardagsföreställning hos elever finns dokumenterat av ett flertal tidigare studier (Smith 2010b och referenser däri). Detta tänkande är allmänt hos oss människor och kan hänga ihop med att vi ofta resonerar hur vi ska göra för att uppnå ett visst mål (Zetterquist 2003; Andersson och Wallin 2008). Lärare F säger i intervjun om ändamålstänkandet att ”den förståelsen är så rotad i vårt tänkande så att när man ska börja förklara olika saker så kommer man ändå in på ändamålsförklaringar. Så att, det är väl där det är svårt att förstå att det kan bli någonting så ändamålsenligt utan att det finns något ändamål.”

Naturligt urval och slumpens roll

Elever kan ha svårt att acceptera hur all mångfald av organismer kan ha utvecklats med hjälp av slumpen. Enligt Wallin (2004) är det ett hinder för lärandet av evolution att inte acceptera slumpens roll. Att skilja på de slumpmässiga² (mutationer) och icke-slumpmässiga (naturligt urval) processerna förtydligar och förklarar hur så ändamålsenliga organismer kan evoluera fram (Bishop och Anderson 1990; Andersson och Wallin 2006; Smith 2010b). Laborationen Aves Papyrus (se Kornhall 2008b) som flera av lärarna har använt sig av är ett exempel på hur slumpens roll kan illustreras. Pappersfåglarna flyger bättre och bättre trots att ingen designar dem. Eleverna kastar tärning och en ny mutation uppkommer. Fåglarna får tävla mot varandra. Om denna mutation ger en fågel som flyger bättre förs egenskapen vidare till nästa generation. Det är dock viktigt att eleverna verkligen förstår vad som motsvarar mutationer och naturligt urval och att de får chansen att diskutera och resonera.

Begreppet anpassning

Det är dokumenterat att begreppet anpassning kan innebära missuppfattningar i evolutionsundervisningen (Smith 2010b och referenser däri). För att undvika missuppfattningar rekommenderar Wallin (2004) att lärare som undervisar i evolution *inte* använder begreppet anpassning till en början eftersom ordet har många olika betydelser även inom den biologiska vetenskapen. Hon rekommenderar istället att begreppet *ackumulering* används som kanske bättre ger associationer till vad evolutionär anpassning egentligen är, nämligen att alleler för fördelaktiga egenskaper ackumuleras över tiden i populationen. En av lärarna i den här undersökningen använde inte ordet anpassning i evolutionära sammanhang utan förknippade det med enbart med anpassning av en individ inom toleransområdet. En annan lärare introducerar begreppet *adaptation* som evolutionär anpassning. Ingen av de som blev intervjuade använde dock ordet *ackumulering* i sina resonemang. Fyra av de sju lärarna var dock tydligt medvetna om begreppets tvetydighet och arbetade aktivt med eleverna för att de skulle förstå ordets mening i evolutionära sammanhang.

² Även genetisk drift är en slumpmässig process, men den diskuteras inte mycket i pedagogisk litteratur även om begreppet tas upp i t.ex. läroboken Spira Biologi A (Björndahl m.fl. 2007).

Följder av evolutionsundervisning

Kränkning av religiösa elever

Flera av lärarna har tänkt på att eleverna kan känna sig kränkta av evolutionsundervisningen och har ändrat den för att inte trampa på några tår. Lärare C säger till exempel att "... jag är inte alls troende själv... så jag är väl ganska rädd för att trampa på några tår." Den svenska skolan är icke-konfessionell så allas religiösa övertygelser måste respekteras (Lpf94). Kornhall (2004) som tidigare arbetade som lärare på Livets ords skola berättar i sitt examensarbete hur elever som är uppväxta i en miljö med skapelsetro kan förlora fotfästet om de börjar tvivla på sin skapelsetro, eftersom hela deras världsbild kommer i gungning. Det är därför viktigt att då kunna ta hand om sådana situationer. Kornhall (2004) betonar att

(en) av de allra viktigaste aspekterna att komma ihåg är att eleven måste förstå att ingen vetenskap är ett hot mot en generell tro på ett övernaturligt väsen. Att eleven förstår att läraren inte förkastar kristen tro eller någon annan religion som sådan. (s. 28)

Sundén och Blom (1998) berättar i sitt examensarbete om ungdomar som i den kommunala grundskolan har utsatts för kränkningar av både kamrater och lärare på grund av sin skapelsetro och av den anledningen senare valt att gå på den kristna skolan Livets Ords gymnasium. Det är ett misslyckande från den kommunala skolan om inte alla elevers åsikter och religiösa tro kan respekteras. Alla måste kunna känna sig välkomna i skolan och ingen ska behöva uppleva att bli kränkta eller diskriminerade (Lpf94). Skolan måste därför arbeta aktivt mot detta.

