

LIVETS EVOLUTION

PROJEKT NORDLAB-SE
Inst för pedagogik och didaktik
Göteborgs Universitet
Box 300, SE-405 30 GÖTEBORG

Hemsida: <http://na-serv.did.gu.se/nordlab/>
Tel: +46-(0)31-7731000 (växel)
Fax: +46-(0)31-7732060
E-post: anita.wallin@ped.gu.se

Projektgrupp: Björn Andersson (projektledare), Frank Bach, Birgitta Frändberg, Ingrid Jansson,
Christina Kärrqvist, Eva Nyberg, Anita Wallin, Ann Zetterqvist

Nordisk kontaktgrupp: Albert Chr. Paulsen (DK), Irmeli Palmberg (FI), Stefán Bergmann (IS),
Anders Isnes (NO)

OM PROJEKTET NORDLAB

NORDLAB är ett projekt som går ut på att genom nordiskt samarbete ge framför allt lärare i naturvetenskapliga ämnen redskap att förbättra och förnya sin undervisning. Matematik och teknik kommer också in i bilden. Ämnesdidaktiska forskningsresultat och annat nytänkande är centralt för projektet, liksom ambitionen att verksamhet och produkter skall framstå som intressanta och användbara för den arbetande läraren i skolan.

Initiativtagare till projektet är Nordiska Ministerrådet genom 'Styringsgruppen for Nordisk Skolesamarbejde.' Ministerrådet är också finansierare av projektets samnordiska delar.

NORDLAB leds av en projektgrupp med följande medlemmar

Ole Goldbech och Albert Chr. Paulsen (DK)
Veijo Meisalo (FI)
Baldur Gardarsson (IS)
Thorvald Astrup (NO)
Björn Andersson (SE)

Denna nordiska projektgrupp anser att en lämplig metod att nå fram till lärarutbildare och lärare med nya idéer, med den ämnesdidaktiska forskningens senaste rön och med reflekterande praktikers erfarenheter, är att skapa och utpröva ett material av workshop-karaktär, som kan användas på ett flexibelt sätt i lärarutbildning, lärarfortbildning, studiecirkel och för självstudier.

Inom ramen för NORDLAB svarar varje nordiskt land för ett delprojekt med följande innehåll:

- experimentellt arbete (DK)
- IT som redskap för kommunikation, mätning och modellering (FI)
- samhällets energiförsörjning (IS)
- elevers självvärdering som ett sätt att förbättra lärandet (NO)
- senare års forskning om elevers tänkande och möjligheter att förstå naturvetenskap, och vad denna forskning betyder för undervisningen (SE)

Det svenska delprojektet (NORDLAB-SE) finansieras av Utbildningsdepartementet och Skolverket

© Projektet NORDLAB-SE, Enheten för ämnesdidaktik, IPD, Göteborgs universitet.

Detta arbete är belagt med copyright. Det får dock kopieras av enskilda personer för användning i hans eller hennes undervisning, t. ex. lärarutbildning eller fortbildning. Källan skall anges.

OM PROJEKTET NORDLAB-SE

Syfte

NORDLAB-SE behandlar, i form av ett antal enheter eller 'workshops', några aspekter av det spännande företag som kallas naturvetenskap. Ett genomgående drag i dessa workshops är att de tar upp senare års forskningsresultat angående elevers vardagsföreställningar om naturvetenskapliga företeelser. Syftet är att göra dessa resultat kända och presentera dem så att läsaren/workshopdeltagaren stimuleras att vidareutveckla skolans naturvetenskapliga undervisning.

Tonvikt på förståelse

Naturvetenskap går primärt ut på att förstå. Vi vill lyfta fram detta karaktärsdrag därför att vi tror att förståelse ger en inre tillfredsställelse och stimulerar till fortsatt lärande, oavsett om man är barn eller vuxen, novis eller expert.

Teman

Naturvetenskapens arbetssätt. Inom detta tema behandlas växelspelet mellan teori och observationer, liksom hur man väljer lämpliga system och att genomför kontrollerade experiment.

Naturvetenskapens innehåll. Elevernas möjligheter att förstå skolkursernas innehåll står i fokus för detta tema. Såväl biologi, som fysik och kemi behandlas.

Naturvetenskapen i samhället. I detta tema ingår frågor om natur och moral och hur elever uppfattar vissa miljöproblem ur både natur- och samhällsperspektiv. Vi tar också upp hur förståelse kan fördjupas genom att man sätter in sitt kunnande i olika sammanhang.

Användning

Framtagen materiel kan användas i många olika sammanhang:

- i grundutbildningen av lärare
- som del av, eller hel, fristående universitetskurs
- som underlag för en studiecirkel på en skola
- vid fortbildningsdagar
- för självstudier

Våra workshops skall ej uppfattas som lektionsförslag, men de innehåller åtskilligt som är användbart för den undervisande läraren i skolan, inte minst ett stort antal problem som stimulerar och utmanar eleverna, och som sätter fingret på väsentligheter i den naturvetenskapliga begreppsbildningen.

Framtagen materiel

Projektet har producerat 23 workshops. Samtliga kan laddas ner, var och en för sig, som pdf-filer från internet. Vidare har en hel del materiel som berikar och fördjupar olika workshops utvecklats:

- internetbaserade kunskapsdiagnoser
- animationer av astronomiska förlopp (Quicktime-filmer)
- internetbaserade interaktiva prov för lärande och självdiagnos

För vidare information, se: <http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/se.html>

INNEHÅLL

GEPARDER	5
ÄNDER	7
HUR TÄNKER DINA ELEVER?	9
Sex uppgifter för diagnos eller utvärdering	9
ELEVFORESTALLNINGAR	11
Evolution vid behov	11
Evolution genom brist på användning	11
Anpassning - ett ord med flera betydelser	12
Olika typer av biologiska orsaksförklaringar	13
Variation	14
Hur kom växter och djur till?	15
UNDERVISNINGSEXPERIMENT	17
En modell för begreppsförändring och dess tillämpning	17
Begreppsförändring och begreppsekologi	18
ATT LÄSA	20
NOTER	21
REFERENSER	22
BILAGA 1: TEORIN OM EVOLUTION GENOM NATURLIGT URVAL	23
BILAG 2: SEX BIOLOGIUPPGIFTER	26

LIVETS EVOLUTION

Att undervisa om livets evolution är att låta elever få ta del av sin utvecklingshistoria, dvs. den som börjar med själva livets uppkomst för mer än 3 miljarder år sedan och som alltså pågår. I denna workshop fokuseras elevuppfattningar och undervisningsidéer med anknytning till teorin om naturligt urval. Workshopen inleds med att läsaren analyserar elevsvar på två problem som gäller att förklara hur geparden utvecklats till sin förmåga att springa fort och hur änder fått simhud mellan tårna. Sedan redovisas forskningsresultat angående hur elever förklarar olika aspekter av evolutionen, bl. a. hur egenskaper uppstår och förs vidare. Slutligen beskrivs några undervisningsexperiment. I workshopen ingår också en metod att enkelt få en överblick över hur eleverna i en klass tänker om evolutionära förändringar. I korthet går metoden ut på att eleverna svarar på frågor via Internet och skickar in sina svar till en databas. Genom att söka i denna, också via Internet, får läraren 'med några klick' fram en översikt av hur klassen svarat. Workshopen innehåller även läsförslag med både ämnesdidaktisk och ämnesteoritisk litteratur.

