



# Människans evolution

## Lärohandledning

*Vetenskapen säger* är en serie skrifter från Kungl. Vetenskapsakademien där nr 5 2023 handlar om människans evolution. Texterna i skriften är framtagna av ledamöter av Kungl. Vetenskapsakademien och inbjudna experter och beskriver hur vi stegvis har lärt oss mer om människans utveckling och spridning över världen.

Bioresurs har skapat uppgifter och diskussionsfrågor utifrån innehållet i skriften. Materialet är lämpligt att använda för elever på gymnasiet i undervisningen om evolution, människans ursprung och vetenskapliga metoder. Elevmaterialet och den här lärohandledningen finns att hämta på Bioresurs webbplats (se nedan).

I elevinstruktionen finns tolv frågor av varierande svårhetsgrad som följer skriftens innehåll. Vi rekommenderar att eleverna arbetar i mindre grupper för att reflektera över vad som är känt om människans ursprung utifrån skriftens texter och illustrationer. I denna lärohandledning finns svarsförslag samt några kompletterande diskussionsfrågor som du som lärare kan välja att lägga till. Det finns stöd för att besvara de frågorna i texten, men de är mer av diskussionskaraktär.

Stort tack till Dan Larhammar, Peter Gärdenfors, Mattias Jakobsson, Lisa Kirsebom och Louise Sjöholm som alla bidragit med värdefulla kommentarer på innehållet i detta material.

### Mer information

Skrifterna *Vetenskapen säger* ges ut av Kungl. Vetenskapsakademien:  
[www.kva.se/vetenskapensager](http://www.kva.se/vetenskapensager)

Faktafrågor, diskussionsfrågor och denna lärohandledning hittas på Bioresurs webbplats,  
[www.bioresurs.uu.se](http://www.bioresurs.uu.se) under Resurser » Evolution » Släktskap och systematik

På Bioresurs webbplats finns ett lektionsmaterial om evolutionära släkträd med tillhörande lärohandledning. Även det materialet finns att hämta på:  
[www.bioresurs.uu.se](http://www.bioresurs.uu.se) under Resurser » Evolution » Släktskap och systematik



