

Bi-lagan



INSPIRATION OCH INFORMATION FÖR LÄRARE I SKOLAN • BI-LAGAN NR 3 DECEMBER 2008



Om Darwin 3

Plattektonik 5

Studera fossil 9



Evolutionsspel
på svenska 12

Slump och ur-
val 16



Evolution på
molekylnivå 19

Spåra evolu-
tionen 22



Nationellt resurscentrum
för biologi och bioteknik

Vid Uppsala universitet i samarbete
med SLU, Biologilärarnas förening
och Skolverket.

Box 592, 751 24 Uppsala
tel 018-471 50 65
fax 018-55 52 17
info@bioresurs.uu.se
www.bioresurs.uu.se

Bi-lagan

Bi-lagan ges ut av Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik. Tidningen utkommer med tre nummer per år och riktar sig till alla som arbetar med uteverksamhet, naturorienterade ämnen och biologi, från skolans tidiga år upp till gymnasium/vuxenutbildning.

Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik har som uppdrag att stödja och inspirera lärare från förskola till gymnasium/vuxenutbildning bland annat genom att

- främja diskussion och utbyte av idéer mellan lärare,
- arbeta med kompetensutveckling för lärare,
- ge råd om experiment och fältmetodik,
- arbeta för en helhetssyn på naturvetenskap och för en integration av biologiska frågeställningar i skolan,
- främja kontakter mellan forskning, skola och näringsliv.

Ansvarig utgivare:
Christina Polgren

Redaktion:
Malin Planting (redaktör och layout)
Britt-Marie Lidesten
Christina Polgren

Omslagsbild:
Fotokollage, redaktionen

Övriga foton:
Redaktionen om inget annat anges

Prenumeration och fler ex:
Prenumeration på Bi-lagan som pappersexemplar eller elektronisk version är kostnadsfri. För att anmäla dig som prenumerant, gå in på www.bioresurs.uu.se, välj Bi-lagan och sedan Prenumerera. Lärare, arbetslag på en skola, privatpersoner och andra intresserade kan på detta sätt beställa ett eget ex. Det går även bra att (i mån av tillgång) få fler ex av ett visst nummer av Bi-lagan. Kontakta redaktionen på: info@bioresurs.uu.se

Annonsering:
Vill du annonsera i Bi-lagan? Se www.bioresurs.uu.se eller kontakta Malin Planting, tfn 018-471 64 07, e-post Malin.Planting@bioresurs.uu.se

Upplaga: 13 000 ex

Tryck: Tabergs tryckeri AB

Produktionen av tidningen är Svanen-märkt.



Tema evolution

För 200 år sedan, den 12 februari 1809, föddes Charles Darwin. Femtio år senare publicerades hans verk "On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life" som den fullständiga titeln på hans livs verk lyder (i svensk översättning "Om arternas uppkomst"). Där presenterade han bland annat iakttagelser från djurvärlden och lade fram tesen om det naturliga urvalet.

Vi planerar fortbildningsdagar även för 2009. Ett av områdena blir givetvis evolution.

Ute på skolor och förskolor är det många som planerar att arbeta med evolution och Darwin under jubileumsåret. Det här numret av Bi-lagan är ett temanummer med tonvikt på evolution, ett område som finns med som en central del i skolans styrdokument. Att låta evolution vara ett genomgående spår där stora delar av biologikursen i grundskola och gymnasium kopplas till temat är ett sätt att organisera biologiundervisningen som kan fungera på flera nivåer i lärandet. Läs mer på sidorna 24-25.

Tidsbrickan, som du hittar i Bi-lagan nr 3 2003, lämpar sig som en gruppaktivitet i klassrummet och kan passa som inledande aktivitet till tema evolution. Uppgiften är att göra en tidsaxel från "urtid till nutid" med föremålen på brickan och motivera gruppens val. Frågor och funderingar som kommer upp ger en utmärkt grund till den fortsatta undervisningen.

Under 2008 har Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik i samarbete med bl.a. Myndigheten för Skolutveckling, Vetenskapsrådet, ArtDatabanken, Naturskoleföreningen, Apotekarsocieteten och flera olika universitet och högskolor genomfört fortbildningsdagar på olika orter i landet. Innehållet i dagarna har varierat och teman har varit bland annat Från sjunkna skeppsapotek till moderna läkemedel, Mossor, Skalbaggar, Fjärilar samt Närmiljö och klimatförändringar. Vi planerar fortbildningsdagar även för 2009. Ett av områdena blir givetvis evolution.

Till dess trevlig läsning,

Christina Polgren, föreståndare



Perspektiv på Darwin

Text: Britt-Marie Lidesten



Det myllrande livet – både det man inte ser, de minsta bakterierna och de sannolikt till ytan största organismerna i form av spindelvävsliknande svampmycel nere i marken, till de högsta redwoodträden och de största blåvalarna. Vad är gemensamt för alla olika former av liv?

Oftast tycker vi att det är lätt att avgöra om något lever. Levande organismer växer, utvecklas och fortplantar sig. De interagerar med den omgivande miljön och har ämnes- och energiomsättning. I något avseende har de också en rörelseförmåga, åtminstone förekommer rörelse i organismens inre. De är uppbyggda av små enheter som kallas celler.

Bakterier har de minsta cellerna. Virus är ungefär hundra gånger mindre än en bakterie och innehåller DNA eller RNA i likhet med levande organismer, men kan inte fortplanta sig utan hjälp av en levande cell. Vissa DNA-sekvenser, transposoner, som är vanliga i människans och andra organismers *genom*, lever på sätt och vis sitt eget liv. De kan fortplanta sig och förflytta sig inom världorganismens genom. Är virus och transposoner liv? Gränsen mellan liv och icke-liv är inte självklar när man närmar sig det allra minsta.

Molekylärbiologisk forskning avslöjar allt mer om hur komplext livet är. Inne i en levande cell öppnas ett universum av molekyler och mikroskopiska strukturer. Var och en av dessa komponenter är inte liv men tillsammans och i samverkan finns livet. Forskning om livets gränstrakter kan handla om att studera bakteriecellerna med de allra minsta genomerna, de som lever som parasiter och som därför har gjort sig av med allt onödigt DNA-material. Det kan också handla om att klippa bort alla DNA-sekvenser från en fungerande cell tills endast det absolut nödvändigaste återstår för att upprätthålla liv eller också att på konstgjord väg, bit för bit, konstruera en levande cell. Man tror att det krävs ett minimum av cirka 240

Ägget som symbol för livet, skört och ömtåligt. Det tunna äggskalet visar på det begränsade livsutrymmet för de levande organismerna.

Illustration: Ola Lundström, Uppsala universitet.

gener för en fungerande cell. Tidigare i år publicerades en artikel i tidskriften *Science* som beskrev hur det kompletta genomet från en levande cell (bakterien *Mycoplasma genitalium*, 582 970 baspar) för första gången tillverkats på konstgjord väg. Än återstår dock mycket arbete innan en bakteries eget genom kan bytas ut mot ett som syntetiserats.

Charles Darwin

Tänk om Charles Darwin hade levt idag! Den evolutionsteori som han formulerade passar på ett självklart sätt in i dagens forskning. Exempelvis ger nya rön inom molekylärbiologi, embryologi och paleontologi, tillsammans med platttektonikteorin och kunskap om hur naturen förändrats under årmiljonernas lopp, ett massivt stöd för evolutionsteorin. Men då, i mitten av 1800-talet, insåg Darwin att hans iakttagelser och de slutsatser han drog utifrån dessa var så kontroversiella att han tvekade länge innan han publicerade sina resultat. Först när likartade tankegångar presenterades av Alfred Russell Wallace pressades Darwin att år 1859 ge ut det revolutionerande verket *On the Origin of Species by Means of Natural Selection* (Om arternas uppkomst genom naturligt urval).

Charles Darwin föddes den 12 februari 1809 i Shrewsbury, England. Gossen Charles gjorde inte någon större succé i skolan, men fadern som var läkare hade förhoppningar om att Charles skulle följa i hans fotspår. Medicinstudierna i



Edinburgh fick dock avbrytas – det var uppenbart att Charles inte passade som läkare. Faderns ambitioner för sonen medförde att Charles i stället började läsa teologi i Cambridge. Parallellt med de teologiska studierna ägnade sig Charles åt naturstudier och följde undervisningen i naturvetenskapliga ämnen, speciellt intresserade han sig för skalbaggar. Han blev en entusiastisk följeslagare till J.S. Henslow, professor i botanik, under exkursioner i omgivningarna kring Cambridge. År 1831, när de teologiska studierna var avslutade, kom en inbjudan från bl.a. Henslow med ett erbjudande om att delta i en vetenskaplig expedition. Charles var endast 22 år gammal och hade knappast några formella meriter inom det naturvetenskapliga området, men fick trots det ansvar för att beskriva naturen och de växter och djur som påträffades under jordenruntresan med skeppet *Beagle* och dess kapten Robert FitzRoy.



Resan gick från England till Sydamerika, där expeditionen tillbringade drygt tre år med att undersöka kustregionerna. Färden gick vidare över Stilla havet till Nya Zeeland och Australien, runt Afrikas södra udde, tillbaka till Brasilien och först år 1836 återkom expeditionen till England. Upplevelser och iakttagelser under resan, tillsammans med allt insamlat material, fick avgörande betydelse för Darwins fortsatta vetenskapliga arbete och bildade grunden för evolutionsteorin. Speciellt viktig var den fem veckor långa vistelsen på Galapagosöarna. Darwin beskriver upplevelserna under den fem år långa resan på ett lättamt sätt i *Voyage of the Beagle Journal of Researches* från 1839 (Resa kring jorden).

1839 gifte han sig med Emma Wedgwood och familjen bosatte sig efter några år på Down

House i Kent – den plats där Darwin sedan tillbringade återstoden av sitt liv. Familjen var ekonomiskt oberoende och Darwin kunde därför fritt ägna sig åt det som intresserade honom.

Darwin genomförde aldrig mer någon längre resa och han avvek sällan från de dagliga rutinerna som bl.a. innebar att han varje morgon gick samma lilla runda (the Sand-walk), iakttog naturen och funderade. Rutinerna var en förutsättning för att han skulle kunna bemästra de fysiska problemen som han led av under hela livet efter hemkomsten från sin långa resa.

Darwin publicerade skrifter om så varierande organismgrupper som rankfotingar, orkidéer och dagmaskar, men det är utan tvekan evolutionsteorin som placerar Darwin bland de i särklass mest betydelsefulla vetenskapsmännen genom tiderna.

Darwin samlade iakttagelser som stöd för evolutionsteorin under många års tid. Han studerade bl.a. hur systematiskt urval av husdjur, exempelvis tamduvor, och odlade växter kunde medföra genomgripande förändringar och drog slutsatser utifrån dessa iakttagelser om hur evolutionen av organismer i naturen kan ske. De slutsatser som han kom fram till kan kortfattat formuleras enligt följande: Det föds fler individer än de som kan överleva eftersom naturens resurser är begränsade. Det finns individuella variationer beträffande egenskaper. Individer med gynnsamma egenskaper får tillgång till mer resurser och kan därmed få större avkomma. Egenskaper är i större eller mindre utsträckning ärftliga. Dessa principer är fortfarande grundläggande för evolutionsteorin.

Darwin ansåg att små successiva förändringar av organismer efter hand kan leda till större skillnader. Vi kan konstatera att evolutionen är en process som inte är avslutad utan ständigt pågår, men för det mesta ser vi inte förändringarna eftersom de sker så långsamt.

Vid mitten av 1800-talet var principerna för nedärvning av egenskaper inte allmänt kända och Darwin hade därför inte någon tillfredsställande förklaring till hur egenskaper ärvs. Kunskaper inom genetik och molekylärbiologi ger nu ett starkt stöd för de iakttagelser som Darwin gjorde. Läs i detta nummer om hur molekylärbiologisk forskning ger stöd för evolutionsteorin, se *Evolution på molekylnivå* s 19-21.

Evolutionen är en vetenskaplig förklaringsmodell, en teori, som genomsyrar hela den biologiska vetenskapen. Den ifrågasätts inte av seriösa forskare idag.

Några årtal och händelser

1809	Darwin föds den 12 februari i Shrewsbury.
1817-25	Skolgång i Shrewsbury.
1825	Medicinstudier vid universitetet i Edinburgh.
1827-31	Teologiska studier i Cambridge.
1831-36	Jordenruntresa med skeppet <i>Beagle</i> .
1839	Gifter sig med Emma Wedgwood. Publicerar <i>Journal of Researches</i> .
1842	Bosätter sig på Down House. Formulerar ett första utkast till evolutionsteorin.
1859	Publicerar <i>On the origin of species</i> .
1868	Publicerar <i>Variations of Animals and Plants under domestication</i> .
1871	Publicerar <i>Descent of Man</i> .
1872	Publicerar <i>The Expressions of the Emotions in Man and Animals</i> .
1881	Publicerar <i>The Formation of Vegetable Mould through the Action of Worms</i> .
1882	Darwin dör; begravs i Westminster Abbey.



På webben...