GEPARDER

Följande problem¹ har getts till många elever och studenter i olika länder, bl. a. Sverige:

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

Här följer tio svar från svenska studerande (19 –25 år), som är ordagrant återgivna.

1. Naturen har gjort så att geparden har varit tvungen att springa fortare för att överleva. Den som är bäst anpassad överlever.
2. De individer som kunde springa fortare blev gynnade av detta, tack vare att de hade större möjligheter att hinna i fatt byten, vilket därmed gav dem en större tillgång till föda, bättre livsbetingelser och bättre möjligheter till förökning.
3. Slumpen har medfört att vissa individer springer snabbare än andra. De har gynnats i större utsträckning än de som springer långsammare. Det naturliga urvalet har gjort att de djur som springer fortare dominerar populationen.
4. Rovdjuren har alltid utvecklats för att kunna livnära sig och sina ungar på jakten, medan andra djur som har varit bytesdjur, har utvecklats för att överleva så bra som möjligt. Så varje gång bytesdjuret utvecklas och blir lite snabbare, måste rovdjuret i sin tur bli snabbare för att överleva. Och så har det fortsatt för geparden och dess bytesdjur ända fram tills idag...
5. Alla varelser anpassar sig se bara på människan, den använder inte sin blindtarm längre men förr i tiden var den till stor nytta. Samma med geparderna de anpassar sig med åren.
6. Alla individer inom en art är olika. Det är slumpmässigt att vissa kan springa fort. Dessa har klarat sig bättre och lyckats föra sina "fortspringar-gener" vidare till nästa generation. Ju fortare djuret springer desto bättre jagare. Detta medför att den snabbaste klarar sig bäst.
7. Alla varelser utvecklas hela tiden för att anpassa sig till den tid den nu lever i. Förr i tiden behövde kanske inte Geparden kunna springa i mer än 30km/h.
8. Man kan anta att gepardens förfäder har utvecklats och blivit mer och mer lämpade för att springa fort. Kanske för att det har behövts för att klara sin överlevnad i den miljö de lever i. Sedan har de successivt utvecklats till dagens geparder.
9. Man utvecklas hela tiden och kommer på nya saker. Med tiden lär man sig att springa fortare. Det är ett sätt att undkomma sin fiende. Geparden är ett rovdjur vilket gör att den skall springa fort och jaga sitt byte. De skall även kunna vara smidiga och kunna smyga på bytena.
10. Dess förfäder har haft en maxhastighet på 30 km/ h och det har även de djur han jagat haft. När sedan "maten" lyckats överleva har de ofta varit snabbare och då har deras gener kommit vidare till snabba djur igen men då har ju även geparden fått utveckla sig för att kunna hinna ifatt sin mat för att inte dö ut och de har ju samma effekt som vad de gäller "maten" de snabbare har lyckats få föda och deras gener förts vidare.

UPPGIFT 1

Försök gruppera svaren i några olika kategorier utifrån hur eleverna resonerar. Försök också beskriva vad som är typiskt för varje grupp!
Diskutera dina grupperingar med andra!

ÄNDER

Följande problem² har getts till många elever och studenter i olika länder, bl. a. Sverige:

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

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

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

Siffrorna har följande betydelse:

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

B: Varför valde du detta svarsalternativ?

Här följer tio svar från svenska studerande (19 –25 år), som är ordagrant återgivna.

1. Simhud har uppkommit p.g.a. slumpmässiga mutationer, men hade änderna ej levt i vatten hade simhuden ej inneburit någon fördel och således hade de individer med simhud inte fört genen vidare. (Alt 4)
2. För att kunna leva i vatten måste de ha simhud mellan tårna. Annars skulle de så småningom dö ut. De behövde helt enkelt simhuden. (Alt 2)
3. Mutationer som gav simhud gjorde det möjligt för änderna att leva framgångsrikt i vatten. På så vis fördes den egenskapen vidare. (Alt 5)
4. För att jag tror att deras simhud utvecklades på grund av de levde i sådana förhållanden, där de behövde simhud för sin överlevnad. (Alt 2)
5. Jag tror inte att bara för att fåglar lever i vatten att de automatiskt får simhud. Det är mer troligt att det av en slump har uppkommit mutationer av änderna. Dels för att de ska klara sig bättre och för att deras miljö har ändrats. De har varit tvungna att anpassa sig. (Alt 4)
6. Naturen ser till att ge oss de sakerna vi behöver och tar bort det som vi inte har någon nytta av. (Alt 1)
7. Ingenting i evolutionen är slump. Om någon genförändring sker, beror det på att den fyller en funktion. (Alt 1)
8. Därför att det är slumpen som avgör. Anden själv kan inte välja simhud eller ej. Däremot så är det fördelaktigt vid simning, vilket gjort att det anlaget klarat sig bra och överförs vidare. (Alt 5)

9. För att det verkade vara den enda rätta. Vi människor är lika dana, förr så behövde vi starka tänder för att kunna äta det råa, sega köttet, men nu behöver vi inte det då vi har kniv och gaffel. Därför föds det idag barn som inte har några visdomständer. Jag har även hört att vi människor i framtiden kommer att födas utan lillfingrar, då vi inte behöver använda dem i vardagen längre. (Alt 1)
10. Jag tror att de blev att de fick anpassa sig till vattnet. Därför blev det så!! Det var menat att de skulle ha det! (Alt 2)

UPPGIFT 2

Försök gruppera svaren i några olika kategorier utifrån hur eleverna resonerar. Försök också beskriva vad som är typiskt för varje grupp! Diskutera dina grupperingar med andra!

UPPGIFT 3

1. Vilken kunskap prövar de två uppgifterna? Tycker du att det är viktig kunskap? Vad säger den kursplan som är mest aktuell för dig? Ger den någon vägledning?
2. Hur anser du att en elev bör kunna svara på dessa båda problem efter avslutad grundskola? Efter avslutat gymnasium?
3. Undersök några läroböcker. Vilken hjälp får eleverna att lösa de två uppgifterna om de studerar dessa?

HUR TÄNKER DINA ELEVER?

Det finns en hel del undersökningar som bidrar till svar på rubrikens fråga. Vi återkommer till dessa, och beskriver först en möjlighet att undersöka elevers föreställningar genom att ge dem ett antal uppgifter att lösa. Du kan ge dessa uppgifter före undervisningen som ett diagnostiskt test, under pågående undervisning för att 'kolla läget' eller kanske långt efter din undervisning om det aktuella området för att få inblick i elevernas bestående behållning.

Vi tillhandahåller uppgifterna i både tryckt form (kopieringsunderlag i bilaga 2) och via internet. Beträffande internetanvändningen, så kan uppgifterna besvaras i en vanlig browser (t.ex. Netscape eller Internet Explorer) från vilken dator som helst. Eleverna skickar in sina svar till en databas tillsammans med en klasskod. Både lärare och elever kan söka klassens resultat i basen genom att skriva in denna klasskod. För vidare instruktioner se:

<http://na-serv.did.gu.se/diagnos/diagnos.html>

Följande uppgifter ingår i vårt förslag:

Sex uppgifter för diagnos eller utvärdering

Uppgift 1

I en tidningsnotis kunde man för några år sedan läsa att 15% av eleverna i en skola drabbats av huvudlöss. Det påpekades att den exakta orsaken till denna epidemi inte var känd, men att det mesta pekade på att bekämpningsmedel inte hade någon effekt på lössen. Förklara varför bekämpningsmedel som en gång varit effektiva inte längre hade någon effekt på huvudlöss!

