

Karaktärsdrag för naturvetenskaplig kunskap

Marcus Angelin, Vetenskapens Hus, Jakob Gyllenpalm och Per-Olof Wickman,
Stockholms universitet samt Kristina Bergmark och Åsa Forslin Aronsson, Tullinge
gymnasium

Naturvetenskapsdidaktikerna Judith och Norman Lederman har sammanställt sju grundläggande karaktärsdrag för naturvetenskaplig kunskap som det råder någorlunda samstämmighet om. Dessa sju karaktärsdrag kan sammanfattas som att naturvetenskapen är:

1. Föränderlig
2. Empiriskt grundad
3. Både subjektiv och objektiv
4. Innefattar kreativitet
5. Socialt och kulturellt inbäddad

Samt att det är en skillnad mellan:

6. Observation och slutledning
7. Teori och lag

Det väsentliga med denna lista är att den utgörs av en slags rubriker som du som lärare kan använda för att hjälpa eleverna att se likheter och skillnader mellan olika vetenskapliga fält. Genom att ta upp dem när du undervisar olika områden, kan du peka på att du igen exemplifierar samma allmänna karaktärsdrag för naturvetenskapen, men att det kan se olika ut för olika typer av forskningsfrågor, intressen och vetenskapsområden. För att förstå innebörden i dessa rubriker behöver eleverna se många olika exempel från olika naturvetenskapliga fält. Rubrikerna får mening genom dessa exempel. Här går vi kortfattat igenom alla sju karaktärsdragen. En mer omfattande beskrivning finns i Wickman och Persson (2015). De exemplifieras sedan genom de lektioner som ingår i del 4, 5, 6 och 8.

1. Naturvetenskapen är föränderlig

Det är lätt för en elev att tro att allt är färdigt i naturvetenskapen. Ett viktigt innehåll i att lära eleverna om naturvetenskapens karaktär är att visa hur upptäckter och nya data, men också nya teorier, kan förändra tidigare etablerade beskrivningar, samband eller förklaringar, ofta i mindre grad, men ibland på mer avgörande sätt. Vi letar idag efter ytterligare en planet i vårt solsystem (kunskapsintresse: beskriva), något som bättre skulle förklara banorna hos andra himlakroppar i solsystemet (kunskapsintresse: samband). Ibland kan vetenskapen förändras på ett mer omfattande sätt, som när kontinentalförskjutningsteorin fick sitt

genomslag i slutet av 1900-talet. En viktig del av att lära sig om hur naturvetenskapen är föränderlig är att förstå på vilket sätt den bygger på tidigare forskning och i vilken grad sådana forskningsresultat är mer eller mindre säkra utifrån empiriska evidens.

2. Empiriskt grundad

Ofta skiljer man mellan empiri och teori i forskning. Termen *empiriskt grundad* betonar att data är baserade på insamlade observationer. Teorier är mer omfattande system av beskrivningar, samband och förklaringar som används för att ge enstaka data ett sammanhang så de kan användas för att förutsäga och förklara. Dessa teorier är därför inte mycket värda om de inte stöds av insamlade data eller med andra ord att det finns empiriska evidens för teorierna. För evolutionsteorin finns till exempel överväldigande empiriska evidens i form av fossil och hur de uppträder i bergslagen. En skillnad mellan vetenskap och fundamentalism är att den senare inte är beredd att förändra sina förklaringar utifrån empiriska data. Att naturvetenskapen är föränderlig och empiriskt grundad hör nära samman.

3. Både subjektiv och objektiv

Naturvetenskapens resultat är inte samma sak som verkligheten. Vetenskapen kan sägas bygga modeller eller kartor som är användbara för forskare och andra människor att förstå och hantera verkligheten. Naturvetenskapen måste därför ha ett subjektivt element där de beskrivningar, samband och förklaringar man skapar också är begripliga. Detta är ett subjektivt element därför att människor kan ha olika uppfattningar om hur begripligt något är. Vetenskapen är också subjektiv när det gäller att avgöra vad som är relevant och intressant forskning. Samtidigt strävar vetenskapen att göra beskrivningar, samband och förklaringar objektiva i den meningen att de är mätbara och bygger på metoder som gör så att alla som behärskar metoderna når samma resultat. Benämningar bör också vara så pass entydiga att inga tveksamheter uppstår om vad som avses.

4. Innefattar kreativitet

Än har ingen uppfunnit en robot som kan utföra en forskares alla sysslor. All forskning kräver kreativitet och uppfinningsrikedom. Att förstå att forskare måste vara uppfinningsrika och kreativa kan vara inspirerande för eleverna. En stor kreativitet krävs för att komma på metoder för att samla in data, för att komma på hur man ska kunna beskriva data på ett begripligt sätt och också för att se samband och komma på hur de kan förklaras. Ibland krävs långa tider av samarbeten mellan forskare för att inse hur data kan förstås teoretiskt.