Att använda evolutionen som argument för eller emot etiska ställningstaganden

Evolutionen saknar mål och är fullständigt neutral i förhållande till människans värderingar. Varje försök att söka stöd i den moderna utvecklingsläran i etiska — eller oetiska — frågor är ett missbruk av denna vetenskap, (s. 26)

enligt Torbjörn Fagerström (1988). Han menar alltså att det inte går att argumentera för eller emot olika etiska ställningstaganden genom att använda evolutionsteorin eftersom evolutionen beskriver hur något (naturen) är och inte hur det bör vara.

Även om evolutionsteorin är värdeneutral så kan det uppstå etiska diskussioner och ställningstaganden som följd av undervisningen. Insikten om att vi alla har ett och samma ursprung och att människan inte är skapelsens krona, kan leda fram till en värdeordning för allt liv på jorden. Detta är ett viktigt syfte med evolutionsundervisningen för en av lärarna (G). Han/hon såg även att alla människors gemensamma ursprung kan leda till ställningstagandet att alla människor har lika värde. Ingen av de andra intervjuade lärarna nämner någon sådan koppling. Människors lika värde och en värdeordning för allt liv är ställningstaganden som kan resultera av evolutionsundervisningen enligt Zetterqvist (2003) som intervjuat NO/biologilärare på högstadiet.

Lärare G, som är en av de lärare som har reflekterat mest över evolutionsundervisningen, ser dock en fara i att eleverna får för ytliga kunskaper om evolutionsteorin. Han/hon hävdar att det då finns en fara i att de kan tillämpa den fel och använda den som rasbiologiska eller rashygieniska argument, t.ex. för att inte behandla vissa sjukdomar, eller indelning av människan i olika raser. Om detta har jag inte funnit några diskussioner i pedagogisk litteratur.

Validitet, reliabilitet och generaliserbarhet

Validitet är frånvaro av systematiska fel, det vill säga vi mäter det vi vill mäta, medan reliabilitet mäter frånvaron av slumpmässiga fel (Esaiasson m.fl. 2007). Eftersom jag har valt att undersöka hur gymnasielärare resonerar om sina erfarenheter om evolutionsundervisning och hur de gör olika didaktiska val så har jag intervjuat just gymnasielärare för att ta reda på detta. Jag kan dock inte säga något om vad som i realiteten sker i gymnasieskolornas evolutionsundervisning – om det som lärarna berättar stämmer. För att ta reda på detta måste andra metoder användas, till exempel observationer. Jag bedömer att metodvalet och undersökningsgruppen är lämplig för studiens syfte och att begreppsvaliditeten är god. Reliabiliteten är svårare att bedöma. Eftersom samtalsintervjuer inte är helt förutbestämda och metodval (t.ex. val av följdfrågor) tas under intervjuens gång påverkar intervjuarens erfarenheter reliabiliteten mycket (Kvale 1997). Som oerfaren intervjuare har jag till exempel vid något tillfälle omedvetet ställt ledande frågor, särskilt i den första intervjun, vilket kan ha påverkat resultatet något. Om jag har varit osäker på vad respondenten har menat med ett uttalande har jag bett honom/henne klargöra för att undvika missförstånd. Jag har inte upplevt att lärarna har gett motsägelsefulla utsagor; de har varit konsekventa när de har berättat om sina erfarenheter och vilka motiv de har för sina didaktiska val. Med andra ord har jag försökt att maximera reliabiliteten genom att ställa följdfrågor för att få svar på vad lärarna har menat.