Uppgift 2

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

Välj det påstående som passar bäst med vad du anser!

- Individens behov av egenskapen
- Slumpvisa förändringar i arvsmassan
- Artens strävan efter att utvecklas
- Naturens strävan efter jämvikt

Uppgift 3

Människor är som du vet olika. Om man med lottens hjälp väljer ut 100 friska flickor eller pojkar som är lika gamla så kommer man att finna att de har olika längd, kroppsform, hudfärg, motståndskraft mot sjukdomar, känslighet mot ämnen (t.ex. allergier), temperament och så vidare.

Även prästkragar är olika. Om man väljer ut 100 friska prästkragar på en stor äng så kommer man att finna många olikheter bland dem.

- a) Ge exempel på några olikheter bland prästkragarna.
- b) Förklara hur det kan komma sig att prästkragarna är olika.

Uppgift 4

I en artikel i Svenska dagbladet den 4 januari 2000 kunde man bl. a. läsa:

'Flera larmrapporter säger att virus kan bli motståndskraftiga mot mediciner på samma sätt som överkonsumtion av penicillin och annan antibiotika har gjort att bakterier utvecklats resistens mot ett eller alla läkemedel. En okontrollerad användning av de nya virusmedicinerna, som kallas antiviraler, kan leda till problem av samma proportioner som multiresistenta bakterier.' Vidare framhölls: 'De fruktade virusen utvecklar motståndskraft mot den nya behandlingen, i vissa fall redan efter ett par dagar.'

Vilket av följande påståenden anser du bäst förklarar att virus 'utvecklar motståndskraft' mot antiviraler:

- Enskilda virus utvecklar resistens efter att ha blivit utsatta för antiviraler.
- Viruspopulationerna behöver bli antiviral-resistenta för att kunna överleva.
- Några få virus var antiviral-resistenta redan innan medlet började användas.
- Viruspopulationerna blev antiviral-resistenta av en slump.

Uppgift 5

Skörbjuggsörten växer på strandängarna vid havet. Den tål torka bra då den har köttiga, vattenlagrande blad. Hur skulle en biolog förklara hur skörbjuggsörtens köttiga blad har utvecklats, om man antar att skörbjuggsörtens förfäder hade betydligt tunnare blad? Förklara så noga du kan!

Uppgift 6

En population renar observeras vid en viss tidpunkt. Det fanns stor variation i benlängd. 20% klassades som kortbenta, 60% som något längre och 20% som långbenta.

Flera rengenerationer senare observeras populationen igen. Nu är det bara 10% som har korta ben, 40% som har något längre och hela 50% som har långa ben. Hur kan detta komma sig? Förklara så noga du kan!

UPPGIFT 4

1. Vilken kunskap prövas i diagnosen? Är det viktig kunskap? Motivera!
2. Hur anser du att en elev bör svara på uppgifterna efter avslutad grundskola? Efter avslutat gymnasium?
3. Ge diagnosen till en eller flera klasser!
4. Reflektera över de elevsvar du fått! Får du några uppslag till hur evolutionsundervisning kan bedrivas?
5. Föreslå ytterligare problem för att testa elevers kunnande om evolution.

ELEV FÖRESTÄLLNINGAR

Evolution vid behov

Två av svaren på det inledande problemet om gepardernas snabbhet hade följande lydelse:

- Naturen har gjort så att geparden har varit tvungen att springa fortare för att överleva. Den som är bäst anpassad överlever.
- Man kan anta att gepardens förfäder har utvecklats och blivit mer och mer lämpade för att springa fort. Kanske för att det har behövts för att klara sin överlevnad i den miljö de lever i. Sedan har de successivt utvecklats till dagens geparder.

Och här följer två av svaren på problemet om ändernas simhud:

- För att jag tror att deras simhud utvecklades på grund av att de levde i sådana förhållanden, där de behövde simhud för sin överlevnad.
- För att kunna leva i vatten måste de ha simhud mellan tårna. Annars skulle de så småningom dö ut. De behövde helt enkelt simhuden.

Det gemensamma för dessa svar är tanken att organismer utvecklar nya egenskaper därför att de behöver dem. Man kan karaktärisera detta tänkande som 'evolution vid behov'. Det är vanligt förekommande.

Evolution genom brist på användning

Så här löd en fråga som använts i amerikanska undersökningar³:

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

Två svar lyder:

- Genom att inte använda ögonen under många generationer så upphörde ögonen till slut att fungera.
- Kanske för att om dom inte använder den (synen) så förloras den.

Den här typen av svar skulle kunna beskrivas om att egenskaper/organ försvinner på grund av att de inte används.

Det är underförstått i elevernas svar att den gradvis försämrade förmågan att se ärvs, vilket kan sägas vara ett exempel på tanken att egenskaper som en individ förvärvar under sin livstid ärvs vidare.

Anpassning - ett ord med flera betydelser

Två av svaren på de inledande problemen ('geparder' och 'änder') har följande lydelse:

- Alla varelser utvecklas hela tiden för att anpassa sig till den tid den nu lever i. Förr i tiden behövde kanske inte Geparden kunna springa i mer än 30km/h.
- Jag tror inte att bara för att fåglar lever i vatten att de automatiskt får simhud. Det är mer troligt att det av en slump har uppkommit mutationer av änderna. Dels för att de ska klara sig bättre och för att deras miljö har ändrats. De har varit tvungna att anpassa sig.

Hur skall man här tolka innebörden i ordet anpassa? Elever på senare grundskole- och gymnasienivå använder relativt ofta ordet anpassa i sina svar på evolutionsproblemen, men det är inte lätt att förstå vad de menar med detta ord. I vårt språk kan anpassa ha flera olika betydelser.

Anpassa kan betyda 'fysiologisk omedelbar anpassning', t. ex. när pupillen drar ihop sig i starkt ljus eller när man ändrar ställning för att hålla balansen. Det kan också betyda 'fysiologisk fördröjd anpassning' exempelvis till stark sol genom att utveckla solbränna. Denna typ av anpassning är omedveten.

Ordet kan också betyda 'medveten anpassning', som när man anpassar sig till en ny arbetsplats genom att lära sig nya rutiner.

Anpassning har även en evolutionär betydelse, som när relativa andelen individer med en viss egenskap ökar eller minskar i en population allteftersom generationerna växlar. Också då egenskapen som sådan utvecklas i populationen talar vi om en evolutionär anpassning. Gepardexemplet tidigare innehåller både en frekvensökning och en utveckling av själva egenskapen. Sammanfattningsvis skulle man kunna säga att en evolutionär anpassning har skett i en population då vi fått en medelvärdesförändring av någon egenskap.

De första betydelserna torde vara begripliga för var och en eftersom de tillhör den dagliga erfarenhetsvärlden. Däremot har de flesta ingen konkret erfarenhet av evolutionär anpassning. Det här innebär att om ordet anpassa används av läraren i evolutionär betydelse, så har eleven benägenhet att tolka ordet 'vardagligt' som individens medvetna eller omedvetna anpassning. Det torde också betyda att om eleven skriver anpassning, som i svaren ovan, så är det troligt att han eller hon syftar på individens anpassning.