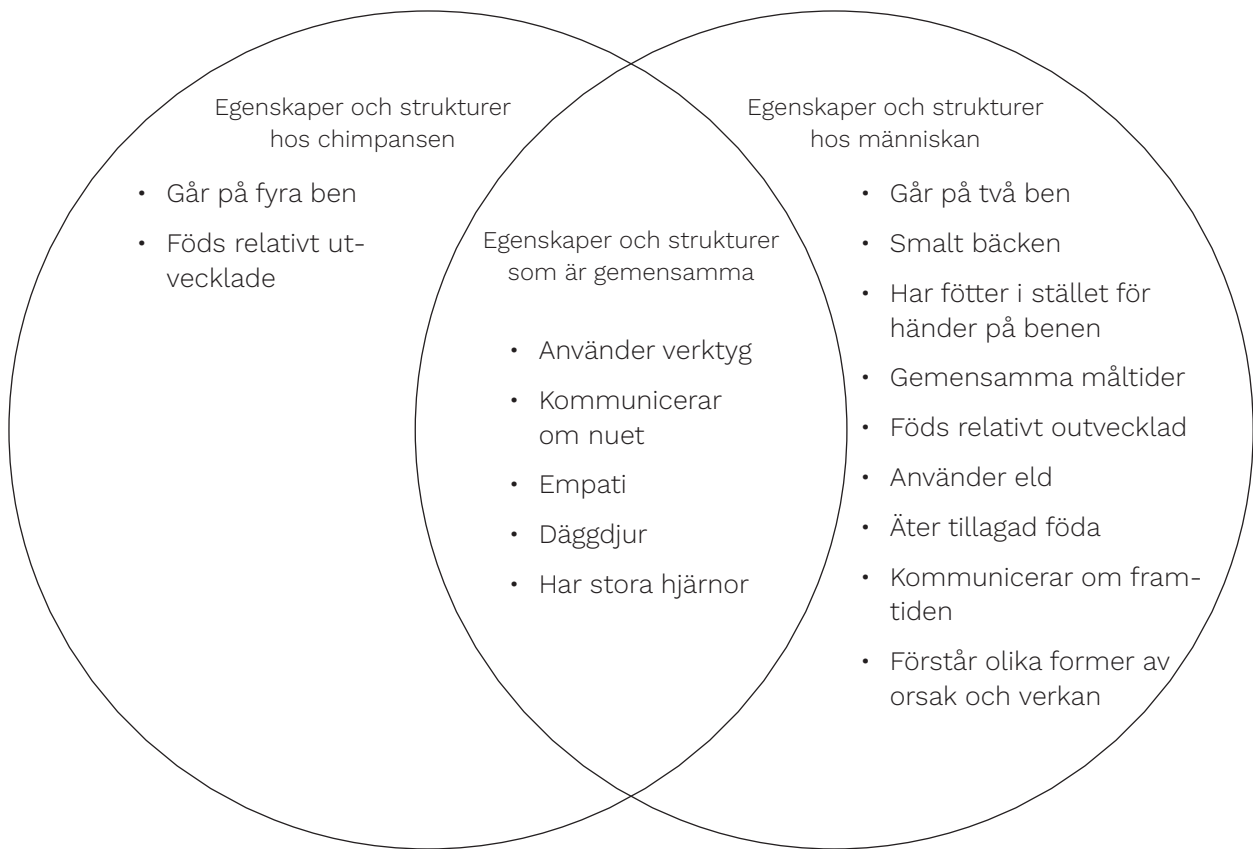
# Svarsförslag till uppgifterna

1. Varför är det inte korrekt att säga att människan har utvecklats från schimpansen?

Vi har en gemensam förfader som både schimpansen och människan har utvecklats ifrån. Det är inte samma sak som att människan har utvecklats från schimpansen.

2. Schimpansen är människans närmaste nu levande släkting. Ge exempel på likheter och skillnader.

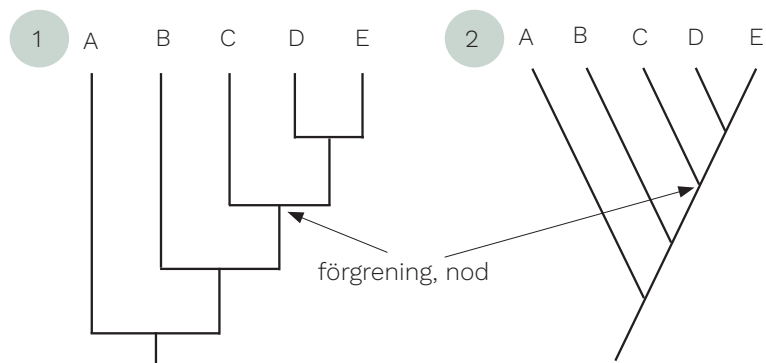
Exempel på likheter och skillnader:



3. Se Venndiagrammet ovan. Vilken eller vilka egenskaper tycker du gör människan mest unik? Motivera ditt svar.

Låt eleverna välja exempel från Venndiagrammet i föregående fråga och argumentera för sitt val av egenskap. Varför är den egenskapen särskilt viktig för att särskilja oss som människor?

4. Två vanliga sätt att rita evolutionära träd visas nedan. Båda träden visar samma släktskapsförhållanden.



Det evolutionära trädet i skriften (s. 5) är ritat på ett annat sätt, men har förgreningar likt träden ovan. Låt de djur som kallas pälsfladdrare motsvara "A" i ett av de här träden.

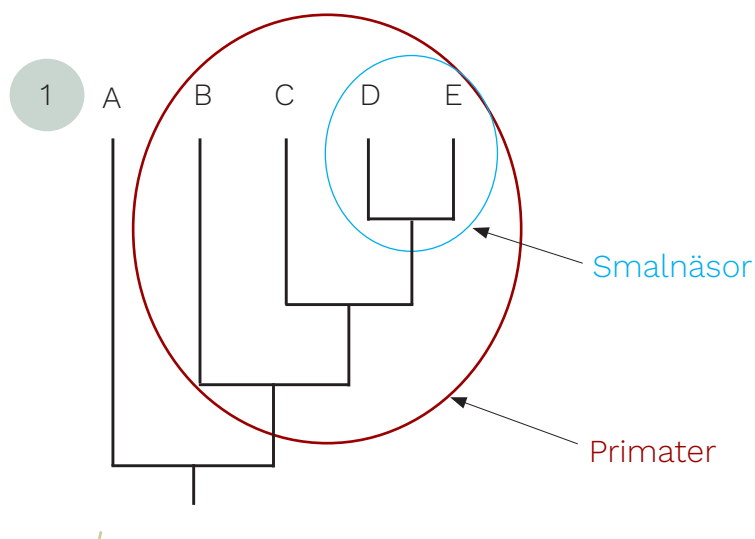
- a) Olika djurgrupper passar in för bokstäverna B, C, D och E. Vilken bokstav motsvarar svanslösa apor, halvapor, svansapor och brednäsor?