Intervjuundersökningen bygger på ett fåtal intervjuer som inte är representativa för svenska gymnasielärare i biologi på gymnasiet. Då hade behövts en annan metod (t.ex. enkät), ett större slumpmässigt urval för att få fram en representativ undersökningsgrupp (Esaiasson m.fl. 2007). Det går därför till exempel inte att dra slutsatser om hur vanliga vissa uppfattningar är bland biologilärare i allmänhet. Jag har försökt hitta respondenter som är olika varandra för att öka utfallsrummet eftersom jag är intresserad av möjliga utfall. Men generaliserbarheten blir ändå inte särskilt stor, även om vissa strukturer och åsikter sannolikt skulle återkomma om studien gjordes om med andra respondenter. Det jag har fått fram (t.ex. missuppfattningar som observerats hos elever av lärarna) bekräftas av annan pedagogisk litteratur vilket ändå visar på studiens användbarhet.

Slutreflektioner

Den här studien har visat hur några gymnasielärare beskriver sina erfarenheter om evolutionsundervisning och hur de gör didaktiska val. Lärarna som har intervjuats visar genomgående goda kunskaper inom ämnet evolution och är väl medvetna om betingelser för att lyckas med undervisningen i evolution som tidigare är beskrivna i didaktisk litteratur (t.ex. Andersson och Wallin 2008, Smith 2010b). Om detta är generellt för gymnasielärare i biologi eller inte går inte att säga med den här studien eftersom urvalet är litet och strategiskt. För att göra en studie mer generaliserbar krävs kvantitativa metoder och då är det lämpligare att använda enkät som metod och göra ett representativt urval av den grupp som ska undersökas.

Det finns ganska få studier som har fokuserat på lärares metodval och kopplat dessa till elevers resultat (se Wallin 2004). Så vitt jag vet har ingen tidigare undersökt hur svenska gymnasielärare beskriver sin ämnesdidaktiska kompetens och hur de motiverar didaktiska val inom evolution. Det behövs ytterligare forskning på området. En studie som denna skulle dessutom kunna kompletteras med observationer i klassrummet för att ta reda på hur evolutionsundervisningen i realiteten går till och för att ta reda på hur lärarnas metoder fungerar i praktiken.

En intressant kunskapslucka som jag har identifierat är hur lärare får elever förtrogna med evolutionsteorin för att undvika oönskade följemeningar som kan leda till missbruk i

rasistiska och rashygieniska syften. Jag har inte kunnat hitta någon studie om detta. Det skulle vara intressant att utforska denna aspekt av evolutionsundervisningen vidare.

Tack

Ett stort tack riktas till de gymnasielärare som har valt att ställa upp på att bli intervjuade och dem som har hjälpt mig att hitta lämpliga personer att intervjua. Jag riktar också mitt tack till Per Kornhall och Elisabeth Långström för litteraturtips och respons på mitt upplägg. Min handledare Robert Ekblom har gett återkoppling på mina idéer och kommenterat och gett förslag på förbättringar på en tidigare version av denna text. Märta Nordlander läste en tidigare version av texten mycket noggrant, vilket resulterade i ytterligare förbättringar. Jag tackar Malin Löfstedt och Maria Pettersson för intressanta diskussioner, viktiga litteraturtips och konstruktiva förslag.