Olika typer av biologiska orsaksförklaringar

I de elevsvar som redovisats förekommer två typer av orsakstänkande. Den ena bygger på direkta och näraliggande mekanismer: Insekter utsätts för DDT och reagerar på detta genom att utveckla resistens. Geparden behöver bli snabbare och genom att springa många gånger förbättrar den sin förmåga.

Den andra typen av orsakstänkande är indirekt och bygger på evolutionsteorin. Det finns från början en variation i ärftliga egenskaper, som gör att individer med i en viss miljö lämpliga egenskaper har större reproduktiv framgång än andra. Dessa lämpliga egenskaper tenderar därför att bli alltmer förekommande och/eller utvecklade i populationen i takt med att generationerna avlöser varandra.

Det direkta orsakstänkandet framstår som betydligt enklare än det indirekta, och kanske är detta förklaringen till att 'evolution efter behov' är en så vanligt förekommande tankekategori hos elever.

Dessa noteringar för oss över till några mer allmänna reflexioner om biologisk kausalitet.⁴ Vi utgår från en fråga: Varför parar sig fågelarten X under perioden Y? En ekolog svarar måhända att det beror på att dagarnas längd i förening med att en viss temperatur uppnås utlöser parningsbeteende. En fysiolog kanske tillägger detaljer om hur vissa hormoner produceras då miljöfaktorerna ljus och temperatur antar vissa värden.

Man kan också ge en förklaring som bygger på fågelartens evolutionshistoria:⁵ Arten X parar sig under perioden Y därför att det naturliga urvalet har gynnat de individer som haft detta beteende. Det kan t.ex. ha berott på att tillgången på föda var som rikligast vid denna tidpunkt, och detta parningsbeteende har då selekterats ut därför att det lett till störst reproduktiv framgång. Individer som parar sig tidigare eller senare föder upp färre eller inga ungar, vilket gör att deras parningsbeteende blir mindre och mindre företrätt med tiden.

De två första förklaringarna till vårt ornitologiska problem är enligt den internationella litteraturen exempel på 'proximate causality'.⁶ Den tredje förklaringen kategoriseras som exempel på 'ultimate causality'. Som svenska översättningar skulle vi kunna använda 'näraliggande' och 'evolutionära' orsaker. Den senare termen uttrycker att biologiskt orsakstänkande med nödvändighet rymmer en historisk dimension, helt enkelt därför att alla arter har en historia, förmedlad av deras DNA.

Det kan vara en didaktisk poäng att i undervisningen diskutera och exemplifiera olika typer av orsaksförklaringar i biologin, och därvid framhålla att de olika typerna är komplementära.

Variation

Av de undersökningar som gjorts av hur elever förklarar evolutionära förändringar framgår att begreppet variation spelar liten eller ingen roll i vardagstänkandet. Evolutionen består enligt detta tänkande i att hela arten successivt ändrar sina egenskaper.

I en svensk undersökning ställdes följande skriftliga problem till cirka 80 elever från åk 9 och gymnasiet.⁷

Människor är som Du vet olika. Om man med lottens hjälp väljer ut 100 friska pojkar eller flickor i Sverige som är lika gamla kommer man att finna att de har olika

- längd
- motståndskraft mot sjukdomar
- kroppsform
- känslighet för ämnen (t ex allergier)
- hudfärg
- temperament

och så vidare.

A. Hur är det med strömmingar? Tänk Dig att man med lottens hjälp väljer ut 100 unga, friska strömmingar i Östersjön. Finns det några olikheter bland dem? I så fall vilka? Förklara ditt svar.

B. Hur är det med prästkragar? Tänk Dig att man med lottens hjälp väljer ut 100 friska prästkragar på en mycket stor äng som är vit av prästkragar. Finns det några olikheter bland dem? I så fall vilka? Förklara ditt svar.

Svaren kunde delas in i följande kategorier (det första procenttalet, liksom det första elevsvaret, i varje kategori avser strömmingar, det andra prästkragar):

1. Ej besvarat (5%; 20%)
2. Ingen större variation (6%; 20%)
 - Nej. Jag tror inte att det är några större olikheter.
 - De är lika som bär!
3. Beskriver variation men förklarar ej (51%; 32%)
 - Olika storlekar, olika färger på fjällen. En del kanske där också är "ledarfiskar".
 - En del har tjockare rötter och är svårare att plocka. De har olika antal kronblad och är olika långa. Olika färgnyanser i vitt.
4. Förklaring av variation
 - A. Variationen beror på miljö (21%; 28%)
 - Alla lever inte på exakt samma ställen i Östersjön. På en del ställen kanske en del är mer känsliga för förändringar i vattnet.
 - Beroende hur mycket näring, solljus de får hur olika stora är det.
 - B. Variationen beror på arv (12%; 9%)
 - Ja, alla egenskaper är olika på grund av DNA.
 - Ja. Vissa genetiska olikheter som uppkommit genom mutationer ex färre blad.
 - C. Variationen beror på miljö och arv (1%; 8%)
 - ... Arv från föräldrar + påverkan av miljön = strömmingens egenskaper och utseende...
 - Olika långa och stora med anledning av jordens kvalitet, solljusets återkomst, arvmassa

Man kan se dessa elevsvar som tecken på att relativt få elever tänker sig att den utformning som en organism har är ett resultat av genernas och omgivningens samverkan. Denna utformning kallas individens fenotyp. Den DNA-information som finns i generna kallas individens genotyp.

Hur kom växter och djur till?

Om man funderar över hur homo sapiens har kunnat uppstå ur en mikroorganism, så svindlar tanken. Känslan av svindel blir knappast mindre om man dessutom försöker föreställa sig den tid som förflutit under processen - mer än 3 miljarder år.

Det finns inte så många undersökningar av elevers kunskaper om, och insikter i, detta mäktiga evolutionära förlopp. I en svensk undersökning ställdes följande skriftliga problem till cirka 80 elever från åk 9 och gymnasiet.⁸

- A. Hur tänker du att växterna kom till? (Rita gärna till ditt svar)
 B. Hur tänker du att djuren kom till? (Rita gärna till ditt svar)

Vad beträffar fråga A identifierades fem huvudkategorier:

1. Skapelse (9%)
2. Livscykelmodell (genom frön som gror) (15%)
3. Utveckling från ospecificerade vattenväxter (7%)
4. Utveckling från mindre organismer (34%)
5. Utveckling från icke levande materia (16%)