A: Pälsfladdrare  
 B: Halvapor (bland annat lemurer)  
 C: Brednäsor  
 D/E: Svanslösa apor  
 E/D: Svansapor

E och D kan motsvara vilket som av svanslösa apor respektive svansapor (fri rotation kring en nod).

- b) Ringa in de grenar och förgreningar som räknas in till primaterna i ett av de evolutionära träden ovan.

- c) Ringa in de grenar och förgreningar som räknas som smalnäsor.



5. Det är större genetiska skillnader mellan folkgrupper i Afrika jämfört med folkgrupper i resten av världen (s. 6). Vad beror det på?

Det visar att bara en grupp av människor med vissa genetiska varianter gett upphov till människopopulationer utanför Afrika. De människor som idag lever i stora delar av världen härstammar från en liten grupp av föregångare från en begränsad del av Afrika.

Evolutionära begrepp som inte används i skriften men som går att knyta an till här är genetisk drift, flaskhalseffekt (eng. bottleneck effect) och grundareffekt (eng. founder effect). Se förklaringar och illustrationer av dessa begrepp på Gentekniknämndens webbplats: Genetisk variation – Gentekniknämnden.

6. Genetisk variation ger upphov till olika egenskaper. När miljön förändras kan några egenskaper vara mer fördelaktiga. Vilka egenskaper var gynnsamma för ett liv på savannen?

Upprätt gång, äta kött (as). Även samarbete är en viktig faktor för ett liv på savannen.

7. Vad stödjer teorin om att *Homo erectus* var den första människoarten som lämnade Afrika? Motivera.

Det går inte att veta helt säkert, men när det gäller exempelvis de tidiga verktygsfynden i Asien, känner man inte till någon annan art som skulle kunna ha producerat dem.

I texten anges att man funnit stenverktyg som daterats till 2,1 miljoner år. Om man då antar att dessa har producerats av någon släkting till människan så matchar den tiden *H. erectus* (*H. sapiens* utvecklas senare). Fynd i Asien av *H. erectus* har daterats till 1,6 miljoner år.

Här kan man stanna upp vid frågan om hur dateringen går till, vilka metoder som används. På sidan 4 kan man läsa: "I dag finns flera metoder för att beräkna fyndens ålder: jämförelser av berglager, mätningar av radioaktivt sönderfall i materialet och DNA-analyser". Kanske är kol-14-metoden välkänd för eleverna? Men den fungerar bara för dateringar till ca 50–100 000 år. Vilka isotoper används för äldre fynd? Mer om detta går att läsa på denna webbplats: [www.uu.se/nyheter/2023/2023-09-07-forskare-forklarar-sa-dateras-gammalt-material](http://www.uu.se/nyheter/2023/2023-09-07-forskare-forklarar-sa-dateras-gammalt-material)

8. Studera kartan (s. 8-9) och besvara följande:

a) Ge exempel på olika faktorer som har underlättat för människor att förflytta sig över världen.

Låga havsnivåer, isfria korridorer i norr, hjälpmedel som båtar.

b) Fundera på vad som kan ha varit drivkrafterna för folkvandringen. Varför vandrade människor ut ur Afrika?

Kan ha varit nyfikenhet, konkurrens om resurser, naturkatastrofer (torrperioder, bränder...) (kan jämföras med flyktingar idag – klimatflyktingar t ex)

c) Ge exempel på skilda folkgrupper som har mötts och blandats.

Nordliga och sydliga gruppen (ca. 20 000 år sedan). Jordbrukare från sydöst och boskapsskötare från norr om svarta havet (5 000-10 000 år sedan).

9. Är *Homo sapiens* och neandertalmänniskor två olika arter? Motivera ditt svar.