5. Socialt och kulturellt inbäddad

Det faktum att forskare är människor gör att de påverkas av den tid och den kultur de lever i. Detta är nära förbundet med att forskarna måste avgöra vad som är intressant forskning, vilket i viss mån är subjektivt och beroende på vem man frågar. Besluten påverkas också av finansörer och av vad som är legitimt och etiskt möjligt enligt samhällets normer. Till exempel har forskning i biologi och medicin kritiserats för att ha ett manligt perspektiv och intresse. Manliga sjukdomar har fått en större uppmärksamhet än kvinnliga. Sådan kritik är

avgörande för att man ska kunna balansera det subjektiva och objektiva elementet i forskning bättre. Det är också vanligt att forskare i beskrivningar använder metaforer (liknelser) som är dominerande i kulturen. I slutet av 1800-talet och under 1900-talet kom vissa forskare att förstå Darwins teorier om det naturliga urvalet i termer av att det fanns raser och att vissa raser var överlägsna andra. Empiriska evidens och teoretiska samband visar idag att denna tolkning av Darwins teorier är felaktig.

6. Observation och slutledning

Varje observation och alla data måste tolkas för att kunna användas som evidens. Det betyder att observationer i sig själva inte ger upphov till en slutledning. Data utgör fakta och kan kullkasta hypoteser och teorier, men samtidigt sätter inte data och enskilda observationer samman sig själva. För det behövs en tänkande forskare som kombinerar dem och drar en slutsats. Till sin hjälp har de ofta någon typ av teori eller teoretisk modell för att kunna göra urskiljningar av vad som räknas som intressant data och för att tolka den i förhållande till någon frågeställning. Det betyder att när forskare sammanställer sina data till slutsatser i artiklar, måste de argumentera utifrån vad man redan vet och också erkänna de problem som finns med att använda data för en viss slutsats. Att inse vad enskilda observationer tillsammans betyder kräver ofta stor kunskap och träning. Det gäller såväl forskare som elever. Det är därför det krävs en lång utbildning för att bli forskare.

7. Teori och lag

En vardaglig användning av ordet teori är i betydelsen ett antagande eller gissning. Denna användning leder lätt till missuppfattningen att en teori är något osäkert medan lag är något som man vet säkert i vetenskapen. Många elever föreställer sig att när en teori blir säkrare så blir det en lag. Vanligt är att höra att evolutionsteorin bara är en teori. Det är därför viktigt att bevaka hur man använder dessa termer under lektionerna. Vissa teorier är osäkrare medan andra är mycket väl underbyggda av evidens. Till den senare kategorin hör evolutionsteorin. Strängteori är ett exempel på en teori som inte är väl underbyggd av empirisk evidens, och skulle därför snarare kunna kallas en hypotes. Lagar är enskilda samband. Ibland är de antaganden, ibland är de empiriskt välunderbyggda. Precis som teorier är vissa lagar säkra, andra mer osäkra. Ur teorier kan ibland lagar härledas, men det är också vanligt att olika lagbundna samband så småningom kan bygga upp hela teorier.

Fördjupning

Nedan finns artiklar och annan litteratur som ger dig möjlighet att fördjupa din kunskap om de modeller för naturvetenskapens karaktär som behandlats här och hur man kan använda dem i undervisningen. Även om boken *Naturvetenskap och naturorienterande ämnen i grundskolan – en ämnesdidaktisk vägledning* främst ger exempel från grundskolan, är den allmänt mycket relevant och ger fördjupning om hur man kan undervisa om karaktärsdragen för naturvetenskaplig kunskap. Artikel 2 och 3 behandlar karaktärsdragen för naturvetenskaplig kunskap och ger också exempel på hur man kan undervisa om dem. En användbar källa är också Judith och Norman Ledermans hemsida (<https://science.iit.edu/mathematics->

science-education/resources/lederman-depository) där det finns många förslag på hur man kan undervisa detta innehåll.

1. Wickman, P.-O. & Persson, H. (2015). Naturvetenskap och naturorienterande ämnen i grundskolan – en ämnesdidaktisk vägledning. Stockholm: Liber.
2. Abd-El-Khalick, F. (2012). Examining the sources for our understandings about science: Enduring confluences and critical issues in research on nature of science in science education. *International Journal of Science Education*, 34(3), 353–374.
3. Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2011). The development of scientific literacy: a function of the interactions and distinctions among subject matter, nature of science, scientific inquiry, and knowledge about scientific inquiry. I C. Linder, L. Östman, D. A. Roberts, P.-O. Wickman, G. Erickson & A. MacKinnon (Red.), *Exploring the Landscape of Scientific Literacy* (s. 127–144). New York: Routledge.