

Materialet består av två elevinstruktioner: Trädtänk och kamratritning.

Evolutionära träd

– Lärarhandledning

Att tolka evolutionära släkträd är inte helt lätt. Syftet med övningarna är att träna "trädtänk". Här tar vi upp kända svårigheter, ger förslag på användbara begrepp och ger didaktiska tips.

Kort beskrivning av materialet som är för elever i åk 7–9 och gymnasiet

Trädtänk kan göras enskilt eller i mindre grupper. Uppgift 1 ska ge träning i förmågan att se olika möjliga träd. Det ingår bara tre arter (A, B och C) för att börja med en enkel uppgift. I uppgift 2 ska man rita ett träd som stämmer med sex olika påståenden om vad som gäller för släktskapet mellan röd flugsvamp, citronfjäril, blåsippa, tall och gorilla. Syftet med denna övning är att bli bekant med begreppsanvändning samtidigt som förmågan att överföra information om relationer till en illustration tränas. I uppgift 3 ska eleverna jämföra tre olika träd med bilder på andra släkträd för att se om de visar samma släktskapsförhållande. Syftet med denna uppgift är att öva på tolkning och problemlösning.

Kamratritning görs i par eller i mindre grupper. Det finns två olika släkträd med vardera sju arter (A-G respektive M-S). En elev (eller grupp) får se endast ett av träden och ska beskriva det i punktform med stöd av korrekta termer (till exempel "B är systergrupp till A och G"). Beskrivningen ska göra det möjligt för en annan person/grupp att rita upp motsvarande träd. Grupperna byter beskrivningar med varandra och försöker sedan rita ett släkträd utifrån den information de fått. Syftet med övningen är att ge träning både i användning av korrekta termer och förmågan att tolka träd.

Snabbkurs i trädtänk visar exempel på olika typer av släkträd och begreppsförklaringar.

Om lärarhandledningen

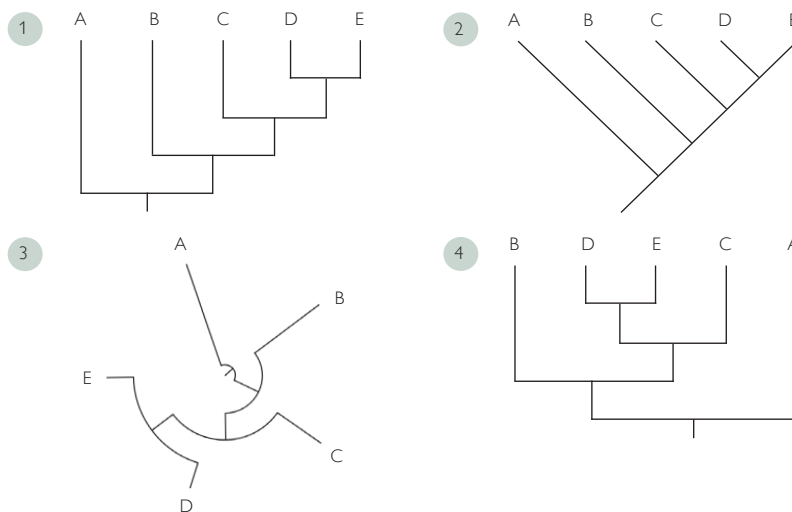
Petra Korall, universitetslektor vid Uppsala universitet, har tagit fram övningarna och lärarhandledningen i samarbete med Dan Larhammar, professor i molekylär cellbiologi vid Uppsala universitet. Övningarna och lärarhandledningen är bearbetade av Bioresurs. Läs också artikeln "Att tolka livets träd" i Bi-lagan nr 2 2023.

Vanliga svårigheter och missuppfattningar

Trädtänk, att tolka fylogener, sker inte intuitivt utan behöver läras. En introduktion till hur man tolkar träd finns i artikeln "Att tolka livets träd" (Bi-lagan nr 2 2023). Svårigheter och missförstånd tas upp både i internationella forskningsstudier och pågående studier av Petra Korall som följer nya kandidatstudenter i biologi. Detta ger oss en grund för att reflektera kring vad som är viktigt att fokusera på när man undervisar om evolution och specifikt evolutionära träd i grundskola och gymnasium.

Svårighet I: Trädform

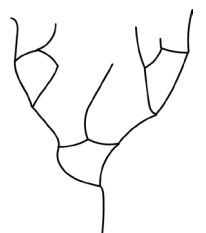
I figur 1 nedan visas träd som alla visar samma släktskapsrelationer mellan arterna A–E, men som har olika form. Petra Koralls studier av förstaårsstudenter på kandidatprogrammet i biologi, visar att de har enklare att tolka ett rektangulärt träd (träd 1 och 4) än träd med diagonala (lutande, sneda) grenar (träd 2). Mer komplexa former som det runda "trädet" i bild 3 blir ännu svårare. Petras studie visar att en fylogeni med fyra arter som är ritad som ett rektangulärt träd förstås av 60 % av de nya studenterna, medan bara 48 % av studenterna förstår samma fylogeni med diagonala grenar.



Figur 1. Olika trädformer.

Evolutionära träd visar det som vi brukar kalla för evolutionära mönster. De förmedlar inte information om de evolutionära processer som ligger bakom (som artbildning, genflöde, drift, etc). Dock kan till exempel diagonala grenar leda tankarna till evolutionens gradvisa förändringar (även om trädet inte har någon axel eller skala). Rektangulära träd kan å andra sidan ge intryck av att evolution sker abrupt genom en definitiv separation vid noden. Sådana abrupta förgreningar kan förstås ske under evolutionen, särskilt om det sker polyploidisering* eller kromosomala rearrangemang som gör det omöjligt för den nya arten att föröka sig med den ursprungliga arten. Det är ändå viktigt att vara medveten om att träden (oavsett form) visar på de evolutionära mönstren och inte processerna bakom.