Det beror på hur man definierar en art. De fick fertil avkomma så ur det perspektivet är de samma art. Om neandertalmänniskor hade levt idag hade vi troligen inte kallat dem en egen art (baserat på de flesta artdefinitioner). Men de första neandertalfossilerna upptäcktes i mitten på 1800-talet, och då valde man att ge dem ett artnamn (*Homo neanderthalensis*). Så, just den här frågan är ett lysande exempel på hur svårt det kan vara att klassificera och beskriva biologin och naturen.

10. Människan har utvecklat en stor variation i hudfärger. Vilka fördelar ger mörkare pigment respektive ljusare pigment?

Mörk hy ger bättre skydd mot starkt solljus. Men ont om solljus ger brist på D-vitamin som produceras i huden. Ljusare hud i solfattig miljö ger bättre D-vitaminproduktion i huden.

11. Varför är det en överlevnadsfördel att tåla mjölksocker (laktos) i vuxen ålder?

För människogrupper som hade boskap var det en tydlig överlevnadsfördel att tåla mjölk eftersom det var en stabil födokälla.

12. I vissa delar av världen är det kontroversiellt att undervisa om det som tagits upp i denna skrift. Vilka tänkbara förklaringar kan finnas till att människans evolution kan upplevas som ett kontroversiellt ämne?

I texten (ruta s. 15) beskrivs exempelvis att många kulturer har skapelseberättelser som är svåra att få ihop med det som vetenskapen idag kan belysa om människans historia. Det handlar om tid – berättelser inom kristendom som nämner att världen skapades för 6 000 år sedan. Men det varierar inom religionerna hur man tolkar sina skrifter.

Sedan är ju själva drivkraften för evolution enligt vetenskapen byggd på förklaringsmodeller där variation, urval och ärftlighet är tre hörnpelare. Om detta ställs mot tro på en högre makt som styr kan det uppstå konflikt.

Läs mer på skolverkets webbplats: Utmaningar för undervisning och lärande inom evolution: [www.skolverket.se/skolutveckling/forskning-och-utvarderingar/artiklar-om-forskning/utmaningar-for-undervisning-och-larande-inom-evolution](http://www.skolverket.se/skolutveckling/forskning-och-utvarderingar/artiklar-om-forskning/utmaningar-for-undervisning-och-larande-inom-evolution)

Det finns en Wikipediasida som ger en översikt över hur man ser på undervisning om evolution respektive kreationism i världen:  
[en.wikipedia.org/wiki/Creation\\_and\\_evolution\\_in\\_public\\_education](http://en.wikipedia.org/wiki/Creation_and_evolution_in_public_education)

## Kompletterande diskussionsfrågor

Nedan följer fyra diskussionsfrågor med svarsförslag.

1. Människobarn föds relativt outvecklade. Fundera på hur föräldrar och familj påverkas av det och jämför med andra däggdjur.

Barnen är mer sårbara och behöver mer omvårdnad, under lång tid. Barnen och mamman blir mer beroende av pappans stöd. Man blir vuxen senare i livet. Lång generationstid (jämfört med många andra djur). Färre antal ungar som föds. Fler barn i olika åldrar ska omhändertas länge.

2. Titta på rutan på sidan 3 i skriften. Om du skulle få välja mellan att arbeta som arkeolog, paleontolog eller genetiker, vad skulle du välja och varför?

En viktig skillnad är tidsperspektivet och vilken art man studerar.

3. På sidan 4 i skriften beskrivs några viktiga upptäckter som ökat kunskapen om människans utveckling. Flera av framstegen har berott på människans förmåga att:

- Resa eller förflytta sig till nya platser.
- Vara nyfiken på vad som finns både ovanför och i marken.
- Uppfinna nya verktyg och metoder.
- Samarbeta med varandra.

När forskare tolkar det de funnit, begränsas de alltid på olika sätt. Till exempel kan nya upptäckter bara jämföras med det rådande kunskapsläget. Vilka metoder man har tillgång till, vad man kan mäta och även det faktum att man ofta bara får fram en begränsad mängd data/information vid en undersökning påverkar tolkningen. Dessutom påverkas vi alla av de normer och värderingar som präglar det samhälle vi lever i.