Närmiljö och klimatförändringar, ny webbsida

Många lärare efterfrågar idéer och inspiration till undervisning om klimatförändringar och vilka effekter de kan medföra. På resurscentrums webbplats finns nu en separat avdelning "Klimat". Sidan är användbar för lärare i hela skolan som vill arbeta med klimatfrågor. Hör gärna av dig med tips och idéer till kompletterande material.

Materialet på sidan bygger på det som tagits fram i anslutning till de kursdagar resurscentrum anordnade på olika håll i landet under hösten 2008 med detta tema.



www.bioresurs.uu.se (välj klimat)

Fenologi • Klimat och mat • Växter i närmiljön • Polarområden • Klimatförändringar

www.djurförsök.info



Djurförsök i forskningen väcker många etiska frågor: får vi människor använda djuren för våra syften? Får vi forska på djur för att söka kunskap om sjukdomar som drabbar människan? Vår lagstiftning utgår från att människan har ett högre värde än djuren, och att vi därför också har ett ansvar att

ta hand om våra djur på bästa sätt. Ska vi ha det så?

Webbplatsen vill bidra till att ge en nyanserad bild av djurförsökens betydelse för människors och djurs hälsa och för samhället.

Här finns en omfattande faktabas uppbyggd kring frågor och svar, som ständigt byggs ut. Besökaren kan skicka in sin fråga till redaktionen via e-post och få svar från svenska forskare och sakkunniga. I länksamlingen finns adresser till organisationer, myndigheter, universitet och andra webbresurser som representerar olika synsätt i försöksdjursfrågor. Etiska frågor lyfts även för att stimulera till diskussion.

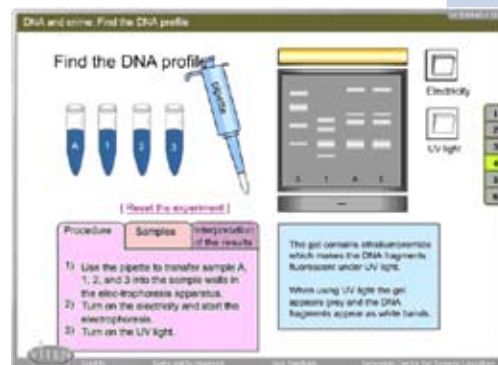
Djurförsök.info är en gemensam webbplats för universiteten i Lund, Göteborg, Linköping, Uppsala och Umeå, Karolinska Institutet, Sveriges lantbruksuniversitet samt Vetenskapsrådet.

Genteknologi

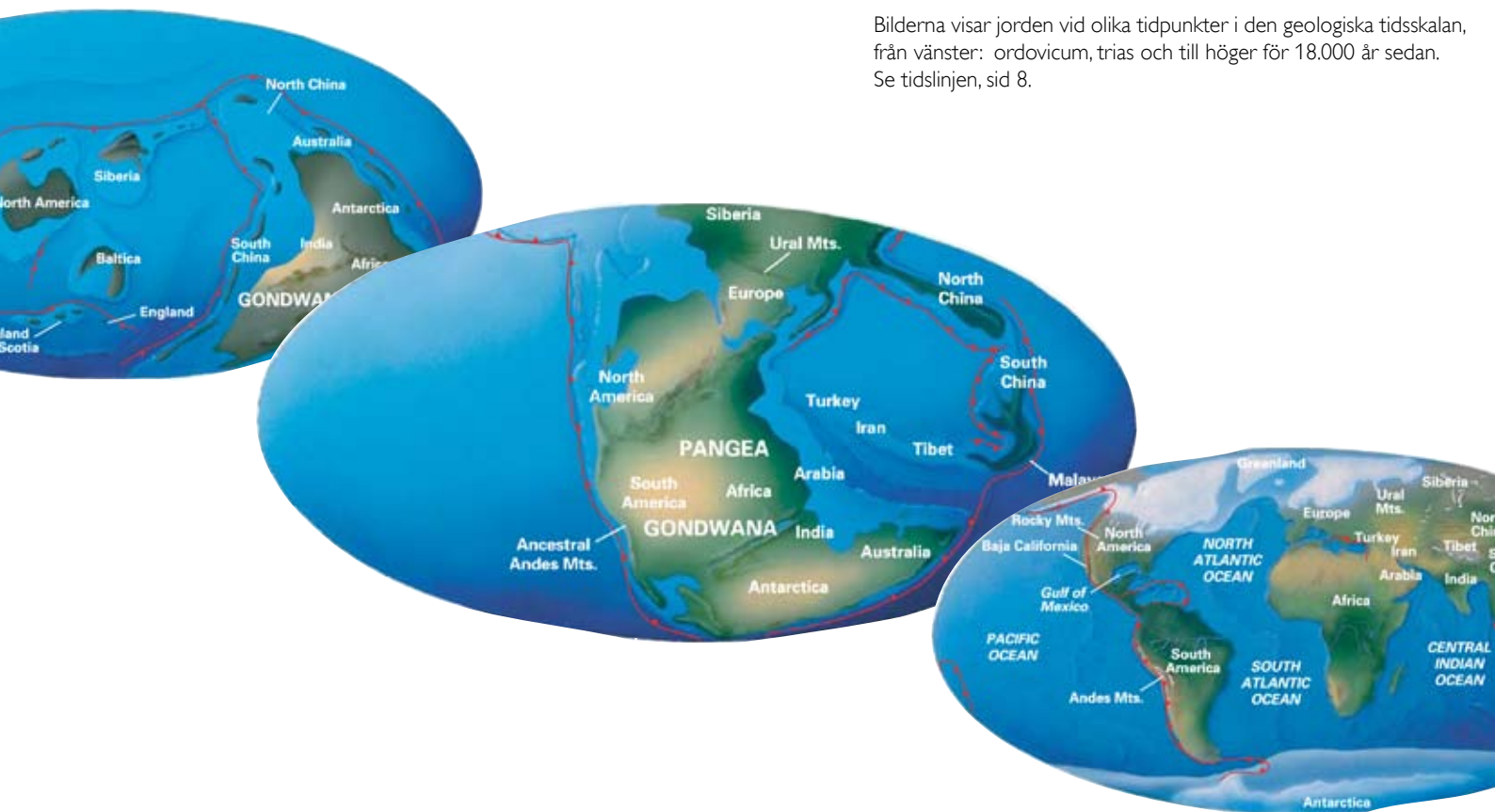
– en svensk undervisningsresurs på viten.no

Viten.no (<http://viten.no>) är en webbresurs för grundskola 6-9/gymnasium som Norges motsvarighet till Nationellt resurscenter i biologi och bioteknik, Nasjonalt senter for naturfag i opplæringen har utvecklat. Den mest använda av resurserna, som fler än 100 000 norska elever har använt, handlar om genteknologi och den finns översatt till svenska. Det enda man behöver för att använda den är FlashPlayer.

Elever måste först logga in på sidan och kan sedan ta del av grundläggande information om celler, arv och genetik. De får också konkreta exempel på hur man använder sig av genteknologi samt träning i etiska problemställningar och val som är knutna till användningen av genteknologi. Eleverna får också uppgifter som de skall svara på i programmet. Dessa svar lagras på Viten-servern och läraren som loggar in har möjlighet att se svaren från sina elever och kommentera dem.



Bilderna visar jorden vid olika tidpunkter i den geologiska tidsskalan, från vänster: ordovicium, trias och till höger för 18.000 år sedan. Se tidslinjen, sid 8.



Plattektonik och livets historia

Text: Per Kornhall 

Plattektonik, läran om hur kontinenterna har flyttas under jordens geologiska historia, är ett intressant område att undervisa om som passar väl in i olika sammanhang i skolan.

Undervisning om plattektonik ger en mycket visuell förståelse av de stora omvandlingar som jordytan har genomgått under den tid som livet utvecklats. I grundskola och i förskola kan man bygga enkla pussel och visa hur kontinenterna en gång har passat samman. För äldre elever kan man jobba med hur kontinentalplattornas gränser sammanfaller med vulkanisk aktivitet och jordbävningar, och man kan korrelera olika tidsperioder och djurgruppers utveckling och undergång med bilder på hur jorden såg ut när det skedde. På nätet finns en stor mängd fina kartor, animationer och rekonstruktioner av jordens forntid och det är lätt att skapa praktiska moment. Inte minst för elever som av olika skäl har svårt att omfatta evolutionsteorin är plattektonik en fantastisk start. Det är konkret och handfast.

Plattektonik lämpar sig också väldigt väl för en diskussion kring hur lång tid det kan ta för

en naturvetenskaplig teori att få acceptans. Är det bra eller dåligt att det tog så lång tid innan teorin blev accepterad?

Pangea

Redan 1620 observerade Francis Bacon att Afrikas och Amerikas kuster verkade passa ihop som ett par pusselbitar men det skulle dröja fram till 1912 innan Alfred Wegener, en tysk meteorolog, tog upp tanken på allvar. Han hävdade att alla kontinenter för länge sedan hade suttit ihop i en enda jättekontinent, Pangea. Hans teori vann inte gehör med en gång, tvärtom. Motståndet berodde bland annat på att han inte hade någon mekanism för hur kontinenterna kunde röra sig och han dog 1930 utan att han hade fått sin teori vetenskapligt accepterad. Det dröjde ända till 1968 innan man på en geologisk konferens slutgiltigt accepterade teorin. Då hade man

många nya data som visade på att havsbotten under Atlanten hade nybildats under lång tid och man hade fått förståelse för att det var termiska konvektionsströmmar i jordens inre som drev kontinenternas vandringar.

Gör det vetenskapen mer eller mindre trovärdig att det tar lång tid för en teori att etableras?

Geologiska tidsskalan

Den geologiska tidsskalan omfattar tiden från det att jorden bildades för ca 4,6 miljarder år sedan fram till nutid. En internationell kommission (ICS) arbetar kontinuerligt med att förbättra åldersbestämningar och omarbete tidsskalan allt eftersom nya data tillkommer. Det här innebär att tidsåldrarna kan variera lite beroende på i vilken publikation man läser och när den är tryckt. Vill du veta mer så titta gärna på ICSs www.stratigraphy.org/cheu.pdf

Den största delen av jordens historia, tiden från jorden bildas fram till 542 miljoner år före nutid, kallas allmänt för prekambrium. Tiden efter prekambrium indelas i perioder (se tabell till höger). Det som avgränsar en period är ofta olika omvälvande händelser som till exempel omfattande utdöenden av arter.

Utdöenden

De stora återkommande massutdöendena innebär att hela grupper av organismer dött ut under en geologiskt sett kort tidsperiod. Det finns olika teorier om orsakerna till massutdöenden och en del är mer allmänt accepterade än andra.

Vissa tecken tyder på att det var en enormt kall istid strax före karbontiden. En del forskare tror att det var den som ledde till att kanske 70% av arterna som då levde dog ut. Dominerande organismgrupper som fanns dog ut och lämnade plats för nya organismer.

Ett annat massutdöende markerar gränsen mellan perm och trias för cirka 250 miljoner år sedan då ungefär 90% av alla arter dog ut. Orsaken till detta är omdiskuterad.

Ytterligare ett massutdöende inträffade för 65 miljoner år sedan och det finns starka bevis för att ett nedslag av en meteorit var orsaken. Nedslaget skedde troligen vid Chixculub i nuvarande Mexico. Denna katastrof, på gränsen mellan krita och tertiär, slog ut de obefjädrade dinosaurierna och innebar att de håriga däggdjuren och de befjädrade dinosaurierna, det vill säga fåglarna, intog jorden i deras ställe. ▶

Med hjälp av en bild från www.scotese.com (se Free Stuff) kan man låta eleverna göra sin egen jordglob som visar hur jorden såg ut för 150 miljoner år sedan. Bilden skrivs ut i färg, klipps ur och klistras därefter på en flirtkula som är fem cm i diameter.

Den geologiska tidsskalan

En geologisk tidsskala indelar jordens historia från jordens bildande för drygt 4,5 miljarder år sedan (prekambrium) fram till nutid i olika tider. Åldrarna anges i miljoner år före nutid:

Era	Period	Tid
kenozoikum	kvartär	2,6
	neogen	23
	paleogen	65
mezozoikum	krita	145
	jura	200
	trias	251
paleozoikum	perm	299
	karbon	359
	devon	416
	silur	444
	ordovicium	488
	kambrium	542
prekambrium		4600

Källa: www.stratigraphy.org/cheu.pdf



Kontinenternas förflyttning och arters utbredning

Plattektonikteorin visar kontinenternas fördelning över jordytan under olika geologiska tidsperioder. Växlingar har skett mellan flera mindre kontinenter och en storkontinent. Kontinenternas placering på jordytan i förhållande till ekvatorn och polerna har också varierat.

Under de perioder i jordens historia då kontinenterna har legat samlade har landlevande djur kunnat förflytta sig mellan de sammanhängande landområdena. Exempel på detta är att man kan finna fossil av samma sorts dinosaurier på olika kontinenter. Ytterligare exempel är att gruppen pungdjur nu förekommer både i Sydamerika och Australien vilket visar att dessa båda kontinenter tidigare har suttit ihop.