* Kort tid efter en uppdelning i separata evolutionära utvecklingslinjer vid en nod kan ibland populationer eller till och med arter återförenas innan deras biologi hunnit bli alltför olika. Om grenar går ihop, "återförenas" så kan hela kromosomuppsättningen kombineras om. Ett exempel på att det har skett är den tetraploida arten karp (*Cyprinus carpio*) som i regel har 100 kromosomer med fyra kromosomer av varje sort ($2n=4x=100$). Den nutida karpen har förmodligen uppstått genom att genomen från två närbesläktade diploida arter ($2n=2x=50$) förenats vilket skedde för flera miljoner år sedan. Andra exempel är vete (*Triticum aestivum*, $2n=6x=42$) och jordnöt (*Arachis hypogaea*, $2n=4x=40$). Ett stort antal andra växter har på liknande sätt uppstått genom polyploidisering efter att närbesläktade arter fått gemensam avkomma som behållit båda föräldraarternas alla kromosomer. Fylogenin kan då illustreras som ett nätverk (bild till höger).



Svårighet II: Roterande grenar

Förståelsen påverkas också om systergrupper roteras runt noden där den närmast gemensamma föregångaren finns och därmed byter plats med varandra. Det är därmed även svårt att jämföra olika träd vars grenar är vridna på olika sätt. Jämför till exempel träd 1 och 4 i figur 1 där träden visar samma släktskapsrelationer.

För att underlätta för elever att tolka träd är ett förslag, baserat på erfarenhet, att man börjar tolkningen av trädet genom att fokusera på en av terminalerna (art eller annan grupp som finns i en grenspets) och jobbar sig bakåt i tiden.

Svårighet III: Tolkning baseras på kända arter som liknar varandra

Generellt är det skillnad på förståelsen beroende på om fylogeniens terminaler består av abstrakta namn (som A, B, C eller okända organismer), eller om det är kända organismer. I Petras studie ökar andelen korrekta svar om terminalerna är riktiga, kända organismer. Det kan tolkas som att studenterna istället för att tolka trädet baserar sina svar på hur organismerna ser ut (morfologisk likhet) ofta kombinerat med tidigare uppfattningar om släktskap.

Svårighet IV: Läsa trädets terminaler

Ett vanligt missförstånd är att relationerna tolkas utifrån terminalernas ordningsföljd, oftast från vänster till höger, snarare än förgreningarnas ordningsföljd. Om man läser träd 1 i figur 1 från vänster till höger så skulle A vara närmast släkt till den gruppen som innehåller resterande arter B–E. Det leder i just detta träd till korrekt tolkning men på felaktiga grunder. Strategin fungerar så länge som trädet är ritat "stegvis åt höger" (eng. *ladderized right*), vilket är mycket vanligt (läs mer nedan). Är trädet ritat på ett annat sätt (exempelvis som i träd 4) kommer läsning av terminalerna ge en felaktig tolkning av trädet.

Svårighet V: Linjetänk

Ett annat missförstånd är "linjetänk" vilket innebär att man ser evolutionen som en linje, från en "primitiv" grupp till mer "avancerade" grupper, där "nu levande art A" gav upphov till art B som gav upphov till art C ("primitiv"/"avancerad" ska man använda med försiktighet, se mer nedan om ord att undvika). Linjetänk innebär också ofta att man felaktigt ser det som att evolutionen har ett mål (gärna med människan som skapelsens krona), istället för att alla idag levande organismer har en gemensam föregångare och att alla har har evoluerat lika länge från denna. Den här typen av missförstånd är inte specifikt kopplat till tolkning av fylogener. Linjetänk är ett mer grundläggande missförstånd kring evolution som även påverkar hur vi missförstår fylogenetiska träd.

Ett klassiskt exempel på linjetänk är "vi människor härstammar från schimpansen", istället för att se oss som nära släktingar till schimpanser med en gemensam föregångare. Linjetänk är mycket vanligt i illustrationer, exempelvis som felaktigt ritade illustrationer i mer eller mindre vetenskapliga sammanhang, men även som skämtteckningar. Ett typexempel är "människans evolution från apa till upprättgående människa till en böjd person framför en dator". För att förstå omfattningen av dessa bilder kan man bildsöka "human evolution" på nätet. Hur många bilder med linjetänk går det på varje korrekt återgivning av släktskap? Det stora flödet av dessa bilder är förmodligen en bidragande orsak till svårigheten att bli av med denna typ av missuppfattning.

I Petras studie hade de nya studenterna svårigheter att besvara frågor kring ett fylogenetiskt träd med gorilla, schimpans och människa. Påståendet "Schimpansen är närmare släkt med människan än med gorillan" besvaras korrekt av 60 % av studenterna, medan 56 % svarar rätt på "Schimpans och människa har en gemensam förfader som de inte delar med gorilla". Problemen som studenterna har med dessa frågor kan troligen delvis förklaras av linjetänk, men språkbruket kan nog till viss del också vara ett problem (se nästa avsnitt). De formuleringar som bör användas för att beskriva fylogenetiska träd kan förefalla en smula svårare, men de är viktiga för att ge en korrekt beskrivning.