Läs en ruta längs tidslinjen i taget och diskutera dem utifrån texten ovan. Var det en resa eller en ny metod som krävdes för upptäckten? Vad kan ha begränsat förståelsen av fynden vid den tiden?

Tidslinjen beskriver mer om framsteg än om utmaningar, men frågan är ställd på ett sätt som förhoppningsvis kan leda till samtal om naturvetenskapens karaktär (Nature of science, NOS i ämnesdidaktisk litteratur). Det är viktigt att inte bara se kunskaper som färdiga fakta utan att även spegla hur vetenskapligt arbete fungerar, nämligen att det bygger på tidigare upptäckter och kunskaper och att forskare är människor som agerar utifrån de villkor de har i sin samtid där de verkar.

Ruta 1: Här kan man exempelvis tänka sig att resor var viktiga, eftersom människor fick kontakt med andra folkgrupper. Förståelsen för de observerade skillnaderna i utseende och kultur påverkades av normer och värderingar.

Ruta 2: Resor och nyfikenhet på vad som finns i marken ledde fram till att man

hittade fler och fler fossil. Metoder för att beräkna ålder har utvecklats med tiden, t ex mätning av radioaktiva isotoper. När de första fossilen hittades fanns inte metoden med radioaktiva isotoper. Då begränsades åldersbestämningarna till lagerföljder, som inte alltid är pålitliga.

Ruta 3: Darwins resor med skeppet Beagle nämns inte i rutan, men hans besök på Galapagos är kanske känt från andra läromedel för eleverna. Att människan liksom andra djur utvecklats under lång tid var kontroversiellt då det inte passade samman med religionens syn på människans uppkomst.

Ruta 4: Det är rätt nyligen som vi fått kunskap om ärftlighetens mekanismer. I rutan nämns inga specifika fakta att diskutera utifrån, utan mer allmänt att forskningen pågick i många decennier. Värt att nämna här är att förståelsen för celler och celledelning utvecklades under 1800-talet och det fanns flera parallella hypoteser om vad som låg bakom ärftlighet. I många läromedel skrivs Mendel fram som det ensamma geniet som blev bortglömd men sedan återupptäcktes och omnämns som "genetikens fader". Det är en ganska felaktig bild då det fanns många fler forskare som bidrog till utvecklingen av kunskaperna under denna period. Mendel studerade hybridisering hos växter vilket var aktuellt och efterfrågat i det samhället där han verkade, men han var inte primärt inställd på att lösa ärftlighetens gåta. Det gjordes heller inte av en ensam forskare, utan det är många upptäckter längs vägen som fogats samman så att det under 1900-talet växte fram en mer komplett modell av hur egenskaper ärvs från generation till generation.

Ruta 5: Rutans information är väldigt kort, men här kan man peka på samarbete som en viktig del i framsteget. Dels samarbete mellan de som utvecklar de tekniska metoderna för sekvensanalys och dels samarbete mellan många forskargrupper för att kartlägga den enorma mängden data.

Ruta 6: Nya metoder nämns i denna ruta för att få fram gammalt DNA (aDNA, *ancient DNA*). En utmaning är att det fortfarande är ett relativt begränsat urval av människans föregångare som man lyckats få fram DNA ifrån. Andra utmaningar som inte nämns i rutan men som kan vara bra att känna till är att det här med att jämföra arvsmassor inte är helt enkelt.

Ett tips på detta tema är YouTube-klippet *Are We Really 99% Chimp?*  
[youtu.be/lbY122CSC5w?si=Z1Bmonq0DKOo3ulQ](https://youtu.be/lbY122CSC5w?si=Z1Bmonq0DKOo3ulQ)

4. På sidan 7 nämns att en tidigare migration av människor inte spreds vidare över världen utan att de istället ersattes av neandertalmänniskan. Varför inte de tidiga människorna spred ut sig mer vet man inte riktigt. Om du får spekulera – vilka faktorer skulle kunna ha lett till att de inte spreds vidare?

Den hypotes som verkar ha bäst stöd för att en tidig grupp av *Homo sapiens* försvann från nuvarande Mellanöstern är att det skedde på grund av att klimatet blev för svårt. Det förklarar varför man från en senare period bara funnit spår av neandertalare, som tålde ett kallare klimat. Men det kan finnas andra förklaringar till varför denna grupp av *Homo sapiens* inte spreds vidare.