Referenslista

- Abd-El-Khalick, F. (2005). Developing deeper understandings of nature of science: the impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning. *International Journal of Science Education* 27, nr 1, 15-43.
- Abd-El-Khalick, F., och N.G. Lederman (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education* 2, nr 2,665-701.
- Andersson, Björn och Frank Bach (2005). On designing and evaluating teaching sequences taking geometrical optics as an example. *Science Education*, 89, 196-218
- Andersson, Björn och Anita Wallin (2006). On developing content-oriented theories taking biological evolution as an example. *International Journal of Science Education* 28, 673-695
- Andersson, Björn (2008). *Att förstå skolans naturvetenskap. Forskningsresultat och nya idéer*. Lund: Strudentlitteratur.
- Baumgartner, Erin och Kanesa Duncan (2009). Evolution of Students' Ideas About Natural Selection Through a Constructivist Framework. *American Biology Teacher* 71, nr 4, 218-227.
- Bishop, B. A., och Anderson, C. W. (1990). Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 415-427.
- Björndahl, Gunnar, Birgitta Landgren och Mikael Thyberg. (2007). *Spira. Biologi A*. Stockholm: Liber.
- Bråkenhielm, Carl Reinhold och Torbjörn Fagerström (2005). *Gud & Darwin – känner de varandra?* (andra upplagan). Stockholm: Verbum.
- Cately, Kefyn M. och Laura R. Novick (2009) Digging deep: exploring college students' knowledge of macroevolutionary time. *Journal of Research in Science Teaching* 46, 311-332
- Colburn, Alan och Laura Henriques (2006). Clergy views on evolution, creationism, science, and religion. *Journal of Research in Science Teaching* 43, 419-442
- Darwin, Charles (1859). *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. London: John Murray.
- Endler, J. A. 1986. *Natural selection in the wild*. Princeton (USA): Princeton Univ. Press.
- Eriksson, Catarina, Emma Fjellman och Johanna Holgersson (2006). *Evolution. En studie av kunskapsnivå och dess koppling till elevers inställning till livets utveckling*. Uppsala: Lärarexamensarbete vid Uppsala universitet.
- Esaiasson, Peter, Mikael Gilljam, Henrik Oscarsson och Lena Wängnerud (2007). *Metodpraktikan*. Stockholm: Norstedts Juridik.
- Fagerström, Torbjörn (1988). Fyra missuppfattningar om den moderna utvecklingsläran. *Forskning och Framsteg* 1, 20-26
- Gould, Stephen Jay (1999). *Rocks of ages. Science and religion in the fullness of life*. New York: Ballentine
- Hua Liu, Charlotte och Robert Matthews (2005) Vygotsky's philosophy: Constructivism and its criticisms examined. *International Education Journal* 6, 386-399
- Kornhall, Per (2004). *Kreationism i den svenska allmänna skolan och i de konfessionella friskolorna*. Examensarbete, Gymnasieläraryrket Uppsala Universitet. Rapport GY04051.