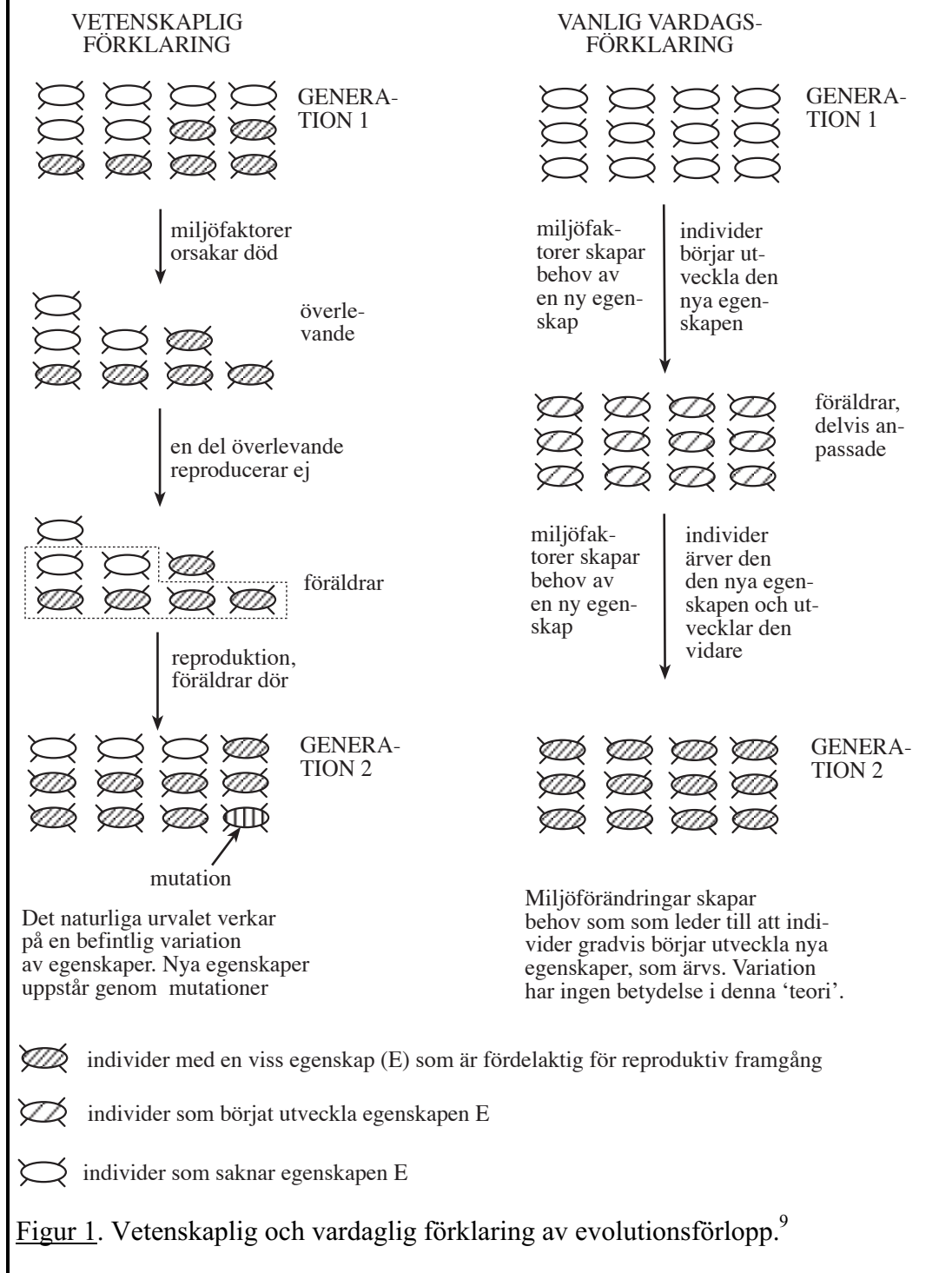
Beträffande fråga B kunde följande kategorier urskiljas:

1. Skapelse (11%)
2. Livscykelmodell (genom födsel) (1%)
3. Utveckling från ospecificerade organismer (7%)
4. Utveckling från makroorganismer (t. ex. ödlor) (10%)
5. Utveckling från mindre organismer/mikroorganismer (36%)
6. Utveckling från icke levande materia (13%)

Det är alltså 60-70 % av eleverna som på respektive uppgift uttrycker en allmän evolutionstanke. Några mekanismer för hur utvecklingen går till beskrivs dock ej.

UPPGIFT 5

1. Diskutera nedanstående figur. Vad tycker du är bra med figuren? Vad tycker du är mindre bra/dåligt med figuren? Kan den vara användbar i undervisningen? Eventuella förslag till förbättring?



Figur 1. Vetenskaplig och vardaglig förklaring av evolutionsförlopp.⁹

UPPGIFT 6

1. Det är få elever (mindre än 20 %) som uttrycker att evolutionen tog sin början i icke-levande materia (se sidan 15). Vad tror du det beror på? Hur kan man undervisa om övergången från icke levande till levande?
2. Diskutera begreppet anpassning. Vilka olika betydelser finns? Diskutera olika möjligheter att klargöra dessa betydelser för eleverna
3. Variation är ett nyckelbegrepp för att förstå anpassning genom naturligt urval. Diskutera hur begreppet kan klargöras!

UNDERVISNINGSEXPERIMENT

En modell för begreppsförändring och dess tillämpning

Vardagstänkande för att förklara evolutionära förlopp är mycket vanligt, både före och efter undervisning. Detta faktum har stimulerat till ett antal försök att hjälpa elever att övergå från ett vardagligt till ett vetenskapligt sätt att tänka.¹⁰

Många studier har som teoretisk utgångspunkt en modell för begreppsförändring, som formulerats av Strike och Posner med flera.¹¹ Utgångspunkten är att individen har någon form av 'teori' angående ett fenomen eller förlopp, men fås att uppleva att denna 'teori' är otillräcklig. Individen blir då missnöjd, vilket kan vara positivt eftersom han/hon då också blir intresserad och mottaglig för alternativ. Om ett sådant presenteras och är begripligt och rimligt, så blir individen intresserad av det nya sättet att förklara och får lust att undersöka det, t. ex. genom att använda den nya teorin till att lösa problem.

Denna modell har tillämpats i olika undervisningsexperiment. Ett exempel är en historisk uppläggning av evolutionsundervisningen¹². Lektionsserien inleds med en allmän beskrivning av den biologiska evolutionen och går sedan in på hur Lamarck förklarade evolutionära förändringar, t.ex. hur giraffen fick sin långa hals. Daglig sträckning gjorde den lite längre, och denna förvärvade egenskap överfördes till avkomman. Lamarcks sätt att tänka antas vara i linje med hur de studerande är benägna att resonera, och undervisningen förväntas göra eleverna uppmärksamma på vardagstänkandet. Men så introduceras experiment från vetenskapshistorien som gjorde att man ifrågasatte Lamarck, bl.a. ett i vilket svansarna på råttor kapades i generation efter generation utan att svanslängden tenderade att avta. Detta antas skapa missnöje med Lamarcks teori, dvs. också det egna sättet att tänka. Läraren inför då Darwins teori, som eleverna förhoppningsvis begriper och tycker verkar plausibel. Många tillfällen att använda teorin arrangeras sedan.

En annan teknik som använts både för att introducera ett avsnitt och för att tillämpa nytt kunnande i olika situationer, är problemlösning i små grupper.¹³ Ett exempel är att fyra elever i en grupp först löser ett problem var och en för sig (t. ex. det om gepardens förmåga att springa), och därefter försöker diskutera sig fram till en lösning som alla är överens om, och som redovisas för klassen. Härfter vidtar en klassdebatt om olika gruppers förslag. Variationen av framförda teorier kan ge upphov till diskussioner, i vilka läraren på lämpligt sätt kan gå in med frågor, invändningar och klarlägganden.

