



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.

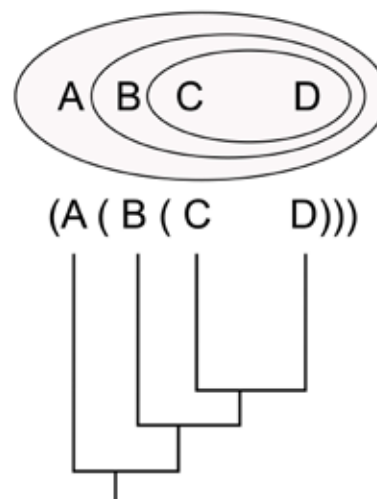
En naturlig följd av den evolutionära processen är arter som uppkommer genom att populationer skiljs åt, antingen geografiskt eller funktionellt, och arter som dör ut, genom att de blir utkonkurrerade eller helt enkelt beroende på mer slumpmässiga faktorer.

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.

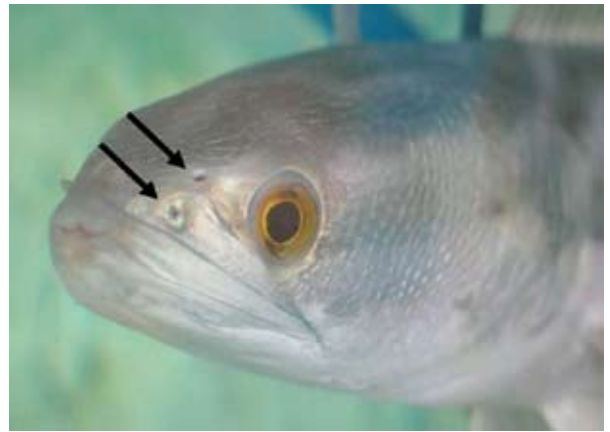
När det gäller fossilt material är man i allmänhet starkt begränsad i avseende på vad hos en organism man kan studera. I stort sett handlar det om jämförelser av skelett, eftersom hårddelar bevaras i mycket större utsträckning än mjukdelar, exempelvis muskler och nerver. Jämförelser mellan fossil och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



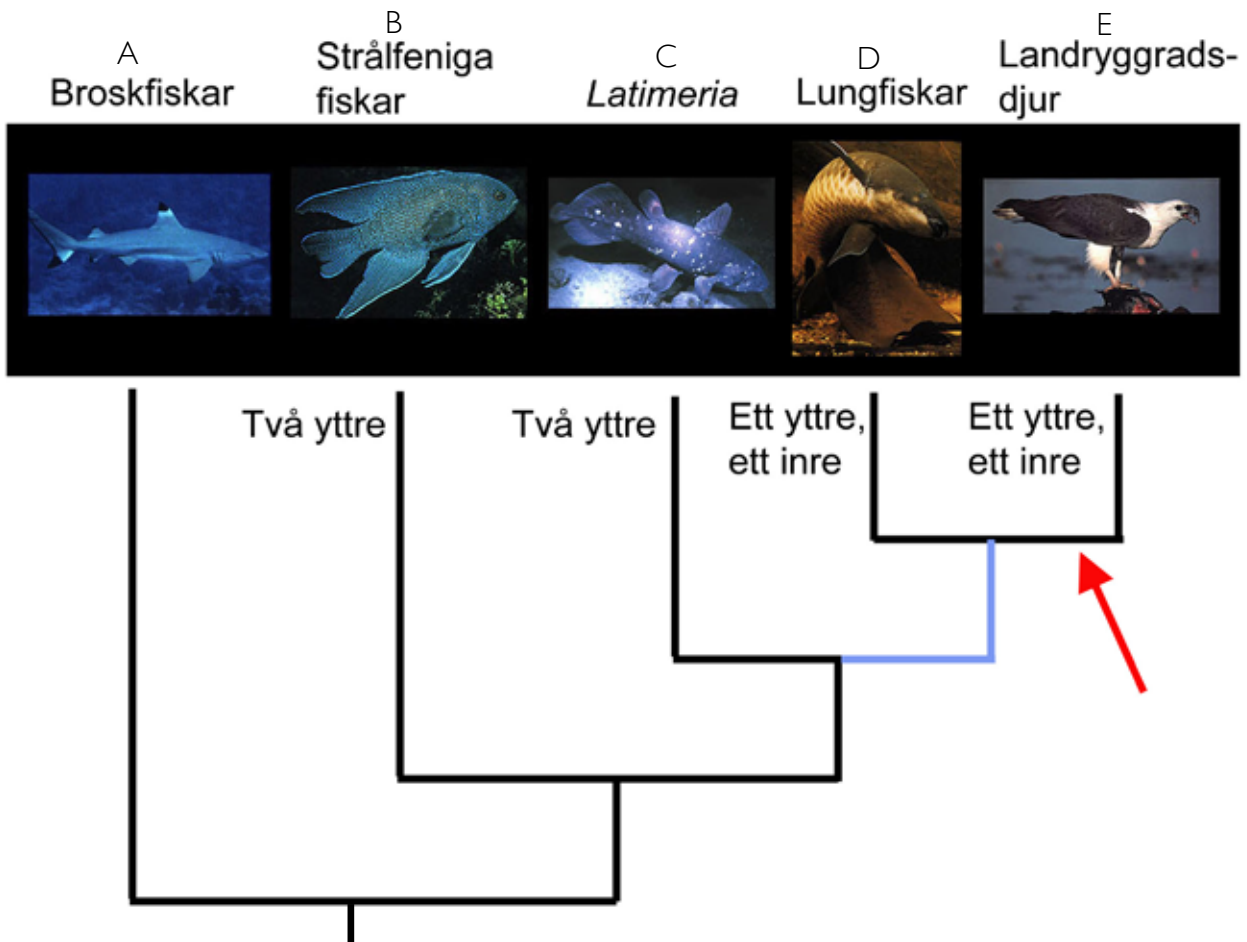
Ill: Martin Brazeau

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.

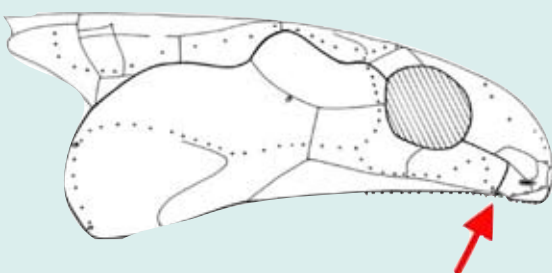
Hur har då den inre näsborren uppkommit? Det verkar uppenbart att det ursprungliga tillståndet är att ha två yttre par, eftersom detta kan observeras både hos strålfeniga fiskar och *Latimeria* (se figur överst nästa sida).

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 näsborrsparet 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 näsborrsparet 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".