Att kontinenterna har flyttat på sig kan vi också se av att det finns fossila skogar på Antarktis, fossila korallrev i Östersjön och något som förvånade biologer före Darwin: fossila fiskar på Himalayas bergstoppar.

Kontinenternas förflyttning resulterar i stora klimatförändringar och förändringar av havsnivån. Ändrade miljöförhållanden kan påverka evolutionen beroende på att individer med andra egenskaper gynnas i förhållande till tidigare.

Pangeapussel

Med hjälp av en tidslinje från nätet (se bild längst ned på sidan) och bilder från www.scotese.com kan man illustrera plattektonikteorin för elever. Genom att lägga pussel med kontinenterna kan man förstå hur dinosaurierna kunde vandra från den ena kontinenten till den andra. På www.scotese.com finns rekonstruktioner av forntida klimat, något som kan vara intressant att studera och även ger perspektiv på dagens klimatförändring.

Webbresurser:

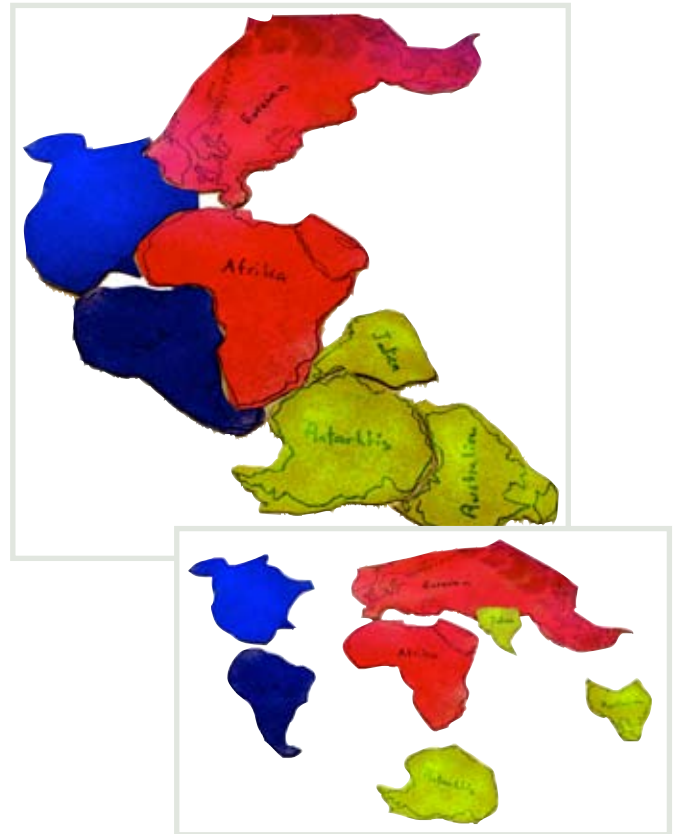
www.tellus.geo.su.se

www.scotese.com

www.stratigraphy.org

Tidslinjen nedan går att ladda hem från:

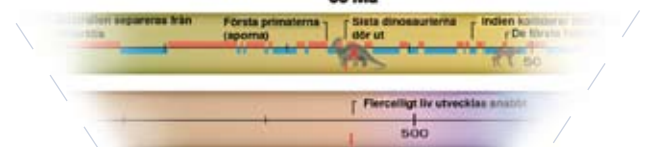
www.minerals.si.edu/tdpmap/pdfs/timeline.pdf



Gör ett Pangeapussel så här: På www.bioresurs.uu.se finns en mall att ladda ned och skriva ut. För över bitarna till kartong eller trä/masonit-skiva och skär/såga till pusslet. Limma fast några magneter på baksidan av pusslet så går det att fästa mot en whiteboardtavla.

Överst visas pusslet när det är lagt så som jorden såg ut under trias för cirka 230 miljoner år sedan och nederst så som kontinenterna förhåller sig till varandra idag.

Gränsen krita - tertiär





Vad ska fossil vara bra för?

Text och illustration: Daniel Snitting,
Evolutionsbiologiskt centrum, Uppsala universitet

Som paleontolog arbetar man med att utforska hur livet på jorden sett ut genom historien. Den absoluta majoriteten av alla organismer som någonsin funnits är idag utdöda – och de som finns idag kommer kanske att undersökas av paleontologer i en avlägsen framtid.

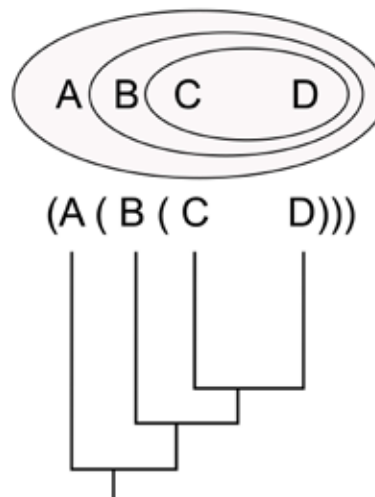
En naturlig följd av den evolutionära processen är arter som uppkommer genom att populationer skiljs åt, antingen geografiskt eller funktionellt, och arter som dör ut, genom att de blir utkonkurrerade eller helt enkelt beroende på mer slumpmässiga faktorer.

Vissa perioder i jordens historia har stora mängder arter dött ut samtidigt, exempelvis vid slutet av permperioden (ungefär 250 miljoner år sedan) då mer än 90 % av alla havslevande arter försvann under ett relativt sett kort tidsintervall. Detta har mindre att göra med anpassningar hos individuella arter och mer att göra med stora, yttre faktorer som meteoritnedslag, utbredd vulkanism, sjunkande havsnivåer eller något annat som förändrar livsförutsättningarna drastiskt för stora mängder organismer. Både stora och små mönster kan studeras med hjälp av fossil.

Vad kan anatomiska karaktärsdrag säga oss om släktskap mellan levande varelser? Olika organismer liknar varandra olika mycket med avseende på morfologi (form, utseende). En schimpans och en människa är mer lika varandra än någon av de två är lik en räv, och en räv, en schimpans och en människa är mer lika varandra än någon av de tre är lik en nyckelpiga.

Från dessa observationer går det att generalisera något om dessa djurs inbördes släktskapsförhållanden – och dessutom att det faktiskt existerar ett släktskap mellan dem, något som inte alls är självklart! En direkt följd av antagandet att en evolutionär process har gett upphov till den mångfald vi ser idag är att vi borde kunna observera en hierarkisk fördelning av karaktärsdrag hos organismer vi studerar, och det är precis vad vi gör.

Ett annat sätt att uttrycka påståendet att människor och schimpanser liknar varandra mer än någon av dem liknar rävar vore nämligen att säga att det finns morfologiska drag som är gemensamma för människor och schimpanser men som inte finns hos rävar. Detta kan illustreras av ett cirkeldiagram, eller i förlängningen av ett träd som uttrycker släktskapet mellan de tre släktena med avseende på vilka två som delar en senare gemensam förfader – en fylogeni. ▶



Figuren visar släktskap mellan A: nyckelpiga B: räv C: schimpans D: människa

Det finns en ytterligt viktig poäng i observationen att organismers karaktärsdrag ordnar sig i en hierarkisk struktur: detta är ett sätt att utsätta den vetenskapliga hypotesen om evolution för falsifieringstest. Exempel på två sätt att falsifiera hypotesen om evolution vore att observera fossila kaniner i kambrium (542 miljoner år till 488 miljoner år sedan), eller att upptäcka en prokaryot blommande växt. Båda dessa observationer skulle så till den grad bryta mot den hierarkiska struktur som övriga karaktärer inordnar sig i att den evolutionära teorin inte längre vore ett tillfredsställande sätt att förklara biologisk mångfald. En i det närmaste oändlig rad liknande exempel skulle kunna formuleras.

En del av det paleontologiska forskningsämnet handlar om att kartlägga hur den gradvisa utveckling gått till som resulterat i de karaktärsdrag vi ser hos organismer idag, det vill säga hur den hierarkiska struktur dessa drag inrättat sig i uppkommit.

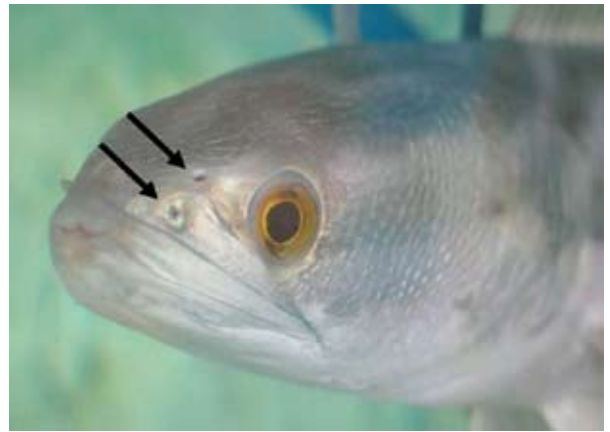
När det gäller fossilt material är man i allmänhet starkt begränsad i avseende på vad hos en organism man kan studera. I stort sett handlar det om jämförelser av skelett, eftersom hårddelar bevaras i mycket större utsträckning än mjukdelar, exempelvis muskler och nerver. Jämförelser mellan fossil och nulevande organismer begränsas då också i motsvarande grad.

En liten historia om näsborrar

Ett exempel på hur fossil har influerat våra tolkningar av strukturer hos nu levande djur är utvecklingen av de inre näsborrarna hos de fyrfota ryggradsdjuren.

Både människan och de fyrfota ryggradsdjuren har förutom de yttre näsborrarna dessutom ett inre par näsborrar. Det gör att vi kan andas med munnen full med föda, men utsätter oss även för risken att kvävas genom att mat kan hamna i luftstrupen. Alla nu levande lungfiskar har även de ett par yttre näsborrar, och ett par näsborrar i gommen. Både fyrfota ryggradsdjur och lungfiskar tillhör gruppen kvastfeniga fiskar. Det kanske är lite överraskande att landdjur formellt räknas som fiskar, men det beror helt enkelt på att de fyrfota ryggradsdjuren härstammar från en grupp fiskar som någon gång under slutet av devonperioden tog steget upp på land, genom gradvis utveckling av ben, fötter och tår. Den här gradvisa utvecklingen är för övrigt väl dokumenterad av fossila former, inklusive sådana som upptäckts de senaste åren – i högsta grad ett exempel på att paleontologi är ett levande forskningsområde!

En konsekvens av det hierarkiska arrangemang av karaktärer som vi tidigare varit inne



Inre näsborrar är hos nulevande lungfiskar och landryggradsdjur en anpassning som delvis har att göra med luftandning. Det finns visserligen strålfeniga fiskar (som har två yttre näsborrpar) som kan andas luft, men de gör det genom att svälja luft genom munnen. Hos lungfiskar kan man tänka sig att det är en anpassning för ett liv i relativt syrefattigt sötvatten (jämfört med havsvatten), där en utveckling mot mer eller mindre nödvändig luftandning har skett. Åtminstone är den sydamerikanska lungfisken faktiskt tvungen att andas luft, och kan alltså drunkna i vatten! Bilden ovan visar ett exempel på en strålfenig fisk.

Tristichopterus alatus, en kvastfenig fisk från devon-tiden.