Formuleringar att använda och vad som bör undvikas

Vissa formuleringar bör undvikas då de direkt eller indirekt kan förstärka missuppfattningar och/eller leda till feltolkningar av fylogenin man studerar, vilket i förlängningen kan påverka vilka evolutionära slutsatser man drar. Många av dessa ord är problematiska genom att de förstärker linjetänk.

Använd systemgrupp – undvik "basal"

"Basal grupp/art" används ofta felaktigt för att beteckna den klad som är syster till alla övriga terminaler i trädet, som fåglar i träd a i figur 2. Att något är "basalt" leder oundvikligen till tolkningen att de andra organismerna är mer "avancerade", istället för att se att alla terminalerna delar en gemensam föregångare från vilken de alla har evoluerat under lika lång tid. Använd istället "gruppen är syster till alla de andra terminalerna tillsammans".

Man kan använda "basal" om förgreningarna i trädet, som "den mest basala förgreningen i trädet visar att fåglar är syster till de övriga djurgrupperna i trädet". Dock rekommenderar vi att helt undvika ordet basal, om man inte är mycket tydlig med hur man uttrycker sig. Ett bättre alternativ är att säga "den tidigaste förgreningen i trädet visar att fåglar är systemgrupp till de övriga djurgrupperna i trädet tillsammans".

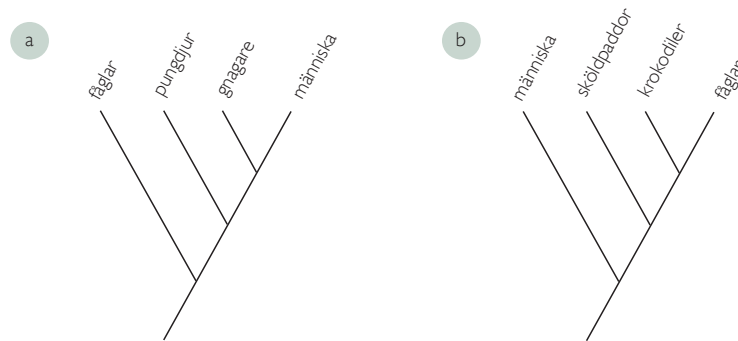
Använd system till – undvik "grenen viker av"

Precis som ordet "basal" leder "grenen viker av" till ett linjetänk, men stärker också missuppfattningen att det finns en evolutionär riktning mot ett mål. En gren som "viker av" tolkas lätt som ett sidospår, till skillnad från något som inte viker av, ett huvudspår som är på väg någonstans. Använd istället "gruppen är systemgrupp till ...".

Använd ursprunglig/härledd karaktär – undvik "primitiv/avancerad"

Att kalla en organismgrupp för "primitiv" eller "avancerad" är dels problematiskt av samma anledning som "basal", det vill säga att alla organismer idag delar en gemensam föregångare från vilken de alla har evoluerat under lika lång tid. Att säga att en organism är "primitiv" bygger dessutom på en felaktig bild av evolution. En organism är inte primitiv, däremot kan en organism uppvisa egenskaper eller karaktärer som också finns hos dess föregångare. Här skulle man kunna säga att de har egenskaper som är "primitiva", men vi rekommenderar istället att använda ord som "ursprunglig" egenskap och istället för "avancerad" använda "härledd" egenskap. Termerna används alltid i relation till det specifika trädet och arterna som ingår.

Ett sätt att illustrera problemen med att använda ord som "basal" och "primitiv" är att jämföra träden i figur 2. I träd a är fåglar systergrupp till en klad som inkluderar tre olika däggdjursgrupper, medan i träd b är människa syster till en klad med tre andra grupper (sköldpaddor, krokodiler och fåglar). Man kan diskutera träden och användandet av ord som "basal" i beskrivning av träden. Även om många säkert kan tänka sig att säga "i trädet är fåglar basala" om trädet i figur 2a, så är det nog inte många som på motsvarande sätt skulle säga "människan är basal i förhållande till gruppen med sköldpaddor, krokodiler och fåglar" i figur 2b. Detta trots att fåglar respektive människor innehar precis samma position i respektive träd.

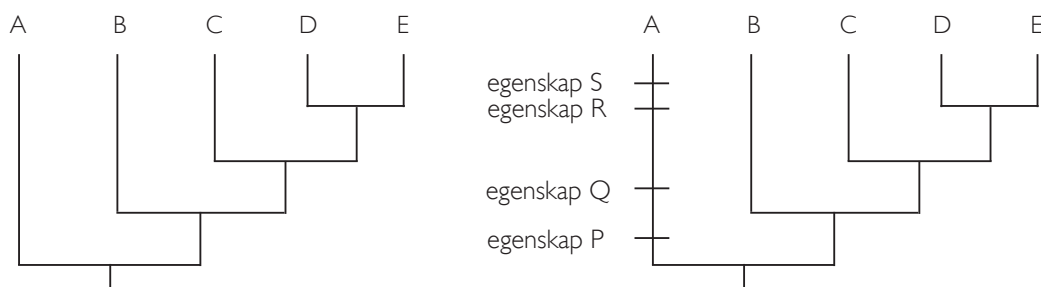


Figur 2. Olika släkträd där människan ingår.

Flera av ordvalen vi tar upp här ser vi (tyvärr) även i vetenskapliga publikationer, inte minst ord som "basal grupp", "primitiv grupp" eller "den första grenen som viker av" (eng. "*earliest diverging lineage*"). För evolutionsbiologer är betydelsen i allmänhet klar och orden kan betraktas som ett sätt att kortfattat beskriva evolutionära relationer. Men ibland ser man även i vetenskapliga artiklar hur dessa tankar har lett till felaktiga slutsatser om evolutionära skeenden.