Det finns indikationer på att undervisning enligt Strikes och Posners modell för begreppsförändring ger bättre resultat än om läraren bara förklarar teorin om naturligt urval och eleverna läser i sina böcker och gör olika övningsuppgifter. Även undervisning där problemlösning i grupp är ett återkommande inslag tycks ge bättre resultat än om detta inslag inte förekommer. De elevgrupper som undersökts går i allmänhet på motsvarande senare gymnasie- eller tidig universitetsnivå. Undervisningsinsatsen rör sig om 4-6 lektioner under en vecka. Konstaterade förbättringar från för- till eftertest är ofta tydliga nog, men likväl är det en betydande andel (minst 50%) som inte lär sig använda Darwins teori om naturligt urval.

Begreppsförändring och begreppsekologi

I ett par studier av amerikanska elever på motsvarande gymnasienivå har man intresserat sig för att mer detaljerat försöka beskriva hur begreppsförändring sker hos enskilda elever.¹⁴ Undersökningsmetoden har varit återkommande intervjuer. Författarna har undersökt om Strikes och Posners modell om begreppsförändring stämmer in på deras elever. Studierna visar att begreppsförändring kan gå snabbt i och med att eleven upplever Darwins teori som begriplig och rimlig, och övergår till denna. Men förändringen kan också ske gradvis. Eleven inser efter hand att han/hon kan tillämpa den nya teorin i olika sammanhang.

En tredje typ av begreppsförändring består i att eleven gradvis tillägnar sig ett nytt begrepp, t.ex. mutation, samtidigt som han/hon behåller sin gamla förklaringsmodell. Mutation kanske till att börja med bara betyder förändring för eleven, sedan en förändring som är fördelaktig för organismen och slutligen en genetisk förändring som kan medföra att avkomman får nya egenskaper. Det är först när den senare betydelsen är klar som eleven kan förstå teorin om evolution genom naturligt urval. Den här typen av förändring pekar på att det behövs tid och mycket variation i undervisningen för att den nya teorin skall bli elevens egendom. Ytterligare en typ av begreppsförändring är att eleven tillägnar sig den darwinistiska teorin men behåller en egen uppfattning parallellt, t.ex. att Gud har skapat det levande.

Dessa resultat anknyter till en intressant aspekt av Strikes & Posners modell, nämligen synsättet att ett begrepp eller en teori är en del i ett nätverk av andra begrepp. Man talar om en begreppsekologi. Detta nätverk påverkas också av t.ex.

motivation, religiösa uppfattningar, syn på naturvetenskap, syn på skolan och på lärande. Man tänker sig att en begreppsändring påverkar, och påverkas av, det nätverk av begrepp i vilket det fokuserade begreppet ingår.

Ett försök att belysa begreppsekologisk dynamik har gjorts genom att följa några amerikanska elever på gymnasienivå under cirka ett års biologiundervisning med evolution som integrerande tema, bl. a. genom att intervjua dem upprepade gånger.¹⁴ Bland resultaten kan nämnas att en studerande brottades med en spänning mellan en stark religiös tro och vetenskapens förklaring av den biologiska utvecklingen. Till att börja med accepterar hon bara mikroevolution, dvs. mindre modifieringar av Guds skapelse. Senare kan hon tänka sig att fåglar och krokodiler har evoluerat från dinosaurier, och att människan 'härstammar från neandertalaren', men opponerar sig kraftigt mot att livet uppstått ur död materia: 'I definitely do not think that my ancestry is from the mud.'

En annan studerande har som sin grundinställning till naturen att den är en källa till glädje och estetisk njutning. Hon är helt främmande för att den rymmer kausala sammanhang som kan förstås med hjälp av teorier. Vidare uppfattar hon naturvetenskapligt kunnande som statiskt och sant. Hennes begreppsekologi är naturligtvis en mindre gynnsam omgivning för resonemang för och emot Lamarcks evolutionsteori och för att pröva giltigheten hos Darwins teori. Det visade sig också att hon hade betydande svårigheter att tillägna sig denna.

Sammanfattningsvis kan man säga, att ovan beskrivna studier beskriver och föreslår betingelser, som kan förbättra undervisningen, samt vidgar förståelsen för begreppsbildningens komplexitet och individualitet.

UPPGIFT 7

1. Diskutera innehållet i de beskrivna undervisningsexemplen ovan. Finns det något i dem som du kan använda för att utveckla din egen undervisning? Skissera på nya idéer och diskutera dessa med kollegor.
2. Det är vanligt i grundskolan att evolutionen behandlas sent i biologikursen, ofta i slutet av skolår 9. Diskutera för- och nackdelar med att introducera evolutionsteorin tidigare och därefter låta evolutionen vara en röd tråd i hela kursen.
3. Diskutera Strike och Posner's modell för begreppsförändring (sidan 17 och framåt). Tycker du att deras modell stämmer med dina egna erfarenheter av elevers lärande?

ATT LÄSA

Om du vill orientera dig om var evolutionsteorin står i dag så rekommenderar vi:

1. 'Den skapande evolutionen' (147 s) av professor Torbjörn Fagerström. Den utgavs 1995 och ingår i 'Forskningens frontlinjer', en serie populärvetenskapliga böcker utgivna av Scandinavian University Press.
2. Några populärvetenskapliga verk, t.ex.:
 - Dawkins, R. 1995. Livets flod. Stockholm: Bokförlaget Natur och Kultur.
 - Diamond, J. 1999. Varför är sex så roligt? Hur sexualiteten utvecklades hos människan. Stockholm: Bokförlaget Natur och Kultur.
 - Uddenberg, N. 1998. Arvsdygden. Stockholm: Bokförlaget Natur och Kultur.
3. Två verk för dig som vill gå på djupet med evolutionsteorin:
 - Futuyma, D.J. 1998. Evolutionary Biology. Sunderland, Massachusetts, USA: Sinauer Associates, Inc.
 - Ridley, M. 1996. Evolution. Boston MA, USA: Blackwell Sci.

Några grundbegrepp förklaras i BILAGA 1: 'Teorin om evolution genom naturligt urval'.

NOTER

1. Problemet är hämtat från Bishop och Anderson (1990).
2. Också detta problem är hämtat från Bishop och Anderson (1990).
3. Bishop & Anderson (1990); Demastes, Good & Peebles (1996).
4. Cummins & Remsen (1992).
5. Mayr (1961).
6. Cummins & Remsen (1992).
7. Landström (1995); Zetterqvist (1995).
8. Ibid.
9. Figuren bygger på Bishop & Anderson (1990).
10. Bishop, & Anderson (1990); Demastes, Good & Peebles (1995); Demastes, Good & Peebles (1996); Demastes, Settlage, & Good (1995); Jensen & Finley (1995); Jensen & Finley (1996); Jiménez-Aleixandre (1992).
11. Posner, Strike, Hewson, & Gertzog (1982); Strike & Posner, (1982); Strike & Posner (1992).
12. Jensen & Finley (1995; 1996).
13. Se t. ex. Jiménez-Aleixandre (1992).
14. Demastes, Good & Peebles (1995; 1996).
15. Demastes, Good & Peebles (1995).