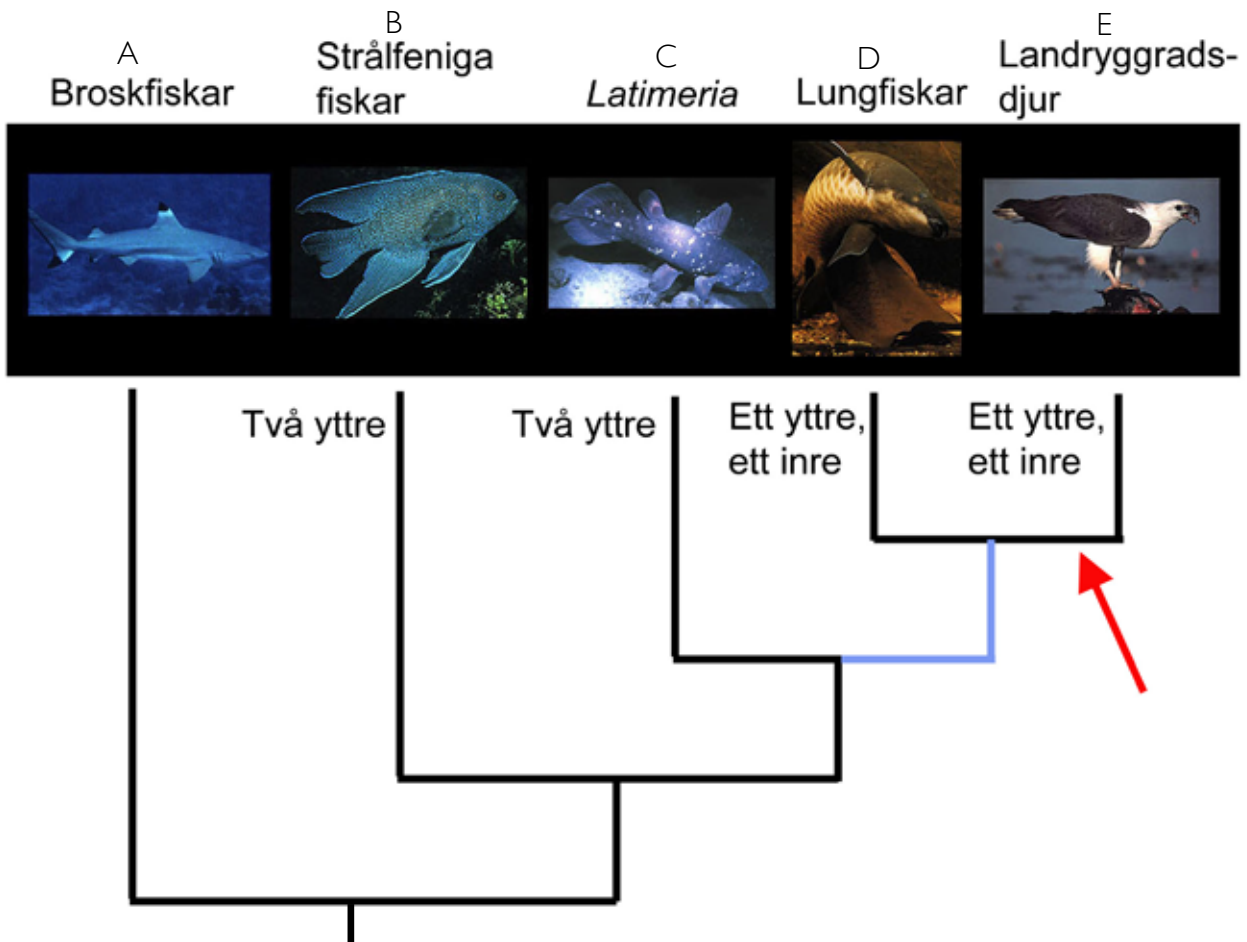
Ill: Martin Brazeau

på är att lungfiskar och fyrfota ryggradsdjur anses vara närmare släkt med varandra än vad någon av dessa två grupper är släkt med övriga fiskar. Inga andra nu levande fiskar visar upp ett inre par näsborrar – alla strålfeniga fiskar, och den tredje nu levande kvastfeniga fiskgruppen, tofsstjärtfiskar (*Latimeria*), har samtliga ett främre och ett bakre yttre par.

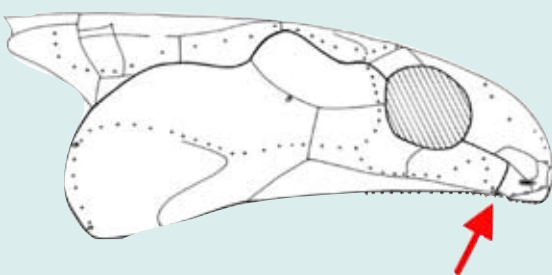
Hur har då den inre näsborren uppkommit? Det verkar uppenbart att det ursprungliga tillståndet är att ha två yttre par, eftersom detta kan observeras både hos strålfeniga fiskar och *Latimeria* (se figur överst nästa sida).

Den enklaste förklaringen borde vara att någonstans på vägen mellan C och DE (blått i i fig) så har ett av de yttre paren näsborrar på något sätt förflyttats gradvis och slutligen hamnat i gommen. Det innebär att ett inre par näsborrar har uppkommit hos en gemensam förfader till lungfiskar och fyrfota ryggradsdjur. Alternativet är att de inre näsborrarna uppstått oberoende i de två grupperna – en mindre ekonomisk förklaring, eftersom de då måste ha utvecklats separat, två gånger. Vilken av de här teorierna stämmer då?

När vi tittar närmare på fossila former som ▶



hör hemma i den del av trädet som markeras av en röd pil i figuren visar det sig att här finns fiskar som faktiskt fortfarande hade två par yttre näsborrar. Vi upptäcker också exempel på fiskar där det ena paret ligger närmare "överläppen" – det mest talande exemplet är fisken *Kenichthys*, där den ena näsborren på varje sida faktiskt ligger precis på kanten till munöppningen, se figur nedan.



Detta visar att det inre näsborrparet uppstått oberoende hos lungfiskar och fyrfota ryggradsdjur, tvärtemot vad man skulle kunna sluta sig till bara genom studier av de nu levande djuren. Dessutom visar *Kenichthys* att det inre näsborrparet faktiskt är ett av de yttre (det bakre) som migrerat till insidan av munnen! Ett annat scenario vore ju att ett av de yttre paren helt enkelt försvunnit, och det inre paret bildats som en helt ny struktur.

Laborationer och övningar

Att dissekera fisk brukar vara en vanlig laboration i skolan. Ge dissektionen en evolutionär aspekt genom att välja fiskar som är anpassade för olika levnadssätt. I webbtidningen *Bioscience explained* (www.bioscience-explained.org) publiceras inom kort en dissektionsbeskrivning med jämförelse mellan rovfisk och växtätande fisk.

Likheter och skillnader mellan organsystemen kan också studeras vid dissektioner av arter som representerar olika grupper av ryggradslösa djur och ryggradsdjur. Exempelvis kan man jämföra nervsystem, hjärt-kärlsystem, sinnesorgan, skelett, muskler, matsmältningsorgan och könsorgan.

En central del i den moderna biologin är konstruktion av släkträd. I häftet *Efter Linné* finns på sidan 13 en kort översikt som visar hur man bygger släkträd. På sidorna 14-15 beskrivs ett flertal övningar i bioinformatik som visar hur skillnader i DNA eller proteiner kan användas för att förstå släktskap. Information om häftet finns på sidan 26. Se även avdelningen Bioteknik på resurscentrums webbsida.

Läsvärt om kvastfeningar: "Tidernas fisk" av Samantha Weinberg, en lättläst berättelse om upptäckten av en nu levande efterföljare till fossil som är >70 miljoner år gamla. Boken går inte längre att köpa i bokhandeln men finns på bibliotek och antikvariat. Det engelska originalet finns däremot i handeln och heter "A Fish Caught in Time".





Evolutionsspel med svenska arter

Text: Malin Planting



"Jag vill bli en trana!", "Förra gången blev jag en silverfisk.", "Åh stackars dig, jag vill helst bli en människa!"

Vi befinner oss på Biotopia, biologiskt museum, i Uppsala där en klass är på besök för att lära sig mer om evolutionen och utvecklingen av organismer. De ska bland annat spela evolutionsspelet som man tagit fram på Biotopia och som bland annat illustrerar livets gemensamma ursprung. Några av eleverna har spelat tidigare och är mycket sugna på att komma igång.

Hur fungerar det?

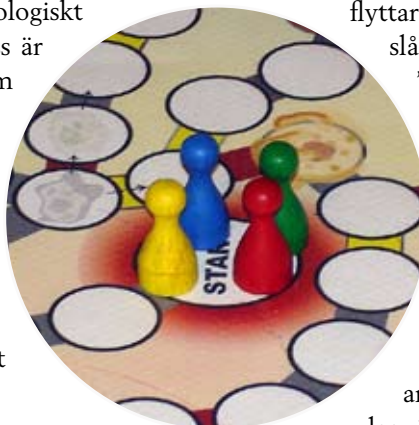


Spelplanen passar bäst för fyra spelare men även sex personer kan spela om man bara har fler spelpjäser. Spelet är inte särskilt komplicerat. Det går att spela efter några minuters introduktion och deltagarna

startar på en gemensam punkt – i livets urtid för cirka 3,5 miljarder år sedan – och spelar sig igenom evolutionshistorien för att sluta som en organism som finns i Sverige idag. Man förflyttar sig över spelplanen genom att slå med en fyrsidig tärning.

"Vi har hela tiden velat att spelet ska vara roligt och spännande, säger Emil Nilsson på Biotopia." "Det är lika viktigt som det pedagogiska budskapet."

Under spelets gång passerar spelarna viktiga evolutionära förändringar. De är inte speltekniskt viktiga, men kan användas som diskussionsunderlag i undervisningen. Till exempel hur mitokondrier och kloroplaster hamnade i eukaryota celler (enligt endosymbiontteorin) eller hur utdöendet av stora grupper som trilobiter, ortoceratiter och dinosaurier gick till. Den senare gruppens utdöende kopplas till ett meteoritnedslag.



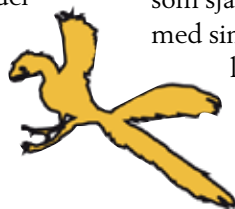
Vad lär man sig?

Innan eleverna börjar spela får de några frågor kring evolutionen att fundera på. Frågorna ska de sedan de spelat färdigt diskutera och svara på gemensamt: "Vilken organism har kommit längst i evolutionen? Vilka är trilobiternas nu levande släktingar? DNA är livets molekyl eftersom det är bäraren av ärftlighet hos allt levande, säger det något om hur levande organismer är besläktade med varandra?" är några av frågorna.

Spelet visar att alla organismer som finns idag är släkt med varandra och att alla organismer som lever idag har genomgått en evolution. Det illustrerar däremot inte naturligt urval, i stället är det slumpen som avgör vem

som slutar som vilket djur. Spelet är inte heller helt troget evolutionshistorien eftersom man har tillåtit att spelarna blir "uppättna" av amöbor, pansarhajar, urfåglar och urdäggdjur. Om man under

spelets gång hamnar på någon av dessa röda symboler får man flytta till en gul symbol av samma sort. Detta moment är inlagt i spelet för att det ska bli mer spännande och för att man ska slippa jobba med sannolikheter.



Lärarkommentar

Martina Austad, lärare i biologi på Kunskaps-gymnasiet i Uppsala, har låtit sin klass pröva spelet: "Eleverna tyckte det var rätt roligt och det gav dem lite att fundera på. De har i tidigare kurser arbetat med evolutionen och har grundläggande kunskaper i området. De tillhörande frågorna gav upphov till extra funderingar men kanske kunde även några frågor vara inbakade i spelet så att man får stanna upp och fundera lite medan man spelar. I alla fall tycker jag att det är ett spel som konkretiserar evolutionen på ett bra sätt."

Hur får man tag i spelet?

Idag finns bara spelet i några exemplar på Biotopia och klasser i uppsalaregionen är välkomna att boka in sig för att spela. Det brukar användas cirka en gång i veckan, oftast av grupper som själva ansvarar för sin aktivitet tillsammans med sin lärare. Under våren 2009 kommer spelet att säljas i Biotopias butik. Vill man få spelet skickat till sig kan man redan nu skicka ett mail (info@biotopia.nu) och sätta upp sig på en väntelista.

NO för årskurs 6–9



NATUR & KULTUR

PULS NO – allt du behöver!

I PULS NO-paketet hittar du allt du behöver – vare sig du är ämneslärare, lärare i svenska som andraspråk eller specialpedagog. Alla elever har inte samma möjlighet att ta till sig en faktatext. Därför finns nu två versioner av elevboken i biologi, fysik och kemi. Den mer lättlästa versionen kallar vi Fokus.

Med den nya Materialbanken kan du själv plocka ut de delar du behöver som komplement till grundböckerna och Fokus-böckerna. Eller också kan du köpa hela paketet till rabatterat pris. Ämnesmetodisk handledning får du i reviderade Lärarboken.

Läs om hur du kan använda Materialbanken på www.nok.se/puls och ladda ner de inlästa böckerna gratis.