Ett exempel är om en grupp som är syster till alla andra (som klad A i figur 3), har många egenskaper som skiljer sig från övriga organismer i fylogenin. Om man då tolkar A som "basal" eller "primitiv" istället för syster till övriga organismer är det lätt att tolka egenskaperna som A har som "primitiva", det vill säga att de fanns hos föregångaren till alla organismer i fylogenin. I det vänstra trädet i figur 3 finns det ingen information som säger att egenskaperna som A har skulle finnas även hos föregångaren. Det skulle kunna vara så att A har genomgått en mycket snabb evolution och därmed utvecklat många unika egenskaper efter det att grenen för A skiljde sig från grenen som leder till B–E (det högra trädet). Då kanske de egenskaper vi ser i B–E är mer lika dem som den gemensamma föregångaren till A–E hade.

För att avgöra vad som är ursprungliga egenskaper behövs mer information, som man kan få genom att studera fler närbesläktade organismgrupper och göra en analys där man fokuserar på hur enskilda egenskaper/karaktärer har evolverat.

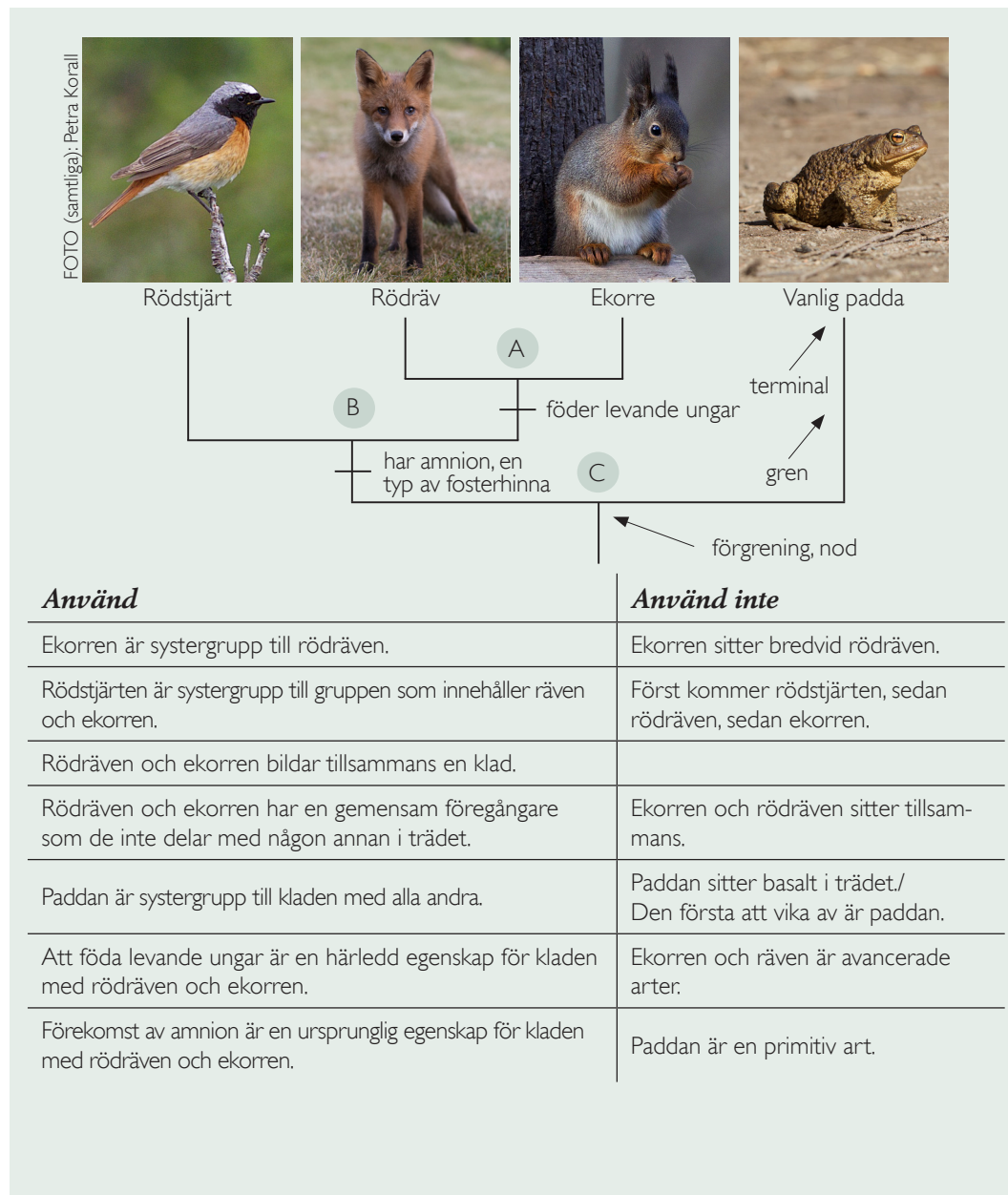


Figur 3. Ett vanligt missförstånd är att tolka arten A som "primitiv" och övriga arter som mer utvecklade.

Analogt med tidigare exempel bör uttrycken "högre" och "lägre" undvikas vilket redan Charles Darwin påpekade. Ändå förekommer exempelvis uttrycken "högre och lägre primater" eller "lägre vertebrater". Ofta används uttrycken utan att författaren specificerat vilka arter som avses.