- Kornhall, Per (2008a). *Skapelsekonspirationen: fundamentalisternas angrepp på utvecklingsläran*. Stockholm: Leopard.
- Kornhall, Per (2008b). Kan slumpen designa? *Bi-lagan* nr 3, 16-18. <http://www.bioresurs.uu.se>
- Kvale, Steinar (1997). *Den kvalitativa forskningsintervjun*. Lund: Studentlitteratur.
- Lederman, N.G. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future. I S.K. Abell & N.G. Lederman (Red). *Handbook of Research in Science Education* (s. 729-780). Mahwah New Jersey, USA: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lindström, Lars (2005). Gardner om hur vi tänker. I Forsell, Anna (red) *Boken om pedagogerna*. Stockholm: Liber.
- Lindström, Gunnar och Lars Åke Pennlert (2009). *Undervisning i teori och praktik – en introduktion i didaktik*. Umeå: Fundo förlag
- Lpf 94(2009) Läroplan för de frivilliga skolformerna. Lpf 94. Stockholm: Fritzes.
- Narguizian, Paul. (2005). Understanding the Nature of Science through Evolution. *Science Teacher* 71, nr 9, 40-45.
- Molander, Bengt (1988). *Vetenskapsfilosofi. En bok om vetenskapen och den vetenskapande människan*. Stockholm: Thales.
- Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik (2008). Tankekartan kring Evolution. *Bi-lagan* nr 3, 14-15 <http://www.bioresurs.uu.se>
- PUL 1998:204(2010). Personuppgiftslag. (1998: 204) Svensk författningssamling (SFS). Stockholm: Justitiedepartementet. <http://www.riksdagen.se/webbnav/index.aspx?nid=3911&bet=1998:204>
- Sandoval, W.A. (2003). *Journal of the Learning Sciences* 12, nr 1, 5-51.
- Smith, Mike U. (2010a). Current Status of Research in Teaching and Learning Evolution: I. Philosophical/Epistemological Issues. *Science & Education* 19, 523–538
- Smith, Mike U. (2010b). Current Status of Research in Teaching and Learning Evolution: II. Pedagogical Issues. *Science & Education* 19, 539–571
- Smith, Mike U. och Harvey Siegel (2004). Knowing, Believing, and Understanding: What Goals for Science Education? *Science & Education* 13: 553–582
- Skolverket (2007). Uppföljning av utbildningsinspektion i den fristående gymnasieskolan Andreasgymnasiet i Stockholm. Beslut 2007-11-13. <http://www.skolverket.se/content/1/c6/01/03/37/Uppf%F6ljningsbeslutAndreas.pdf> (2010-11-28)
- Skolverket (2010a). *Kursinformationssystemet för skolan*. <http://www3.skolverket.se/ki03/front.aspx?sprak=SV&ar=1011&infotyp=5&skolform=21&id=2909&extraId=> (2010-11-28)
- Skolverket (2010b). Skolverkets föreskrifter om ämnesplan för ämnet biologi i gymnasieskolan. Statens skolverks författningssamling (SKOLFS) 2010:106. Stockholm: Skolverket. <http://www.skolverket.se/skolfs?id=1774>
- Sundén Lars och Magnus Blom (1998). *Ord om livet. Attityder till evolution bland elever på Livets Ords kristna gymnasium. Tankar om undervisning som rör livets uppkomst och utveckling*. Uppsala: Lärarexamensarbete vid Uppsala universitet.
- Säljö, Roger (2005) L. S. Vygotskij – forskare, pedagog och visionär. I Forsell, Anna (red) *Boken om pedagogerna*. Stockholm: Liber.
- Trost, Jan (2010). *Kvalitativa intervjuer*. Lund: Studentlitteratur.
- Utbildningsdepartementet (2010). Skollag (1985:1100) <http://www.riksdagen.se/webbnav/index.aspx?nid=3911&bet=1985:1100> (2010-11-28)
- Ulfstrand, Staffan (2008). Darwins idé – den bästa idé någon någonsin haft och hur den fungerar idag. Symposium.
- Washington Post (2006-08-06). *Nothing Wrong With Kansas. State voters move science education out of the Victorian era*. <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2006/08/05/AR2006080500718.html> (2011-01-27).
- Wallin, Anita (2004). *Evolutionsteorin i klassrummet. På väg mot en ämnesdidaktisk teori för undervisning i biologisk evolution*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Zetterqvist, Anne (2003). *Ämnesdidaktisk kompetens i evolutionsbiologi. En intervjuundersökning med no/biologilärare*. Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.

Tabell 1. Intervjuguide. Intervjufrågor i kursiv stil har lagts till efter den första intervjun.

Kategori	Frågor	Begrepp
Introduktion	<p>Ålder, kön, utbildning, erfarenhet, examen (antal biologipoäng, <i>ingick evolution</i>)</p> <p>Vilka fler ämnen, undervisar du i?</p> <p>Vilket ämne behärskar du bäst, tycker du?</p> <p>Vilka ämnesområden behärskar du bäst inom biologiämnet?</p> <p>När undervisade du senast på kursen BiA?</p> <p>Hur många gånger (ungefär) har du undervisat på kursen?</p>	Bakgrund, utbildning, arbetslivserfarenhet
Syfte och mål	<p>Tycker du att det viktigt att undervisa i evolution och varför?</p> <p>Vad är det viktigt att eleverna lär sig/förstår?</p>	
kunskap och intresse	<p>Tycker du att du har goda/tillräckligt goda kunskaper om evolutionsteorin?</p> <p>Hur har du skaffat dig kunskaperna (kurser, fortbildning, läst på egen hand etc)</p> <p>Känner du dig säker på evolutionsteorin när du undervisar?</p> <p>Är det roligt/spännande?</p> <p>Hur var det när du var nyexaminerad (skillnad när det gäller evolutionsundervisning)?</p>	Ämneskompetens Utveckling
didaktiska val (vad- och hur-frågan)	<p>Hur stor andel av tiden lägger du ned på evolutionsteori (evolutionens mekanismer, artbildning etc) inom BiA och vilken ordning tar du upp avsnitten (före efter ekologi, genetik, systematik eller kontinuerligt under kursen)?</p> <p>Hur går du till väga när du ska undervisa i evolution?</p> <p>Vad brukar du ta upp först?</p> <p>Vilka metoder använder du (föreläsningar, diskussioner, laborationer etc.)</p>	Ordning, andel av kursen, metodval
	<p>Vad är svårigheten/vad missuppfattas lätt av eleverna?</p> <p>Brukar eleverna förstå begrepp som naturligt urval, mutationer och anpassning?</p> <p>Hur förklarar du begreppet anpassning ...?</p> <p><i>Vad är det viktigt att eleverna känner till/kan innan evolutionsundervisningen börjar?</i></p> <p><i>Vad känner eleverna till om vetenskapliga teorier (hypotetiska, väl underbyggda)?</i></p>	kända missuppfattningar vardagsföreställningar viktiga begrepp "nature of science"
Synen på evolutions-teorin	<p>Hur ser du på evolutionsteorins status i förhållande till andra naturvetenskapliga teorier som t.ex. gravitationsteorin?</p> <p><i>Vad i evolutionsteorin gör den viktig/inte så viktig?</i></p>	Vetenskapssyn, "nature of science" säker teori