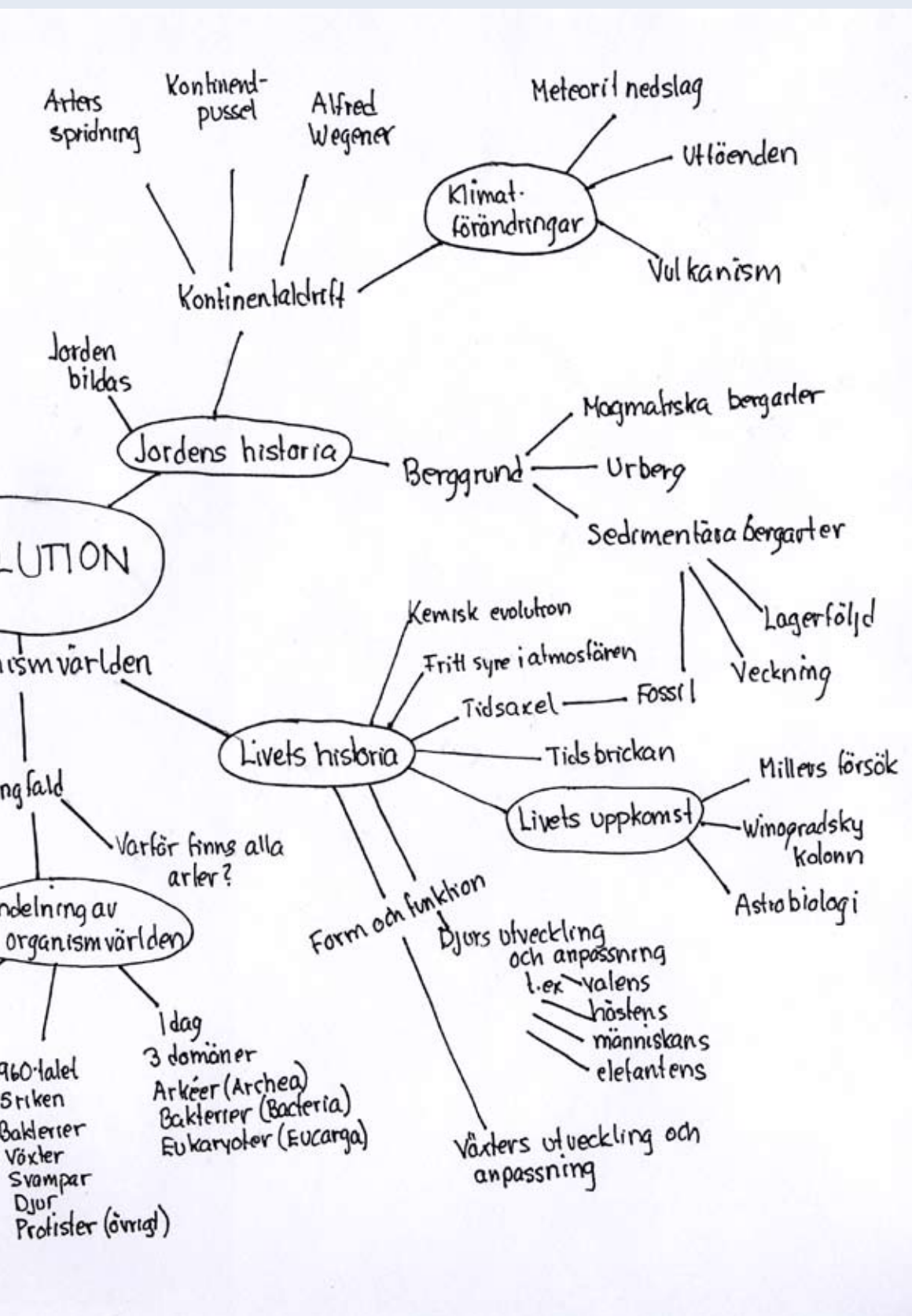
Natur & Kultur
Telefon 08-453 85 00, Fax 08-453 85 20
order@nok.se www.nok.se



PULS



ng evolution





Kan slumpen designa?

Text och illustration:
Per Kornhall



Evolution bygger på en mängd olika mekanismer av vilka slumpmässiga mutationer och selektion genom det naturliga urvalet är några av de viktigaste. Trots att det är ganska enkla begrepp har ibland elever tankar som: Hur kan slumpen skapa något som fungerar bättre? Det borde väl bara bli sämre hela tiden? Hur kan människor eller andra komplicerade varelser uppstå genom en slump?

Det här sättet att resonera är en av de vanligaste missuppfattningarna när det gäller evolution – nämligen att evolutionen är en slumpmässig process. Här presenteras en laboration som kan visa hur slump och urval kan skapa något som ser ut som det är designat.

Laboration kring slump och urval

I laborationen *Slump och urval hos den koptiska Origamifågeln (Avis papyrus)* simuleras evolutionen med hjälp av en pappersfågel med två vingpar (vilket inte är så långsökt, man hittade ju den fossila och fyrvingade dinosaurien *Micro-raptor gui* för ett par år sedan i Kina).

Poängen är att man utifrån en ursprungsfågel slumpar fram utseendet på dess avkomma. Varje generation kommer att bestå av tre fåglar. Dessa tre fåglar – två förändrade avkommor och en som är identisk med föräldern – låter man tävla mot varandra. Den av fåglarna som flyger längst blir förälder och utgångspunkt för nästa generation och får föra sina gener (mått) vidare till nästa generation. Egenskaperna hos avkom-

man i varje generation bestäms genom att man kastar krona och klave för att bestämma vad som ska förändras och hur det ska gå till.

Det är lämpligt att låta elever arbeta i grupper om tre. Resultatet blir tydligare ju fler generationer av fåglar man låter bygga och man bör hinna med minst 10. En av poängerna med laborationen är att i många fall så kommer designen på fåglarna att bli likartad och det kommer att finnas likheter mellan de fåglar som utvecklas i de olika elevgrupperna. Slumpen och urvalet har då frambringat konvergent evolution, det vill säga att genetiska och morfologiska strukturer utvecklas på ett likartat sätt hos organismgrupper som har ett likartat levnads-sätt. Jämför exempelvis vingarna hos fåglar och fjärilar.

Introduktion till laborationen

Följande text introducerar laborationen för eleverna: Den koptiska origamifågeln (*Avis papyrus*) lever troligen i Nordafrikas torrområden. Den lever på dadlar och dricker vatten från käl-

lor i oaserna. Bara de origamifåglar som kan flyga mellan de sparsamt förekommande oaserna lever länge nog för att kunna para sig och föra sina gener vidare. I det här experimentet kommer du att föda upp flera generationer pappersfåglar och se effekten av olika slumpartade förändringar på den evolutionära framgången för dessa fåglar.

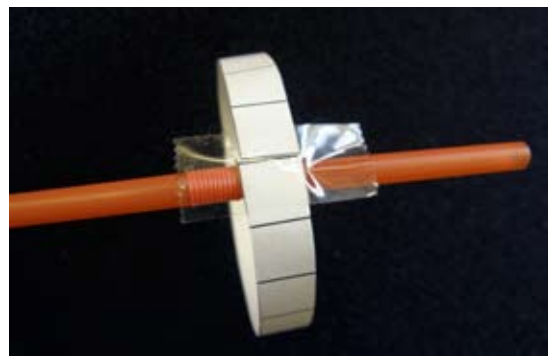
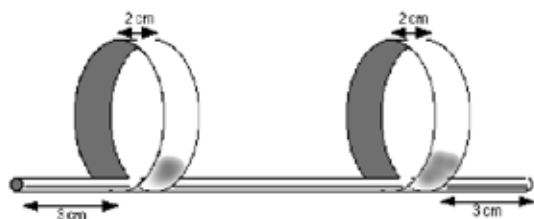
Material:

- Papper, gärna rutat
- Tejp
- Sugrör
- Tärning
- Binär slumpgenerator (ett mynt)



Metod

1. Gör iordning en ur-förälder (se illustration): Klipp till två remsor av papper: 2 cm x 20 cm. Gör ringar med 1 cm överlapp och tejpa. Tejpa ringarna 3 cm från vardera änden på sugröret. Varje ring är ett vingpar. Bestäm vad som är fram och vad som är bak.



2. Föd upp ungar, varje origamifågel får tre stycken åt gången.

A. Den första har inga mutationer. För att göra det lite enklare använder ni föräldern.

B och C. De två andra ungarna får mutationer som bestäms av myntet och tärningen enligt nedan.

Kasta myntet. Myntkastet bestämmer var mutationerna sker:

Krona = främre mutation

Klave = bakre mutation

Kasta tärningen. Tärningen bestämmer vilken mutation som ska ske på den vinge som myntet slumpat fram:

1. Vingens position flyttas 1 cm mot änden på sugröret.
 2. Vingens position flyttas 1 cm in mot mitten på sugröret.
 3. Omkretsen på vingen ökas med 2 cm.
 4. Omkretsen på vingen minskas med 2 cm.
 5. Bredden på vingen ökas med 1 cm.
 6. Bredden på vingen minskas med 1 cm.
- (Dödliga mutationer: En mutation som resulterar i att en vinge flyttas utanför sugröret, eller som gör omkretsen på vingen smalare än sugröret etcetera är dödlig. Lyckligtvis är *Avis papyrus* kända för att lägga ett nytt ägg när det sker. Om du får en sådan mutation, ignorera den och slumpa fram en ny fågel.)



3. Testa fåglarna:

Kasta dem med en lätt handrörelse. Det är viktigt att försöka kasta alla fåglarna på ungefär samma sätt. Det är bäst om samma person kastar hela tiden. Prova varje fågel minst två gånger. Den mest framgångsrika fågeln är den som kan flyga längst. Utgå därefter från denna och låt den föra sina mått (gener) vidare. Notera fågelns mått i protokollet, genom att dra en pil ner till nästa generation/rad. Denna fågel är utgångspunkt för nästa generations nästa omgång slantsingling och tärningskast.

4. Fortsätt

Fortsätt att föda upp ungar, testa och skriva ner måtten för minst tio generationer (ju fler desto bättre).

Tips: Spara vingarna för att slippa göra nya om samma mått återkommer. Tejpa så att det går lätt att byta och flytta vingarna.

Diskutera och svara på frågorna:

- Skapade er "evolution" fåglar som flög bättre än den första fågeln?
- Beskriv två aspekter på den här labben som liknar verklig evolution av biologiska organismer.
- Er fågel kommer från en annan "genetisk" linje än de fåglar som gjorts av de andra grupperna i klassen. Jämför med de andra grupperna. Är alla likadana? Har slumpen med hjälp av ett ur-val skapat en likartad "design"?

På www.bioresurs.uu.se finns laborationsprotokoll, startremсор till vingar och centimeterrutat papper att klippa vingar ur.

Skillnaden mellan slump och urval

För att teoretiskt förklara skillnaden mellan en helt slumpartad process och en som är kopplad till en urvalsmekanism kan vi använda en enarmad bandit. Varje gång du drar i armen finns det en viss (låg) sannolikhet för att en speciell kombination skall komma fram på maskinen. Vad händer om man (som man kan på en del enarmade banditer) har möjligheten att låsa hjul när de visar vissa symboler? Ja, då blir storvinsten enklare att uppnå (och jackpotten bo-laget ger dig likaså lägre, tyvärr).

Vad skulle hända om du programmerar en bandit så att den alltid låser en viss symbol som ingår i högvinsten och du får göra hur många dragningar du vill? Jo, då kommer den vinnande kombinationen alltid att dyka upp och det efter ganska få dragningar. Istället för att vara osannolik och sällsynt blir jackpotten i stället oundviklig och det givna slutresultatet varje gång du spelar. Detta visar vilken kvalitativ skillnad det är mellan en helt och hållet slumpmässig process och en som är kopplad till en urvalsmekanism.



Laborationen och idén kommer ursprungligen från Karin Westerling, Berkeley i USA. <http://evolution.berkeley.edu>

Läs mer: om slump och urval:

Häggström, O. 2008. Riktig vetenskap och dåliga imitationer. Fri Tanke.

Dawkins, R. 1996. Climbing Mount Improbable. Norton.

Ett tankeexperiment: Skillnaden mellan slump respektive slump + urval

Vad är sannolikheten för att ett slumpvis val av bokstäver ur det engelska alfabetet ska resultera i något så komplicerat som Shakespeares kompletta verk?

Låt oss säga att det innehåller 5 000 000 tecken. En förutsättning för vår liknelse är att vi har hela strukturen för texten utlagd framför oss med tomma platser för bokstäver och mellanslag och att vi sedan slumpmässigt drar tecken till varje position i verket. Sannolikheten för att vi ska lyckas med detta vid en enda dragning är naturligtvis så liten att Shakespeares kompletta verk aldrig kommer att uppstå. Sannolikheten för att hela verket skall uppstå är nämligen 1 på $27^{5\,000\,000}$ vilket är ett så oerhört litet tal att vi inte ens kan föreställa oss vad det innebär.

Men vad händer om vi tillåter oss att låsa de positioner där bokstäverna råkar bli rätt och sedan fortsätter att slumpa på de återstående ännu inte besatta positionerna? (Det här liknar det naturliga urvalet i den evolutionära processen, eftersom en funktion som visar sig vara bra förs över till nästa generation). Första gången vi gör dragningen kommer ungefär vart 27:e tecken att hamna på rätt plats. Om verket omfattar 5 000 000 tecken så kommer ungefär 185 185 ($5\,000\,000/27$) bokstäver på rätt plats efter första dragningen. Vid nästa dragning faller ytterligare 178 326 bokstäver på plats. Nu har 363 511 bokstäver hamnat rätt. Efter trettio dragningar är troligen omkring 3,5 miljoner tecken av 5 miljoner på plats.

Med den här typen av urvalsmekanism är det oundvikligt att verket uppstår på relativt få dragningar (<100) och långt innan dess är mindre avsnitt färdiga och ännu större partier helt förståeliga och konstnärligtuttrycksfulla.

Återigen, skillnaden mellan en helt slumpmässig process och en med en urvalsmekanism är så stor att vi rör oss från omöjligheter till oundvikligheter.

Det finns stora skillnader mellan dessa modeller som exemplet ovan och verklighetens evolution och en av dem är att evolutionen inte har något givet mål. Modellen ovan är hämtad ur boken "Skapelsekonspirationen" av Per Kornhall 2008.



Evolution på molekylnivå

Text: Dan Larhammar

För 150 år sedan, år 1859, publicerades ett av de mest epokgörande vetenskapliga verken någonsin: Charles Darwins Om arternas uppkomst. Med ett förvånadsvärt lättillgängligt och ledigt språk resonerar Darwin steg för steg fram till slutsatsen om ett gemensamt ursprung för de nu levande organismerna, men först efter att själv ha framfört tvivel och invändningar mot resonemanget. Den mängd av observationer som han redovisar är så stor och argumenten så starka att slutsatsen om evolutionen blir oundviklig.