REFERENSER

- Bishop, B. A., & Anderson, C. W. (1990). Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5), 415-427.
- Cummins, C. L., & Remsen, J. V., Jr. (1992). The importance of distinguishing ultimate from proximate causation in the teaching and learning of biology. In S. Hills (Ed.), *History and philosophy of science in science education: Proceedings of the second international conference for history and philosophy of science in science teaching* (Vol. 1, pp. 201-210). Kingston, Ontario, Canada: Mathematics, Science, Technology and Teacher Education Group and Faculty of Education, Queens University.
- Demastes, S. S., Settlage Jr., J., & Good, R. (1995). Students' conceptions of natural selection and its role in evolution: Cases of replication and comparison. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(5), 535-550.
- Demastes, S. S., Good, R. G., & Peebles, P. (1995). Students' conceptual ecologies and the process of conceptual change in evolution. *Science Education* 79(6), 637-666.
- Demastes, S. S., Good, R. G., & Peebles, P. (1996). Patterns of Conceptual Change in Evolution. *Journal of Research in Science Teaching* 33(4), 407-431.
- Jensen, M. S., & Finley, F. N. (1995). Teaching evolution using historical arguments in a conceptual change strategy. *Science Education* 79(2), 147-166.
- Jensen, M. S., & Finley, F. N. (1996). Changes in students' understanding of evolution resulting from different curricular and instructional strategies. *Journal of Research in Science Teaching* 33(8), 879-900.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (1992). Thinking about theories or thinking with theories?: a classroom study with natural selection. *International Journal of Science Education*, 14(1), 51-61.
- Mayr, E. (1961). Cause and effect in biology. *Science* 134, 1501-1506
- Landström, J. (1995). '...djur kan ju inte bildas ur tomta intet' – elever skriver om djurens evolution. I B. Andersson (Ed.), *Forskning om naturvetenskaplig undervisning. Rapport från en rikskonferens i Mölndal 19-29 juni 1995. Rapport NA-SPEKTRUM nr 19* (sid. 83-104). Mölndal: Inst för ämnesdidaktik, Göteborgs universitet.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66:2, 211-227.
- Strike, K.A., & Posner, G.J. (1982). Conceptual Change and science teaching. *European Journal of Science Education*, 4(3), 231-240.
- Strike, K.A., & Posner, G.J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. In: Duschl, R.A. & Hamilton, R.J. (Eds.), *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice* (pp.147-176). New York: State University of New York Press.
- Zetterqvist, A. (1995). '...de kan ju inte bara helt plötsligt börja växa' – elever skriver om växters evolution. In B. Andersson (Ed.), *Forskning om naturvetenskaplig undervisning. Rapport från en rikskonferens i Mölndal 19-29 juni 1995. Rapport NA-SPEKTRUM nr 19* (sid. 63-82). Mölndal: Inst för ämnesdidaktik, Göteborgs universitet

BILAGA 1

TEORIN OM EVOLUTION GENOM NATURLIGT URVAL

Varför ändras renpopulationen?

Vi tänker oss att en population renar observeras vid en viss tidpunkt. Det finns en stor variation i benlängd. 20% klassas som kortbenta, 60% något längre och 20% som långbenta. Observationerna visar vidare att renar med kortare ben springer lite långsammare än de med längre. En varg som jagar en kortbent ren har därför god chans att hinna upp den. Kalas för vargen, men slutet för renen. En långbent ren däremot hinner undan och lever vidare.

Flera rengenerationer senare observeras populationen ånyo. Nu är det bara 10% som klassas som kortbenta, 40% som har något längre och hela 50% som har långa ben. Hur kan detta komma sig?

Förklaring med hjälp av teorin om naturligt urval

Biologiskt förklaras det som hänt med teorin om naturligt urval. Den introducerades av Charles Darwin i mitten på 1800-talet och har sedan dess vidareutvecklats och fördjupats. Ett viktigt steg var att teorin i början av 1900-talet kopplades till Gregor Mendels arbeten om ärftlighet och den framväxande genetiken. I dag har teorin om naturligt urval, eller evolutionsteorin som den också kallas, en mycket central ställning i biologin genom att den ger en enhetlig tolkning av otaliga observationer.

Hur blir då tillämpningen av teorin på vårt exempel med renarna? Vi noterar först att det i populationen finns en variation i egenskapen benlängd, och vi antar att benlängd är ärftligt betingad. Långbenta föräldrar tenderar att få långbent avkomma osv. Vidare tenderar som nämnts kortbenta renar att bli uppätta i större utsträckning än långbenta. Därför har de mindre chans att få ungar än de långbenta. Eftersom benlängd är ärftlig betyder denna skillnad i reproduktiv framgång att andelen renar i populationen med korta ben minskar och andelen med långa ökar. På grund av att det är en fördel med långa ben i den miljön sker det alltså en selektion, eller ett naturligt urval, av egenskapen långbenthet. Varje ny generation kommer att vara något annorlunda än föräldragenerationen. Skillnaden i vårt exempel är att andelen långbenta individer har ökat, och övriga andelar minskat. Denna skillnad kallas evolution. Det är populationen som evolverar, inte de enskilda individerna.

I vårt exempel evolverar renen genom att andelen individer med långa ben ökar. Man talar också om evolution då egenskapen i sig själv utvecklas. I exemplet ovan skulle renarna dessutom kunnat utveckla ännu längre ben, dvs. maximala benlängden i populationen skulle ha ökat. Ofta sker båda processerna samtidigt. I bägge fallen ökar medelvärdet av benlängden i populationen.

Föregångaren Lamarck

En föregångare till Darwin var Lamarck. Han vände sig mot den då rådande synen att naturen och dess ordning skapats av Gud och var uttryck för hans vilja. Denna syn omfattades av Linné, som tänkte sig att arterna ingick i en hierarki med Gud överst, följd av änglarna, människan, djuren och lägre livsformer. Antalet arter var fixt, givet av Gud i skapelsen. Människan var kronan på hans verk.

Enligt Lamarck hade livet i dess nuvarande mångfald inte skapats en gång för alla utan evolverat från lägre stående organismer, från vilka allt fler och allt komplexare arter med tiden uppstått på grund av förändringar i omgivningen. Han förklarade detta med att organismerna hade en inre drivkraft att utvecklas från lägre till högre former, och att egenskaper som en individ förvärvar under sin livstid kunde ärvas vidare. Om en organism t. ex. hade behov av att springa fort, så tränade den upp sin förmåga att göra detta, och den förbättrade förmågan kunde ärvas vidare.

I dag vet vi, tack vare landvinningar inom genetiken, att denna förklaring inte är riktig. Det avgörande är egenskaper hos DNA-molekylen. Denna är bärare av ärftlig information med hjälp av vilken olika ämnen kan bildas, nödvändiga för cellens livsuppehållande processer. Dessa ämnen är primärt proteiner, vilka i egenskap av enzymer styr olika funktioner. DNA-informationen kan också användas till att bygga DNA, vilket sker vid celledelning, då DNA-molekylen kopierar sig själv. Men DNA kan inte byggas om genom påverkan från molekyler som bildats till följd av att individen genom erfarenheter under livets gång förändrat sina egenskaper. Så kallad 'omvänd kodning' förekommer alltså inte.

Var kommer slumpen in i evolutionen?

Om nu omvänd kodning inte förekommer – hur kan då nya egenskaper uppstå? Det är ju onekligen en viss skillnad mellan t.ex. en lövgroda och en elefant. Dessutom har ju individerna inom en art varierande egenskaper. Den variation som finns och de nya egenskaper som uppkommer har sin grund i förändringar av DNA-molekylen. Dessa förändringar kallas mutationer och är slumpmässiga i det att de uppkommer oberoende om de är till fördel för individen eller inte. Mutationer sker hela tiden spontant men kan också induceras av t.ex. strålning eller mutagena ämnen. Hos organismer med sexuell fortplantning har endast de mutationer som sker i könsceller evolutionär betydelse.