Så kan ett släkträd beskrivas

Figur 4 ger exempel på hur man kan uttrycka sig (och vad man bör undvika) utifrån ett konkret exempel på ett släkträd med foton på fyra vanliga djurarter. Syftet med att vara noggrann med hur man säger är alltså att minska risken för att förstärka missuppfattningar kring släktskapsträd och evolution.



Figur 4. Exempel på ett evolutionärt träd och hur det kan beskrivas med användbara begrepp. Uttryck som bör undvikas visas till höger i tabellen.

Mer om fylogenetiska träd

Det är mycket vanligt att fylogenetiska träd presenteras som en stege åt höger (som i träd 1 i figur 1 på sida 2), med allt mer artrika grupper till höger. Även om det för många kan kännas enklare att tolka sådana träd löper man samtidigt risken att förstärka missuppfattningar kring linjetänk, att man läser terminaler från vänster till höger och tänker utifrån "primitiva" och "avancerade" grupper. Ett förslag är därför att dels presentera träd som inte har detta upplägg (som till exempel träd 2 i figur 1 på sida 2). Ett annat tips är att om man återkommande använder ett träd välja att presentera det med olika former och roterade grenar. Dock kan det senare vara problematiskt ur ett didaktiskt perspektiv, då studierna som Petra har gjort visat att studenterna ofta har tillräckligt svårt att förstå ett släktträd. Den ytterligare komplexitet som uppstår med olika utseenden på träden riskerar att flytta fokus från det man vill uppnå, nämligen förståelse av evolutionära släktskap och processer.

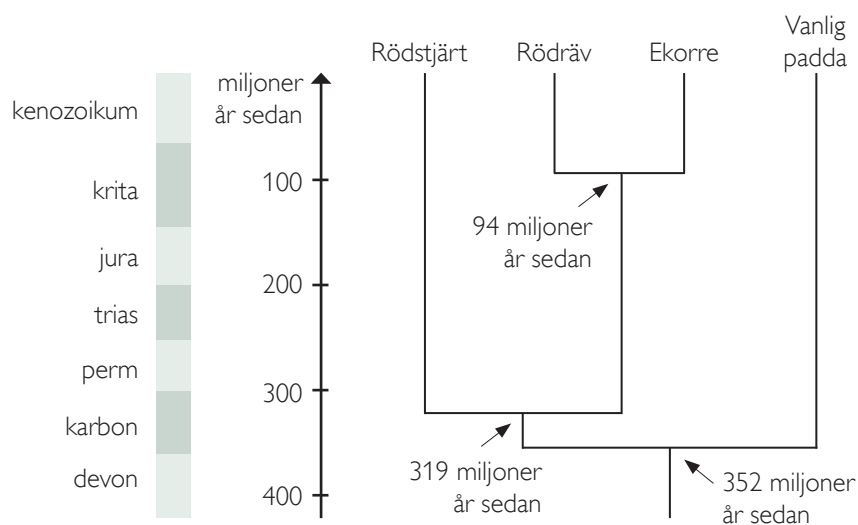
Kladogram, fylogram och kronogram

Fylogenetiska träd kan förmedla olika typer av information. De vanligaste typerna av träd är kladogram, fylogram och kronogram.

Ett *kladogram* visar enbart släktskapsrelationerna mellan ingående arter. Ingen information förmedlas om vilka eller hur många karaktärer/karaktärstillstånd som skiljer sig åt mellan ingående organismer. De flesta av träden här i lärarhandledningen och även i artikeln i Bi-lagan nr 2 2023 är kladogram.

Ett *fylogram* visar förutom släktskapsrelationer även hur många förändringar mellan olika karaktärstillstånd som de analyserade karaktärerna har genomgått. Grenarnas längd är proportionella mot antalet förändringar i de analyserade karaktärerna.

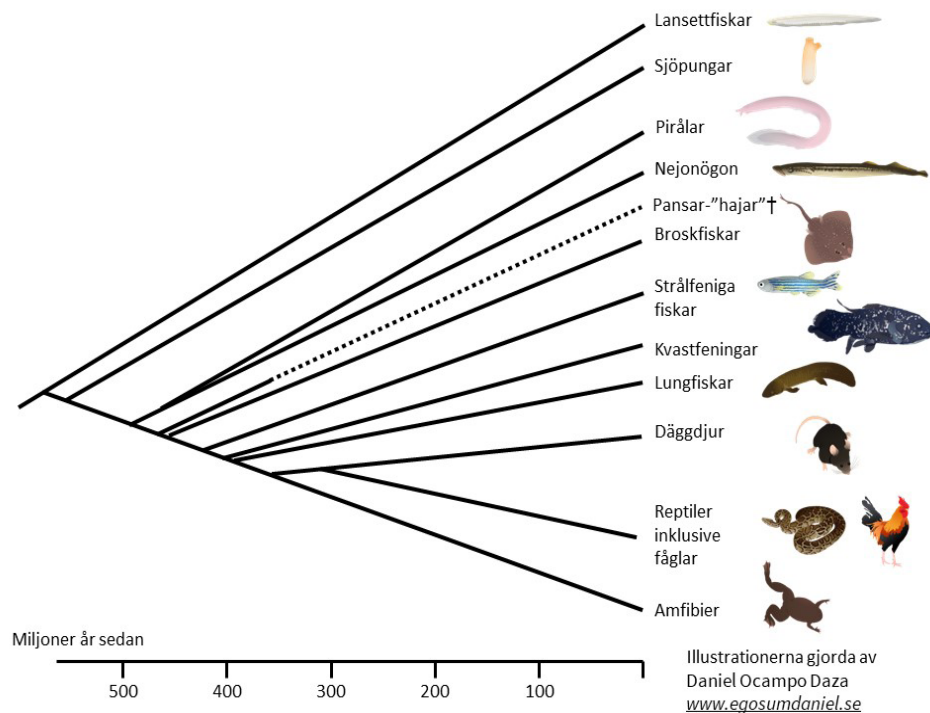
Ett *kronogram* förmedlar släktskapsrelationer och tidsförlopp (figur 5). Grenarna är proportionella mot den tid som förflutit. Emellertid är förgreningshändelserna ofta svåra att placera på en tidsskala som anger antalet år. När man daterar fylogenetiska träd inkluderar man vanligen i analysen i) förändringarna i datan man analyserar (d.v.s. det som resulterar i olika grenlängder i fylogram), ii) modeller för hur DNA