Inte desto mindre har få vetenskapliga verk, om ens något, missförstås så grundligt och motarbetas så intensivt av så många som just Om arternas uppkomst. Darwin själv anade förstås sprängstoffet i sina data och slutsatser. Det var skälet till att han dröjde så länge med att publicera dem att han var nära att bli förekommen av Alfred Russell Wallace, som oberoende hade kommit till samma slutsats om än inte med lika överväldigande faktaunderlag som Darwin. Efter att de båda forskarna gemensamt presenterat sin slutsats 1858 publicerades Darwins mästerverk året därpå.

Men även om Darwin och Wallace aldrig hade gjort sina revolutionerande upptäckter skulle vi idag vara precis lika övertygade om evolutionens faktum.

Bevis för evolutionen

Rent vetenskapsfilosofiskt tvekar förstas de flesta forskare, av formella vetenskapsteoretiska skäl, att säga att något är en gång för alla vetenskapligt bevisat. Icke desto mindre är viss kunskap så välgrundad att det nästan blir hyckleri att kalla sådant vetande för hypoteser. Exempel på sådan välunderbyggd kunskap är planeten jordens sfäroida form, vårt solsystems heliocentriska organisation, materiens partikulära struktur med noggranna bestämningar av hur många partiklar som ingår i en mol av en substans (dvs. Avogadros tal), etc. Sådant kunskap kan för alla praktiska ändamål betraktas som bevisat. Eftersom evolutionen har blivit upptäckt flera gånger utifrån olika typer av observationer inom olika vetenskapsgrenar (paleontologi, jämförande embryologi, populationsgenetik, molekylärbiologi, etc), och eftersom dessa upptäckter är helt förenliga med varandra, så tillhör även evolutionen de vetenskapliga upptäckter som kan betraktas som bevisade.

De bevis för evolutionen som tilldrar sig mest intresse idag är de ofantliga mängder data som genererats inom den moderna molekylärbiologin. De första stegen att jämföra arter på molekylär nivå togs redan på 1960-talet och gällde proteiner. Nästa genombrott kom i slutet av 1970-ta-

let när metoder utvecklades att studera generna direkt. Efter en gradvis accelererande ackumulering av information under 80- och 90-talen har kunskapsmängden fullkomligt exploderat under 2000-talet i och med att den kompletta arvsmassan (genomen) har kartlagts för ett stort antal organismer. Dagligen presenteras enorma mängder av nya genetiska data som är helt förenliga med evolutionen som koncept.

Nya paleontologiska fynd görs också ständigt som hjälper till att förklara detaljer i de evolutionära processerna som exempelvis uppkomsten av de fyrfota djuren, valarnas tidiga evolution samt när och hur fladdermössens hörsel förändrades i samband med att deras ekolokalisation evolverade.

Ett annat forskningsfält där enorma framsteg gjorts är evolutionsbiologi i kombination med embryologi, det som på engelska förkortas evo-devo vilket står för evolution-developmental biology. Kortfattat kan sägas att likheterna i tidig utvecklingsbiologi ytterligare styrker de evolutionära släktskapen mellan grupper av organismer och ger än mer överväldigande bevisning för att dagens organismer har ett enda gemensamt ursprung.

De senaste årens snabba framsteg inom genomforskningen har knappast hunnit nå grundläggande läroböcker eller populärvetenskaplig litteratur och det finns därför skäl att kort beskriva några av de många avgörande bevisen för evolutionen som upptäckts tack vare denna forskning.

Arvsmassan

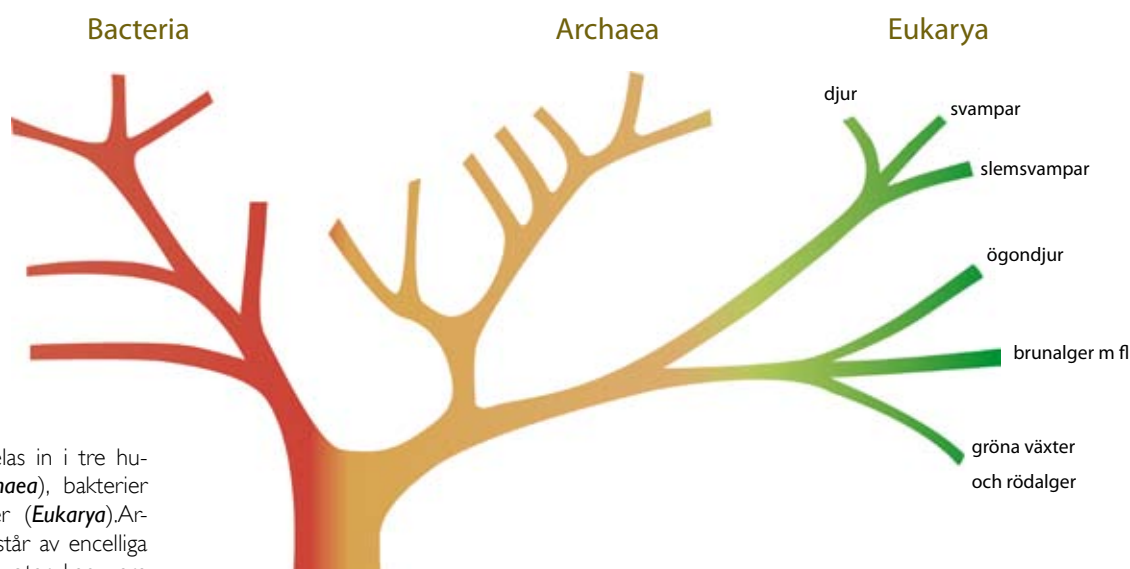
– en evolutionär historiebok

Flera observationer som gjorts på gennivå leder oberoende av varandra till slutsatsen om ett gemensamt evolutionärt ursprung. Dessa fynd var oförutsedda och tjänar därför som extra starka bevis för evolutionen.

Icke-kodande DNA

Arvsmassan i komplicerade organismer som djur och växter innehåller stora mängder DNA som inte innehåller någon specifik information. Detta icke-kodande DNA varierar mer mellan individer än de avsnitt som utgör själva generna. Hos de flesta däggdjur inklusive människor utgör icke-kodande DNA mer än 90% av arvsmassan. Icke desto mindre är detta icke-kodande DNA mycket likt mellan närbesläktade arter, exempelvis är mer än 98% identiskt mellan människa och schimpans. Detta tyder starkt på ett gemensamt ursprung. Vissa observationer tyder på att även en del av det DNA som inte kodar för gener kan ha vissa funktioner, men det ser ut att gälla endast för en mycket liten andel av allt icke-kodande DNA, förmodligen i stolsleksordningen 4% av människans totala arvsmassa.

Ett tecken på att majoriteten av icke-kodande DNA är betydligt mindre betydelsefullt än gener är att det förändras mycket snabbare under evolutionen, skillnaderna är exempelvis mycket stora mellan mus och människa. Dessutom finns betydligt fler kopior av parasitiskt DNA (repeater segment och transposoner) i de icke-kodande delarna av genomet än i de mer känsliga kodande delarna av gener. Vissa djurarter har betydligt mindre icke-kodande DNA än andra vilket också talar för att det kan undvaras utan synbara konsekvenser. Exempel på sådana djurarter är blåsfiskar – av vilka två arter fått hela genomet sekvensbestämt av just detta skäl – samt brosfisken australisk plognos och däggdjuret indisk muntjak. Av encelliga organismer finns det några som knappt har något icke-kodande DNA alls medan andra verkar ha betydligt mer än människan.



Dagens organismvärld delas in i tre huvudgrupper arkéer (*Archaea*), bakterier (*Bacteria*) och eukaryoter (*Eukarya*). Arkéer och prokaryoter består av encelliga organismer medan eukaryoter kan vara antingen encelliga eller flercelliga. Illustration från "Efter Linné".

Pseudogener

I djurs och växters arvs massa finns mängder av gener som inte längre fungerar men som bär tydliga spår av släktskap med gener som har viktiga funktioner. Dessa icke-fungerande gener kallas för pseudogener. I människans arvs massa finns nästan 20.000 pseudogener som bär tydliga likheter med de drygt 20.000 fungerande proteinkodande generna, men som har drabbats av ödeläggande mutationer. Ett specifikt exempel på en pseudogen är att vi människor har genen för det enzym som kan tillverka C-vitamin, men genen är förstörd så att den inte längre kan ge upphov till ett funktionellt enzym. Till yttermera visso är schimpansens gen för C-vitaminsyntes förstörd på exakt samma sätt som människans, trots att det finns tusentals sätt att ändra en gen! Det faktum att gener är förstörda på exakt samma sätt i olika djurarter kan enkelt förklaras av evolutionen: De förstörande mutationerna har helt enkelt inträffat i den gemensamma föregångaren och sedan ärftts till de efterföljande arterna. Visserligen kan några enstaka pseudogener trots allt ha vissa funktioner, åtminstone regulatoriska, men det flesta verkar inte ha det eftersom de förändras lika snabbt som annat icke-kodande DNA.

Ett alldeles nyupptäckt exempel på pseudogener är att vi däggdjur faktiskt har kvar rester av flera gener som en gång användes för att bilda äggula på den tiden våra förfäder lade ägg. Hos fåglar (höns) som vi skildes från för cirka 310 miljoner år sedan finns tre kopior av gener för ägguleproteinet vitellogenin (vitello=äggula). De äggläggande däggdjuren som kallas kloakdjur, dvs näbbdjuret och de två arterna av myrpiggsvin, har kvar en fungerande gen för vitellogenin. De däggdjur som föder levande ungar skildes från kloakdjuren för cirka 200 miljoner år sedan varpå pungdjur och placentadäggdjur gick skilda vägar för cirka 180 miljoner år sedan. Däggdjur som föder levande ungar förser avkomman med mjölk i stället för med äggula. Mjölksproteiner, kaseiner, uppstod från kalciumbindande fosfoproteiner för cirka 200-310 miljoner år sedan.

Till de ovan nämnda pseudogenerna kan man lägga de cirka en miljon kopiorna av ett block på 300 nukleotider, det så kallade Alu-elementet, som finns i människans genom. Faktum är att primaternas evolutionära släktskap med varandra kan härledas ur detta dataset vilket därmed ger ytterligare ett oberoende bevis för evolutionen. Sammantaget utgör Alu-elementen hela 10% av människans arvs massa, alltså tio gånger större andel än de proteinkodande generna! Alu-elementen är icke-fungerande kopior av en gen som kodar för ett RNA-segment med viktig funktion för proteintransport genom membraner. Därmed kan Alu-segmenten med fog beskrivas som pseudogener.

Gnagare med flera djurgrupper har haft liknande expansioner av andra familjer av repeterade segment. Sammantaget kan konstateras att pseudogener utgör mycket starka bevis för evolutionen.

HLA-varianter

Likartade genvarianter förekommer i arter som är nära besläktade. Några gener skiljer väldigt mycket mellan individer av människor, nämligen flera av dem som kallas HLA. Samtidigt som de skiljer mycket från en individ till en annan kan en viss HLA-variant hos en person faktiskt vara mer lik motsvarande gen hos en schimpans än vad den liknar den hos en annan människa. På samma sätt kan en annan HLA-variant vara mer lik en viss variant hos gorilla. Eftersom varje människa har två uppsättningar av HLA, en ärvd från mor och en från far, kan det faktiskt vara så att HLA-varianten från mamma är mer lik den hos en schimpans än vad den liknar den som ärvt från pappa, som i sin tur kan vara mer lik den hos en gorilla. Detta är inte det minsta konstigt i evolutionens ljus: de olika genvarianterna uppstod helt enkelt i den gemensamma föregångaren till människa, schimpans och gorilla.

Av exemplen ovan framgår att även om Darwin aldrig hade levat skulle dessa observationer obevekligen givit oss insikten om ett gemensamt ursprung. Tack vare dessa nya observationer är evolutionen baserad på oerhört mycket mer fakta än när Darwin upptäckte den. De evolutionsmotståndare som opponerar sig mot "darwinismen" angriper därmed kunskap som utgör blott en bråkdel av dagens totala mängd observationer som stöder evolutionen. Konceptet om den biologiska evolutionen är med andra ord mycket mer än darwinism.

Utan förståelse för evolutionen blir det svårt att förstå resonemang om miljövård, biologisk mångfald, konsekvenser av global uppvärmning, livsmedelsproduktion och djurhållning, medicinsk forskning och inte minst sjukvård och hälsovård. Alla dessa viktiga frågor för vårt samhälle och vår planet kräver förståelse för hur livsformerna uppkommit och förändrats och hur de påverkas. Evolutionen erbjuder just sådan förståelse i ett mycket enkelt och övergripande koncept, om än med oerhört många detaljer i de olika mekanismerna. ■ ■ ■

Dan Larhammar är professor i molekylär cellbiologi vid Uppsala universitet, Inst f neurovetenskap. Han är styrelseledamot och tidigare ordförande (1998-2004) i Föreningen Vetenskap och Folkbildning. www.bmc.uu.se/~dan/

Till artikeln hör en omfattande referenslista, se avdelningen om evolution på resurscentrums webbsida (länk finns t.v. på startsidan www.bioresurs.uu.se).