Tabell 2. Grundfakta om respondenterna. För att garantera respondenternas anonymitet har enbart variabler som är intressanta för den här studien inkluderats.

Lärare	Åldersgrupp	Erfarenhet, antal år som lärare	Undervisat på kursen (ggr)	Utbildning, antal år biologi*	Behörighet, ämnen	Favoritområde inom biologin
A	40-44	ca 10	10	4	Bi + Nk	mikrobiologi
B	40-44	4-5	10	3 + 4	Bi + Nk + Ke	genetik, genteknik
C	30-34	4-5	4	3	Bi + Nk	genetik, cellbiologi
D	60-64	ca 40	12	2	Bi + Ke	ekologi
E	35-39	ca 15	3	3	Bi + Nk + Ke	ekologi, zoologi
F	45-50	ca 10	5	3 + 2	Bi + Nk + Ke	utvecklingsbiologi, evolution
G	40-44	ca 15	5	3 + 2	Bi + Ke	evolution

* Grundutbildning till och med masternivå + forskarutbildning i förekommande fall

Tabell 3. Didaktiska val. Vilken ordning läraren helst vill presentera avsnitt på Biologi A, hur stor andel av kursen som är evolution (livets uppkomst, livets historia och evolutionens mekanismer) och vilka metoder som används i evolutionsundervisningen.

Lärare	Andel evolution (%)	Avsnitt före	Avsnitt efter	Metoder
A	16	ekologi	genetik	genomgångar, diskussioner, laborationer
B	18	intro om celler och molekyler	ekologi, genetik	genomgångar, diskussioner, laborationer, museibesök
C	20	systematik, genetik	ekologi	genomgångar, grupparbeten, diskussioner, laborationer
D	17	ekologi, genetik		genomgångar, laborationer, exkursion, diskussioner
E	15	ekologi, botanik, genetik, cellbiologi	etologi	genomgångar, diskussioner, fördjupningsarbeten
F	25	intro om celler, molekyler och organismvärlden	genetik, ekologi	genomgångar, grupparbeten, laborationer, museibesök
G	22	intro om ekologi, celler molekyler och systematik	ekologi, genetik	genomgångar, diskussioner, laborationer

Bilaga 1. Brev till respondenter

Jag heter Johanne Maad och går sista terminen på lärarprogrammet på Uppsala universitet och ska precis börja med mitt examensarbete. Syftet med mitt examensarbete är att få en bild av hur lärare på gymnasiet undervisar i evolution. Undersökningen kommer att bygga på intervjuer av lärare som undervisar på kursen Biologi A.

Har du arbetat som biologilärare på gymnasiet i minst tre år?
Undervisar du/har du undervisat om livets evolution på kursen Biologi A?
Kan ställa upp på att bli intervjuad av mig?

Information om intervjun: Jag är intresserad av att veta hur du lägger upp undervisningen, vilka begrepp du förklarar och vad elever ibland missuppfattar. Jag kommer även att fråga hur stor del av kusen du ägnar åt livets evolution och vilken ordning du presenterar olika moment. Det vore därför bra om du kunde ha lärobok och översiktliga lektionsplaneringar/kursplanering till hands under intervjun.

Med vänliga hälsningar
Johanne Maad

xxxx.xxxx@xxxx.x
Tel xxxxxxxxxxxxxx