Mutationer är alltså grunden till den variation som finns idag. Förutom mutationer finns hos sexuellt reproducerande organismer ytterligare källor till variation, som också är slumpmässiga i förhållande till om de är till fördel för individen eller inte. Denna ytterligare variation uppkommer genom omkombinationer av det genetiska materialet, under bildning och sammanslagning av könsceller (meios och zygotbildning). Detta ger upphov till en gigantisk variationspotential hos

dessa organismer. Eftersom de flesta egenskaper påverkas av flera gener har omkombinationerna stor betydelse för uppkomsten av nya egenskaper.

Om de nya egenskaperna som uppkommit genom mutationer och omkombinationer främjar individens möjligheter att fortplanta sig, så tenderar de att föras vidare till ytterligare generationer. Det är det naturliga urvalet som verkat på den variation som finns i populationen. Det naturliga urvalet är ingen slumpprocess utan de individer som har fördelaktiga egenskaper i en viss miljö får fler avkommor och bidrar i en större utsträckning med sina gener till kommande generation.

Med andra ord kan man säga att ett evolutionsförlopp i sin helhet inte är slumpmässigt. Det utgår från slumpmässigt uppkommen variation i egenskaper mellan olika individer och på denna variation verkar det naturliga urvalet. Slumpen finns med som moment i förloppet, nämligen då DNA-molekylen förändras och då omkombinationer av det genetiska materialet sker vid sexuell fortplantning.

Geografisk artbildning

Denna typ av artbildning vet man troligen mest om och den innebär att en population splittras upp i två eller flera delpopulationer, vilka isoleras från varandra. På grund av olikheter i miljön evolverar delpopulationerna olika. En egenskap som är fördelaktig i en viss miljö behöver inte vara det i en annan. På så vis gynnar det naturliga urvalet olika egenskaper i olika miljöer. Till slut är skillnaderna mellan organismer i de olika delarna så stora att de inte parar sig med varandra. Många möjligheter till geografisk isolering har skapats av naturen genom tiderna, t. ex. genom att kontinentalplattor delats eller att öar uppstått genom vulkanisk aktivitet.

Evolutionen har varken mål eller syfte

Naturvetenskapen skildrar livets evolution som ett resultat av slumpmässiga genetiska förändringar som utsatts för det naturliga urvalet. Gud, en högre intelligens, en plan, ett syfte eller vad man nu skall kalla det, finns inte med i denna teoribyggnad. Detta betyder inte att biologin förnekar Gud, ej heller att den förespråkar Guds existens. Inga naturvetenskapliga teorier kan bevisa att Gud finns eller inte finns. Naturvetenskapen har inte verktyg för att testa detta. Biologin som sådan kan alltså inte ta ställning till religiösa frågor.

BILAGA 2
SEX BIOLOGIUPPGIFTER

Uppgift 1

I en tidningsnotis kunde man för några år sedan läsa att 15% av eleverna i en skola drabbats av huvudlöss. Det påpekades att den exakta orsaken till denna epidemi inte var känd, men att det mesta pekade på att bekämpningsmedel inte hade någon effekt på lössen. Förklara varför bekämpningsmedel som en gång varit effektiva inte längre hade någon effekt på huvudlöss!

Uppgift 2

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

Välj det påstående som passar bäst med vad du anser!

- Individens behov av egenskapen
- Slumpvisa förändringar i arvsmassan
- Artens strävan efter att utvecklas
- Naturens strävan efter jämvikt

Uppgift 3

Människor är som du vet olika. Om man med lottens hjälp väljer ut 100 friska flickor eller pojkar som är lika gamla så kommer man att finna att de har olika längd, kroppsform, hudfärg, motståndskraft mot sjukdomar, känslighet mot ämnen (t.ex. allergier), temperament och så vidare.

Även prästkragar är olika. Om man väljer ut 100 friska prästkragar på en stor äng så kommer man att finna många olikheter bland dem.

a) Ge exempel på några olikheter bland prästkragarna.

b) Förklara hur det kan komma sig att prästkragarna är olika.

Uppgift 4

I en artikel i Svenska dagbladet den 4 januari 2000 kunde man bl. a. läsa: 'Flera larmrapporter säger att virus kan bli motståndskraftiga mot mediciner på samma sätt som överkonsumtion av penicillin och annan antibiotika har gjort att bakterier utvecklat resistens mot ett eller alla läkemedel. En okontrollerad användning av de nya virusmedicinerna, som kallas antiviraler, kan leda till problem av samma proportioner som multiresistenta bakterier.' Vidare framhölls: 'De fruktade virusen utvecklar motståndskraft mot den nya behandlingen, i vissa fall redan efter ett par dagar.'

Vilket av följande påståenden anser du bäst förklarar att virus 'utvecklar motståndskraft' mot antiviraler:

- Enskilda virus utvecklar resistens efter att ha blivit utsatta för antiviraler.
- Viruspopulationerna behöver bli antiviral-resistenta för att kunna överleva.
- Några få virus var antiviral-resistenta redan innan medlet började användas.
- Viruspopulationerna blev antiviral-resistenta av en slump.

Uppgift 5

Skörbjuggsörten växer på strandängarna vid havet. Den tål torra bra då den har köttiga, vattenlagrande blad. Hur skulle en biolog förklara hur skörbjuggsörtens köttiga blad har utvecklats, om man antar att skörbjuggsörtens förfäder hade betydligt tunnare blad? Förklara så noga du kan!

Uppgift 6

En population renar observeras vid en viss tidpunkt. Det fanns stor variation i benlängd. 20% klassades som kortbenta, 60% något längre och 20% som långbenta.

Flera rengenerationer senare observeras populationen igen. Nu är det bara 10% som har korta ben, 40% som har något längre och hela 50% som har långa ben. Hur kan detta komma sig? Förklara så noga du kan!

Översikt av enheter i projektet *NORDLAB-SE* (15 okt 2003)

Naturvetenskapens karaktär

- Elevers och naturvetares tänkande – likheter och skillnader
- System, variabel och kontrollexperiment – tre redskap för vetgirighet
- Grönskande är naturvetenskapliga teorier!

Naturvetenskapens innehåll

- Socker och syre till alla celler – en fråga om logistik
- Livets evolution
- Formativ utvärdering med fotosyntes som exempel
- Genetik

- Jorden som planet i rymden
- Varför har vi årstider?
- Månen, planetsystemet och universum
- Mekanik 1 – Newtons första och andra lag
- Mekanik 2 – Newtons tredje lag
- Temperatur och värme

- Materiens bevarande
- Materiens byggnad
- Materiens faser
- Blandning, lösning och vattnets kretslopp
- Ämnen
- Kemiska reaktioner

Naturvetenskapen i samhället

- Energiflödet genom naturen och samhället
- Växthuseffekten, tekniken och samhället
- Natur och moral – integration eller separation?
- Vad kan man göra med skolkunskaper? Om att sätta in i sammanhang

För korta sammanfattningar av olika enheter se

<http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/se.html>

Alla enheter kan laddas ner från internet:

<http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/trialse/trialunits.html>