Spåra evolutionen

Text: Britt-Marie Lidesten
Illustrationer: Jacek Lilpop



Vad kan man lära sig genom att spela ett tärningsspel om evolution? Förvånadsvärt mycket! Förutom att det är ett lekfullt sätt att arbeta med ett krävande ämnesområde ger det en utmärkt bild av organismvärldens utveckling och förståelse för de viktigaste händelserna under utvecklingshistorien.

Spelet *Spåra evolutionen* har tagits fram inom ramen för Volvox, det europeiska samarbetsprojektet där Sverige deltar tillsammans med ett flertal andra länder med avsikt att ta fram nytt och intressant undervisningsmaterial inom biologiområdet. Det material som utvecklats inom Volvox-projektet, och som översatts till svenska, publiceras efterhand i webbtidningen Bioscience Explained.

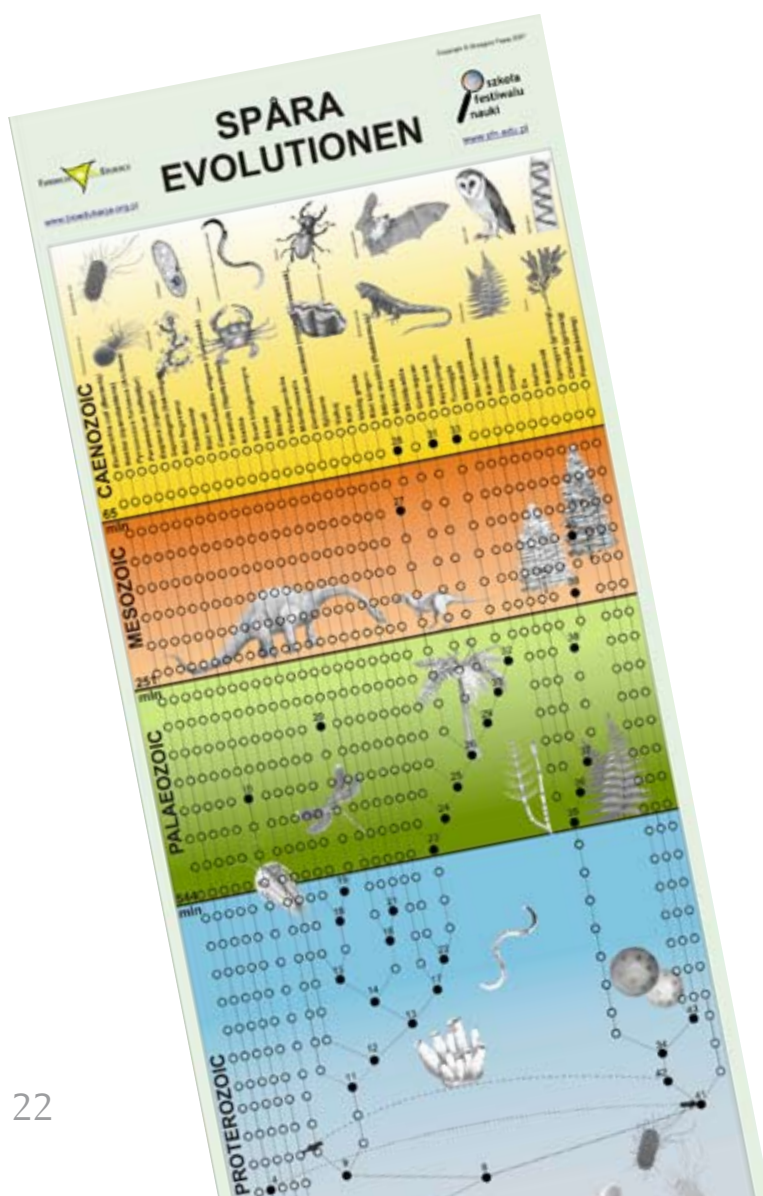
Spelet *Spåra evolutionen* finns i vol. 4, nr 2, se www.bioscience-explained.org. Det har utformats av Grzegorz Papaj och Jacek Lilpop, Laboratory of Bioinformatics and Protein Engineering/Szkoła Festiwalu Nauki, International Institute of Molecular and Cell Biology, Warszawa, Polen.

Så här går det till att spela

Spelet består av en spelplan med tillhörande anvisning. Mellan två och sex personer kan spela samtidigt. Alla spelare börjar som *Den sista gemensamma ursprungsorganismen av alla samtida organismer* – en enkel kemoautotrof cell, som får energi genom att oxidera oorganiskt material.

Tärningen visar hur många steg deltagarna ska flytta sina spelpjäser. När någon får en siffra som innebär att en förgrening på släktrådet måste passeras gäller det att studera anvisningarna för att veta åt vilket håll utvecklingen går för just den organism som spelpjäsen motsvarar. Förgreningarna syns som svarta punkter på spelplanen till vänster.

För vissa av spelarna blir det många förgreningar som ska passeras, för andra som hamnar i exempelvis gruppen Bacteria, blir valmöjligheterna få. Alla spelare kommer så småningom att bli en nutida organism av något slag, kanske en cyanobakterie, ett toffeldjur eller en människa.



Evolutionens mekanismer

Under spelets gång får tärningen slumpmässigt avgöra hur spelpjäsen förflyttas och därmed hur den organism utvecklas som spelpjäsen motsvarar. På det sättet efterliknas evolutionen som ju inte sker enligt någon i förväg bestämd plan och inte heller har något mål för organismernas utveckling. Det är ju också slumpen som ger variationen av egenskaper hos organismerna genom mutationer och omkombination av gener. Det finns däremot inget i spelet som ger förståelse för hur urval och anpassning av organismer går till.

Tidslinje

Spelet ger förståelse för hur evolutionen av organismvärlden skett. Det ger också en utmärkt översikt över viktiga händelser under evolutionen från den första uppdelningen i grupperna Bacteria och Archea fram till de nu levande organismerna.



Varför ändras systematiken?

För den som en gång med stor möda lärt sig latinska namn på växter och djur och var organismerna placerade in i det taxonomiska systemet kan det kännas frustrerande att saker och ting inte ser ut som man är van vid när man slår upp en modern lärobok. Istället för prokaryoter och eukaryoter så finns det helt plötsligt tre huvudgrupper (domäner): bakterier (*Bacteria*), arkéer (*Archaea*) och eukaryoter (*Eukarya*). Varför är det så?

Namngivning och taxonomi är en i högsta grad levande vetenskap. Nya data och nya metoder att samla in dem på gör att vi hela tiden får omvärdera gamla kunskaper. Till exempel gäller det gruppen protister. Till eukaryoterna brukar ofta räknas fyra riknen: djur, växter, svampar och protister. Men gruppen protister, som består av encelliga organismer med cellkärna, är mycket problematisk och bör inte betraktas som en grupp. Den är mycket heterogen och de organismer som ingår har inte något gemensamt ursprung.

Framförallt är det DNA-tekniken som har ökat våra möjligheter att skapa bättre hypoteser kring organismernas släktskapsförhållanden. Vi kan nu titta direkt på generna – på det som ärvs från generation till generation. Förändringarna i systematiken kommer med säkerhet att fortsätta och det är ett tecken på att vetenskapen kring namngivning, systematik, lever. Det kan vara viktigt att också påpeka detta för eleverna så att inte de känner sig lurade i framtiden!

På Wikipedia, sökord "domän", finns en intressant översikt över biologisk systematik som visar förändringen från Linnés tid (1735) fram till nutid.

Blåsippan är exempel på en organism där det latinska namnet och därmed den systematiska placeringen ändrats: från *Anemone hepatica* till *Hepatica nobilis* och nu tillbaka igen till *Anemone hepatica*.



Evolution i BiA och BiB

Text: Britt-Marie Lidesten



Illustration: Ola Lundström, Uppsala universitet.

"Nothing in biology makes sense except in the light of evolution"

Theodosius Dobzhansky (1973)

Styrdokumentet

Styrdokumentet för biologi på gymnasiet ger ett starkt stöd för att evolutionära frågeställningar ska prägla undervisningen. Under ämnet Biologi står bland annat följande:

"Utbildningen syftar även till att ge sådana kunskaper som stimulerar till ett aktivt deltagande i samhällsdebatten utifrån ett biologiskt perspektiv. Däri ingår att fördjupa kunskapen om de evolutionära processer som ligger till grund för organismernas mångfald och släktskap."

"Biologi är läran om livet, dess uppkomst, utveckling, former och betingelser."

"Liv karakteriseras av en hög grad av ordning. Denna kan beskrivas i ett system av olika nivåer från molekyl ända upp till ekosystem. För varje ny nivå inträder nya samband och frågeställningar. Biologiämnet behandlar såväl den biologiska organisationen som växelverkan mellan och inom nivåerna. Evolutionsteorin är grundläggande vid studiet av denna växelverkan."

"Vetenskapliga framsteg inom biologin har haft och har stor betydelse för människans världsbild. Teorier om livets uppkomst och utveckling påverkar människans syn på sig själv som människa och biologisk varelse."

"Biologi A presenterar naturvetenskapliga teorier om livets uppkomst och utveckling. Artsammansättningen i ett ekosystem liksom organismernas beteende belyses utifrån ett evolutionärt perspektiv."

Biologi B: "Molekylärbiologiska och evolutionära aspekter skall ge fördjupade kunskaper om systematik och livets utveckling på jorden."

Med fördel integreras frågeställningar som rör evolution i biologikurserna som helhet. Nedan ges några reflektion kring hur evolutionära tankegångar kan komma in i biologiundervisningen. Utgångspunkt är några viktiga delområden inom biologiämnet.

På resurscentrums webbsida finns nu också en separat avdelning som innehåller länkar, artiklar, laborationer och övningar med fokus på evolution, se länk på startsidan www.bioresurs.uu.se.

Cellbiologi och molekylärbiologi

I kursplanen för BiB står målformuleringen: "ha kunskap om prokaryota och eukaryota cellers byggnad och funktion samt virus byggnad och livscykel". Att diskutera vad som kännetecknar liv och vad som är en levande organism är en naturlig start för biologiundervisningen. Indelningen i de tre domänerna Bacteria, Archaea och Eukarya bygger på skillnader i DNA och hur DNA organiseras. Att jämföra celler från Bacteria och Eukarya och sedan fortsätta med att jämföra celltyper inom Eukarya (alg-, växt-, djur- och svampceller), samt studera och diskutera funktion och byggnad hos kloroplaster och mitokondrier leder till förståelse för organismvärldens evolution.

- Vad är liv och hur undersöker forskare gränserna för livet. Efter Linné, s 3-5.

- Molekylärbiologiskt perspektiv. Efter Linné, s 8-12
- Evolution på molekylnivå, s 19-21 i detta nummer.
- Beskrivning av olika typer av celler. Efter Linné, s 17-21, 24, 26-27. Efter Linné, s 15. Laboration: Är ärtor levande?
- Ett flertal övningar i bioinformatik visar hur fritt tillgängliga databaser och gratisprogram från Internet kan användas för att lösa molekylärbiologiska frågeställningar. Efter Linné, s 13-15.
- Efter Linné, s 15. Släta och skrynkliga ärtor – vilka är orsakerna? Laborationen kopplar Mendels klassiska försök med ärtor till ett cell- och molekylärbiologiskt perspektiv.
- Försök med bakterier beskrivs, bland annat hur en Winogradskykolonn tillverkas. Efter Linné, s 22-23.
- Uppgifter om cyanobakterier. Laborationen med separation av plastidfärgämnen ges här en evolutionär aspekt. Efter Linné, s 25.
- Laboration med Euglena. Efter Linné, s 27.

Ekologi

Evolutionens mekanismer förutsätter att det finns en variation mellan individer som ger olika förutsättningar vid det naturliga urvalet. Genom att diskutera artbegreppet och studera variationen av egenskaper inom en population kan elever få förståelse för evolutionens mekanismer och vilken betydelse miljöfaktorer har.

- Översikt över organismgrupper och variation av egenskaper. Efter Linné, s 17-39. Exempelvis handlar sidorna 28-29 om mikroskopstudier av grönalger.

Systematik

I målen för kursplanen i BiA står att eleven ska "ha kunskap om principer för indelning av organismvärlden samt hur bestämning av organismer utförs". I kursplanen för BiB står: "Molekylärbiologiska och evolutionära aspekter skall ge fördjupade kunskaper om systematik och livets utveckling på jorden". Dagens forskning inom systematik bygger till stor del på molekylärbiologiska metoder. Systematik kan kopplas till evolutionen av de levande organismerna liksom även till ekologiska undersökningar, se ovan.

- Ekologi kombineras med systematik i ett evolutionärt perspektiv. Efter Linné, s 17-39.
- Bioinformatikövningar och laborationer som visar hur en systematisk indelning utifrån molekylärbiologiska metoder går till. Efter Linné, s 13-15.
- Vad ska fossil vara bra för? Artikel i denna tidning, s 9-11.