Figur 5. Exempel på ett kronogram, samma evolutionära träd som i figur 4, men med den beräknade tiden mellan olika händelser utmärkt. Dateringarna är baserade på timetree.org.

(eller de andra karaktärer man analyserar) evolverar och hur förändringshastigheten kan skilja mellan olika delar av det fylogenetiska trädet, liksom iii) att man behöver kalibrera mot till exempel paleontologi och geologi kombinerat med radiometrisk dateringsmetoder. Lyckligtvis är några fixpunkter väldokumenterade och kan därför användas som kalibreringspunkter gentemot förändring av observerade karaktärer.

Det kan ändå vara värdefullt att ange ungefärlig tidsskala för organismgruppers förgreningar, bara medvetenheten finns om dessa osäkerhetsfaktorer. Ett viktigt skäl att använda kronogram när så är möjligt är att träd som brukar visas i läroböcker ofta är kladogram för vitt skilda tidsperioder, från några få miljoner år för människans evolution till 500 miljoner år för ryggradsdjurens evolution. Träd med tidsskala är också illustrativa för att markera när vissa evolutionära linjer dött ut (se figur nedan).



Figur 6. Ett kronogram för olika djurgrupper. Den prickade linjen visar en artgrupp som dött ut.

Utgrupp i evolutionära träd

I ett evolutionärt träd samlar man de arter mellan vilka man vill undersöka släktskapet. Ibland introduceras även en mer avlägset besläktad art (eller flera avlägsna arter). En sådan art benämns "utgrupp" eftersom den är lokaliserad utanför de arter som är av intresse i sammanhanget. Exempelvis kan fåglar användas som utgrupp för jämförelser mellan olika däggdjur.

Valet av utgrupp är viktigt för att kunna urskilja vilka egenskaper hos arterna som utvecklats tidigt (ursprungliga karaktärer) och vilka som har utvecklats senare (härledda karaktärer).

För att tolka ett evolutionärt träd har utgruppen ingen större betydelse, den är viktigare för den som konstruerar evolutionära träd.

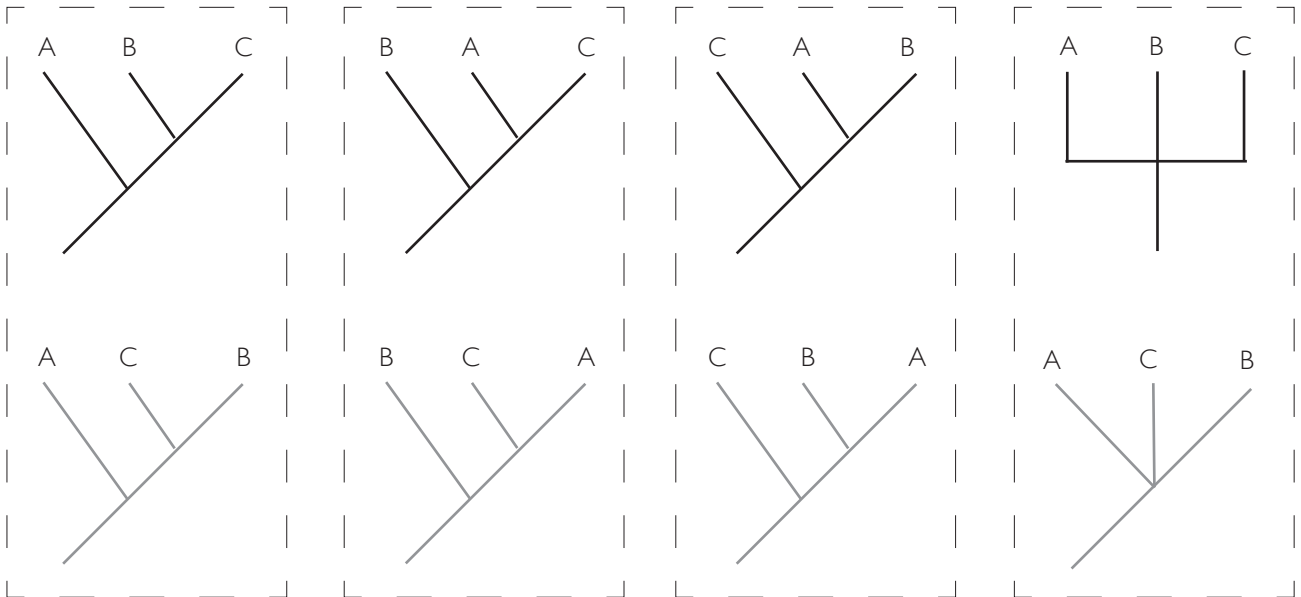
Svar och kommentarer till övningsuppgifter

Evolutionära träd – Trädtänk

Uppgift 1. Släktträd med tre arter

På hur många olika sätt kan tre arter vara släkt med varandra? Rita alla olika kombinationer av släktskapsträd som de kan vara släkt på. Du kan kalla arterna för A, B och C. Välj själv om du vill rita rektangulära eller diagonala träd.

Svarsförslag:



För tre arter finns det fyra möjliga släktskapsförhållanden. Varje streckad ruta visar två möjliga sätt att rita samma släktskapsförhållande. Till exempel visas i rutan längst till vänster att grupp B och C är närmare släkt med varandra än vad någon av dem är med grupp A. Ett vanligt misstag är att man tolkar träd från vänster till höger, men med dessa två möjliga varianter kan man som lärare visa att de två träden visar samma släktskapsförhållanden trots att B och C är på olika ställen. De arter som är närmast släkt med varandra kan roteras kring den närmaste gemensamma noden (därav två av varje träd i rutorna). Ett annat sätt att rita är att vrida hela trädet.

I det fjärde trädet utgår alla tre terminalerna från samma punkt. Det betyder att de tre arterna är lika nära släkt med varandra. De har en gemensam nod.

Det är viktigt att visa på att träden inom de streckade boxarna visar exakt samma släktskapsförhållanden. I samband med genomgång om detta kan man trycka på att grenarna som utgår från en och samma nod kan roteras utan att det förändrar släktskapsförhållandet mellan dem. En användbar liknelse kan vara en mobil, en sådan sak som man hänger ovanför små barns sängar (se bild här intill).

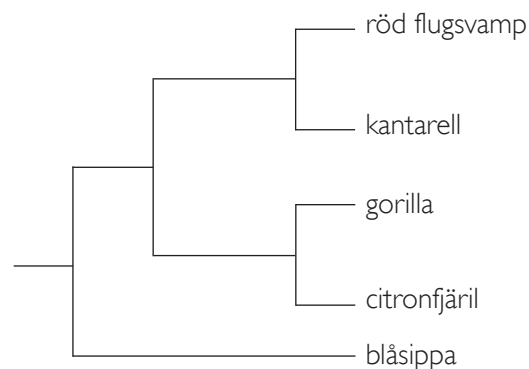


Uppgift 2. Hur ser ett släktträd ut för en växt, två djur och två svampar?

Rita ett släktträd som passar in på en beskrivning som ges i punktform (på nästa sida finns beskrivningen och plats att rita trädet). Tips innan du börjar:

1. Läs igenom alla punkter som finns på nästa sida.
 2. Klipp ut de små bilderna nedan och använd dem för att organisera arterna utifrån informationen. Rita sedan ut ett släktträd med grenar och noder.
 3. Börja rita trädet från terminalerna (bilderna på arterna) och knyt ihop dem som är närmast släkt med varandra först.
 4. Ta bort bilderna och skriv namn på arterna vid terminalerna i trädet.
- I ett släktskapsträd ingår fem arter: röd flugsvamp, citronfjäril, blåsippa, kantarell och gorilla.
 - Av de här fem arterna är citronfjärilen och gorillan närmast släkt med varandra.
 - Blåsippan är närmast släkt med den systergrupp som innehåller alla de andra fyra arterna.
 - Den röda flugsvampen och kantarellen har en gemensam föregångare som de bara delar med varandra (inte med någon av de andra arterna).
 - Den röda flugsvampen och kantarellen bildar tillsammans en systergrupp till gruppen med gorillan och citronfjärilen.

Svarsförslag:



Det finns bara en lösning på uppgiften. Utifrån beskrivningen kan arterna bara vara släkt med varandra på ett sätt, men eftersom grenarna från en nod kan rotera (byta plats) utan att det förändrar själva släktskapsförhållandet kan trädet ritas på flera sätt.

Syftet med denna övning är att bli bekant med begreppsanvändning samtidigt som förmågan att överföra information om relationer till en illustration tränas.

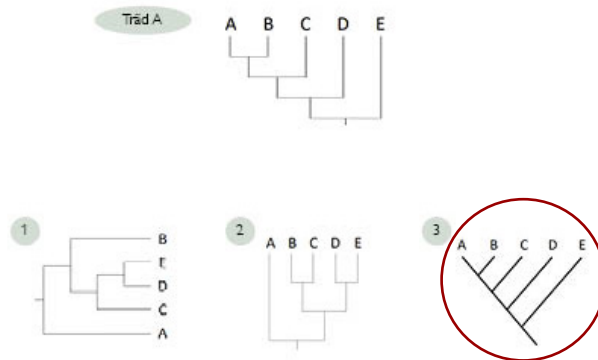
Det kan vara bra att trycka på att de tips som ges i uppgiften ger god hjälp för att komma igång. Bildmaterialet som finns i elevinstruktionen är till för att underlätta tänkandet. Utklippta små bilder kan flyttas runt och grupperas.

Även här kan det vara bra att ta upp att det blir lika rätt (och samma släktskapsförhållanden) oavsett i vilken ordning som arterna gorilla/citronfjäril respektive röd flugsvamp/kantarell placeras då deras nod kan roteras fritt.