Genetik – molekylärgenetik

För att förstå evolutionens mekanismer krävs ett genetiskt och ett molekylärbiologiskt perspektiv.

- Flera avsnitt med molekylärbiologiskt perspektiv. Efter Linné, s 8-13.
- Evolution på molekylnivå, s 19-21 i denna tidning
- Se ovan angående bioinformatikövningar och laborationer.

Organismers byggnad och funktion

I målen för BiB står: "ha kunskap om sambandet mellan evolution och organismernas funktionella byggnad och livsprocesser". Traditionellt har jämförande anatomi använts för att visa släktskap mellan organismer och exempel som visar nervsystemets, kärlsystemets och skelettets byggnad för olika organismgrupper brukar förekomma i läroböcker. Forskning inom embryologi inklusive den genetiska styrningen av embryonalutvecklingen ger möjlighet att bättre förstå den evolutionära bakgrunden. Ett par av nobelprisen i Fysiologi eller Medicin är intressanta i sammanhanget. 1995 gick priset till E. Lewis, C. Nüsslein-Volhard och E. Wieschaus för upptäckter av hur den genetiska kontrollen sker under embryonalutvecklingen av bananflugan. År 2002 tilldelades S. Brenner, H. Horvitz och J. Sulston nobelpriset för upptäckterna av "genetisk reglering av organutveckling och programmerad celldöd", forskning som visar hur utvecklingen av enskilda celler i ett embryo kan följas.

- Artikeln Ett blommornas ABC beskriver hur utvecklingen av blommans delar kan spåras i växternas arvsanlag. Efter Linné, s 33-34.
- Vad ska fossil vara bra för? Se denna tidning s 9.
- Dissektioner, se denna tidning s 9-11.

Evolution

I målen för BiA står: "ha kunskap om naturvetenskapliga teorier rörande livets uppkomst och utveckling". Evolutionära aspekter kan med fördel tas upp i samband med olika avsnitt av biologin. Det finns dock anledning att avsätta tid för ett specifikt evolutionsavsnitt. Frågeställningar kring evolutionen ger en självklar möjlighet att diskutera vetenskaplig arbetsmetodik och vad som menas med en vetenskaplig teori. Viktigt är att behandla de generella evolutionära mekanismerna för att få förståelse för hur evolutionen sker och att det är en pågående process.

- Flera avsnitt om evolution. Efter Linné, s 4-12.
- Intelligent Design – Om teorin som inte finns, Bioscience explained, vol 4, nr 2, www.bioscience-explained.org.
- Tidsbrickan ger goda möjligheter till reflektioner och diskussioner i elevgruppen. Efter Linné, s 19.

I detta nummer av tidningen:

- Evolution på molekylnivå, s 19-21
- Plattekonik, s 6-8
- Spåra evolutionen. Spelet ger en utmärkt översikt över organismvärldens utveckling, se s 22-23. Spelet hämtas utan kostnad från Bioscience explained, vol 4, nr 2, www.bioscience-explained.org.
- Ytterligare ett tävningsspel om organismvärldens utveckling beskrivs på s 12-13.
- Kan slumpen designa? Övning på s 16-18.

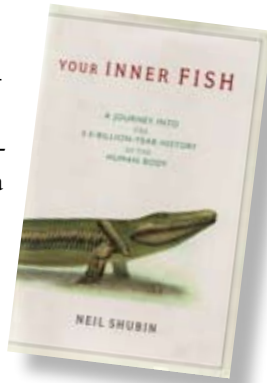
Your Inner Fish

A Journey into the 3.5-Billion-Year History of the Human Body

Neil Shubin

Bonnier Carlsen 2006, 96 s
ISBN13: 978-91-638-2692-4

Det här är en bredvidläsningsbok för den som vill lära sig mer om evolution och om hur forskning på våra förfäder i gränslandet mellan fiskar, amfibier och kräldjur går till idag. Författaren upptäckte en av de saknade länkarna mellan fiskar och groddjur, *Tiktaalik*. Han undervisar också i anatomi. Kombinationen gör honom till en utmärkt guide till kunskapsområden som handlar om varifrån våra organ härstammar och från vilka organismer vi har kommit.



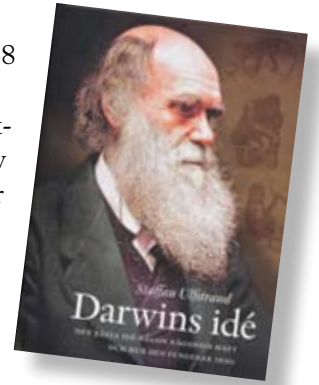
Darwins idé

Den bästa idé någon någonsin haft och hur den fungerar idag

Staffan Ulfstrand

Symposion 2008, 287 s
ISBN: 978-91-7139-820-8

Boken innehåller en exposé över framväxten av evolutionsteorin och över Darwins liv och samtid, men är framförallt fylld med exempel på modern evolutionsforskning. En modernisering görs av de exempel som förekommer i skolans läroböcker. Författaren låter oss se hur fascinerande evolutionsforskning är.



Evolutionensbiologi

Mats Björklund

Studentlitteratur 2005, 246 s
ISBN13: 91-44-03984-0

Boken ger en inblick i några av de viktigaste evolutionensbiologiska frågeställningarna. Inledningsvis görs en genomgång av evolutionsteorin och de tre faktorer som främst påverkar evolutionen, nämligen variation, selektion och ärftlighet. Hur uppstår nya arter, hur kan man spåra den evolutionära historien, hur har kön och könsroller uppstått, är några av de frågor som boken ger svar på.



Efter Linné

Skolprojekt Linné Idéhäfte 6

Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik 2008, 40 s

ISBN: 978-91-976647-7-6

Häftet fokuserar på evolution samtidigt som ett ekologiskt perspektiv genomsyrar innehållet. Den molekylärbio-logiska bakgrunden till evolutionen beskrivs liksom organismvärldens utveckling. Laborationer och övningar kompletterar och fördjupar innehållet. Häftet kan beställas från www.bioresurs.uu.se/skolprojektlinne. Det kan också laddas ner tillsammans med kompletterande material från samma webbsida.



Dr Tatianas råd om sex och samlevnad för hela skapelsen

Olivia Judson

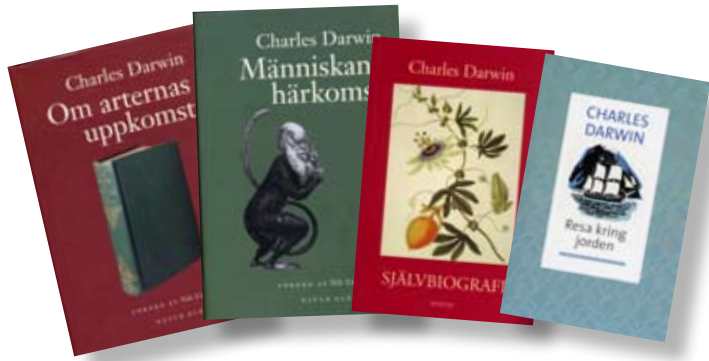
Natur och kultur 2006, 356 s
ISBN10: 9127112691

Denna bok är upplagd som en relationsfrågespalt i en veckotidning. Oroliga individer skriver in till Dr. Tatiana om sina kärleksbekymmer och Dr. Tatiana svarar. Men det är inte människor utan de mest märkliga organismer som luftar sina problem. Boken är full av roliga exempel från modern biologisk forskning. Den lilla fikonstekeln undrar till



exempel varför alla hennes pojkvänner biter ihjäl varandra och mangrovefiskens funderar på om hennes nya bekantskap, som inte är hermafrodit som hon, är avvikande och farlig. Den biologiska informationen är korrekt och häpnadsväckande och kunskapen är pedagogiskt och roligt förpackad. Uppdelningen i många små kapitel gör boken utmärkt att använda som fördjupningslitteratur på gymnasiet när man diskuterar evolution eller etologi, eller ännu hellre gränslandet dem emellan.

Darwins skrifter @



Några av Darwins böcker finns översatta till svenska, se ovan. På nätet finns hans publikationer inscannade från originalversionerna. Här finns böcker, 20 000 privata dokument, manuskript och mycket annat.
<http://darwin-online.org.uk/>

Naturhistoriska riksmuseet @

www.nrm.se

På Naturhistoriska riksmuseets webbplats finns tillgång till material kring de båda utställningarna "41/2 miljarder år – Jordens och livets historia" och "Den mänskliga resan". Studiematerialet består bland annat av lärarhandledningar, arbetsuppgifter för elever och fördjupningstexter.

Information om jordens arter @

www.gbif.se

GBIF-Sweden arbetar med att samla den information om biologisk mångfald som förvaltas av svenska museer, myndigheter, organisationer m.m. På hemsidan kan man söka i databasen efter arter utifrån svenskt eller latinskt namn och få sökresultatet på en karta eller i tabellform. GBIF-Swedens databas innehåller idag fler än 19 miljoner dataposter.



GBIF-Sweden är svensk nod i det internationella nätverket "Global Biodiversity Information Facility" (GBIF). Syftet med GBIF är att göra all information om jordens arter fritt tillgänglig via en central databas.

Understanding Evolution @

<http://evolution.berkeley.edu/>

Det finns en mängd olika webbresurser om evolution på engelska. En av de mest innehållsrika är Understanding Evolution, som upprätthålls av Berkeley University i USA. Här finns ett veritabelt smörgåsbord av resurser av hög kvalitet kring evolution. Läs mer om evolutionära mekanismer, om fossil, evolutionens idéhistoria och evolutionära träd för att bara nämna några exempel.

Traditionell kunskap i nutid för framtid

Naturnära friluftsliv, jakt & fiske

Vildmarksgymnasiet

Vildmarksgymnasiet



Vildmarksgymnasiet är ett naturbruksprogram med fokus på ledarskap och det traditionella vildmarkslivet - kunskapen om hur man hållbart nyttjar naturens alla resurser, för att vistas och färdas i naturen.

Inriktningar på gymnasiet

- Barn & Fritid med utomhuspedagogiskt ledarskap
- Yrkesfiske i sötvatten
- Naturnära vilt- & fiskförvaltning och friluftsliv

Vildmarksgymnasiet
www.vildmarksgymnasiet.se
0371-600 46/602 04
tommy.fock@hylte.se

Hos oss börjar ditt livs resa!!

B



Avsändare:
Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik, Box 592, 751 24 Uppsala

Evolutionens aktuellt

Vetenskapelsen

Den 12 februari 2009, på 200-årsdagen av Darwins födelse invigs Riksställningens vandringsutställning Vetenskapelsen, i Ronneby. Utställningen handlar om evolution och tar sin utgångspunkt i frågorna kring var, varför och hur människan kom till. Grunden för de resonemang som presenteras bygger på Charles Darwins utvecklingslära. Målgruppen är i första hand högstadie- och gymnasieelever.

Mer info om datum och vilka orter utställningen besöker kommer på www.bioresurs.uu.se och www.riksutstallningar.se

NO-biennaler 2009

Biennalerna riktar sig till dig som är lärare i grundskolan (F-9) och är tänkta att bli kreativa mötesplatser för utbyte av undervisningsidéer inom NO-området. Programmet består av föreläsningar, workshops och idéutställningar i naturvetenskap. Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik deltar med workshops kring evolution och utepedagogik.

Södertälje 26-27 januari 2009

Lund 2-3 februari 2009

Pris: 600 sek + moms för två dagar

För info och anmälan, www.nobiennial.nu

Darwin-dagar

25 april 2009 genomför Uppsala universitet en föreläsningdag för allmänheten på temat evolution. I anslutning till denna dag anordnar Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik den 24 april en praktiskt inriktad lärardag med samma tema.

Välj att delta en eller två dagar. Båda

dagarna äger rum i Uppsala. Håll utkik på www.bioresurs.uu.se för information och anmälan till lärardagen.

Evolution på www.bioresurs.uu.se

Vi kommer att utveckla en särskild avdelning på vår webbsida med tema evolution, se länk på startsidan.

Du som har förslag på innehåll hör av dig till info@bioresurs.uu.se. Det kan till exempel vara länkar, övningar, laborationer eller annat som berör evolutionsområdet.



God Jul och Gott Nytt År önskar vi på resurscentrum till alla läsare!

Det är vi som jobbar på Nationellt resurscentrum för biologi och bioteknik:



Christina Polgren

Föreståndare. Inriktning förskola, skola och vuxenutbildning.
christina.polgren@bioresurs.uu.se
018-471 50 65



Britt-Marie Lidesten

Inriktning gymnasium, kursutveckling
britt-marie.lidesten@bioresurs.uu.se
018-471 50 66



Malin Planting

Kursutveckling, redaktör för Bi-lagan, annonsansvarig.
malin.planting@bioresurs.uu.se
018-471 64 07



Sussie Broquist Engström

Inriktning förskola och grundskola f-6
sussie.broquist@bioresurs.uu.se

Vill du ha fler exemplar av Bi-lagan, kontakta oss på info@bioresurs.uu.se