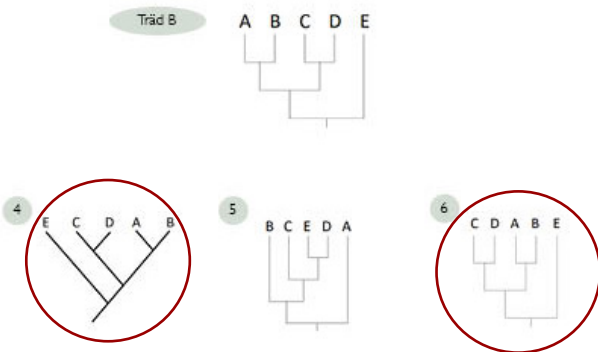
Uppgift 3. Vilka träd visar samma släktskap?

Eleverna ska studera om släktskapsförhållandet som visas i ett givet träd (A, B och C) går att hitta i något eller några andra släkträd. Syftet med denna uppgift är att öva på tolkning och problemlösning.

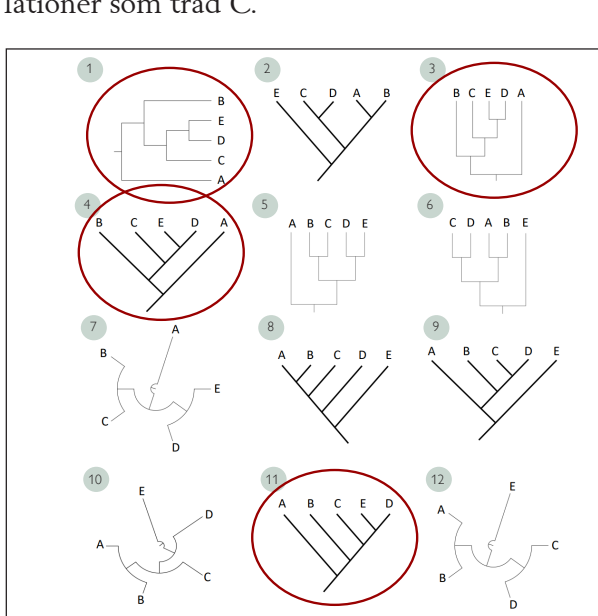
Jämför träd A med träd 1–3. Ett av träden 1–3 visar samma släktskapsrelationer som träd A. Ringa in det trädet.



Jämför på samma sätt träd B med träd 4–6. Ringa in ett eller flera träd som visar samma släktskapsrelationer som träd B.



Jämför träd C med alla träden 1–12. Ringa in de träd som visar samma släktskapsrelationer som träd C.



Tips att förmedla till eleverna: strunta i att grenarna är vridna hit och dit. Börja från terminalen med en art, till exempel A, och vandra ner längs grenen. När du kommer till en förgrening – följ där den andra grenen tillbaka ut till den terminalen (spetsen). Vilken art är det som sitter där? Sedan fortsätter du neråt i trädet igen tills du kommer till nästa förgrening och ser vilken art som kopplas på där.

Evolutionära träd – kamratritning

I övningen ingår vardera sju arter (A–G respektive M–S) som är placerade i två olika släktträd (träd 1 och träd 2). Eleverna ska beskriva träden i punktform med stöd av korrekta termer (till exempel "B är systergrupp till A och G") på ett sätt som gör det möjligt för en annan person/grupp att rita upp motsvarande träd. Sedan byter de beskrivningar med varandra och försöker rita ett släktträd utifrån den information de fått. Övningen tränar både användning av korrekta termer och förmågan att tolka träd.

I uppgiften finns en grön ruta som stöd för hur man kan formulera sig.

Innan eleverna gör övningen kan det vara bra att gå igenom de användbara begrepp som tas upp i begreppslistan:

Gemensam föregångare: En tänkt organism som levt vid den tid som illustreras av en nod i trädet.

Nod och gren: Nod är den förgreningspunkt där olika evolutionära linjer börjar divergera från varandra (de skiljs åt, nya arter bildas, artbildning). Grenar förenar noderna (eller en nod med en terminal).

Terminaler: De organismer som återfinns i grenändarna. Terminaler kan även vara grupper av arter (som till exempel släkten, familjer).

Monofyletiska grupper: En monofyletisk grupp (från grekiskans "en stam/familj/släkt") eller naturlig grupp är en grupp som inkluderar en föregångare och alla dess avkommor.

Systergrupper: De två grupper som är närmast släkt med varandra i ett evolutionärt träd kallas systergrupper.

Låt eleverna arbeta i par eller i mindre grupper. En fördel med att jobba i par är att det ger varje elev en utmaning i att själv först tänka och formulera ledtrådarna. En fördel med att jobba i grupp i detta steg är att diskussionen kan få fler elever att uppmärksamma hur de förstår de olika begreppen.

Då tidigare forskning har visat att elever har svårare att tänka kring släktträd med abstrakta jämfört med konkreta arter kan en variant vara att istället för arter A–G göra övningen med träd som innehåller riktiga arter.

Om det kommer frågor om längderna på de olika grenarna i träd 1 och träd 2 kan man svara att grenarnas längd i vissa evolutionära släktträd har en viss betydelse, men inte i denna övning, utan ska enbart tolkas som att de illustrerar arternas inbördes förhållande.

Kamratritningen avslutas med en diskussionsuppgift där eleverna jämför varandras träd och diskuterar vilka begrepp de använt och inte använt. Här kan det vara bra att vara observant (går runt och lyssna) på om några av de problematiska orden som vi tagit upp på sidan 4-6 här i lärarhandledningen har använts (exempelvis "primitiv" eller "grenen viker av"). Då kan det vara läge att bemöta dem och ge förslag på lämpliga begrepp (exempelvis "ursprunglig" eller "gruppen är systergrupp till ...").