



## Att arbeta med naturvetenskapens karaktär i NO-undervisningen

*Vad är naturvetenskap? Hur kommer naturvetenskaplig kunskap till? Hur säker är kunskapen? Vad är en naturvetenskaplig lag? Varför gör man experiment? Påverkas den nya kunskapen av samhället forskarna befinner sig i? Kan naturvetenskapen besvara alla frågor?*

Det här är frågor som kan sägas ha med naturvetenskapens karaktär att göra. Naturvetenskapens karaktär handlar alltså om vad naturvetenskap är, hur kunskapsprocessen ser ut och vad man kan säga om den naturvetenskapliga kunskapens status (hur säker den är, i vilken utsträckning den är eller kan vara objektiv etc.).

Det finns många olika anledningar till att naturvetenskapens karaktär skall behandlas i NO-undervisningen. Mycket forskning visar att elever ofta ger uttryck för uppfattningar om naturvetenskap som uppfattas som förenklade, onyanserade eller rent av felaktiga. Somliga forskare talar om att det finns ett antal myter om naturvetenskap (McComas, 1998). Detta kan vara uppfattningar om att forskare alltid följer en och samma forskningsmetod, att det inte finns något utrymme för kreativitet i forskningsprocessen, att naturvetenskaplig forskning ses som helt och hållet objektiv och universell – alltså oberoende av forskaren själv liksom av samhället och kulturen som forskaren är en del av. Myterna återkommer i olika sammanhang när människor pratar om naturvetenskap – i skolan liksom i t ex media. De här myterna och stereotypa bilderna utmanas inte med en undervisning som endast fokuserar på begrepp och modeller, utan att också explicit diskutera vad naturvetenskap är för slags verksamhet (AAAS, 2009).

Man pratar idag också mycket om undervisning för medborgarskap och hur NO-undervisningen kan bidra här (Hodson, 2009). Kunskaper om naturvetenskapens karaktär blir också av detta skäl centrala – elever behöver redskap att använda för att kunna tolka rapporter i media – t ex för att

förstå varför forskare inte alltid är överens kring aktuella frågor som debatteras, hur det kan komma sig att kunskap ibland ändras, men att det samtidigt finns en hög trovärdighet och säkerhet vad gäller annat, eller hur man egentligen kan se på naturvetenskapens anspråk – vilka frågor den kan eller kan komma att besvara. Dessutom visar forskning att undervisning om naturvetenskapens karaktär kan öka elevers intresse för naturvetenskap samt bidra till bättre förståelse av begrepp och modeller.

Det finns stöd i kursplaner och ämnesplaner för att arbeta med naturvetenskapens karaktär. Många lärare känner sig dock osäkra – man vet inte riktigt hur man ska börja. Det finns heller inte någon tradition att arbeta med detta, vilket gör det extra svårt. Många lärare känner sig också osäkra på sina egna kunskaper (Bartholomew, Osborne & Ratcliffe, 2004). Nationellt resurscentrum för fysik har därför naturvetenskapens karaktär som ett viktigt moment i fortbildningskurser för lärare. Med utgångspunkt i aktuell forskning ger vi i den här artikeln en kort beskrivning av vad det skulle kunna innebära att undervisa om naturvetenskapens karaktär inom ramen för NO-undervisningen. I några andra artiklar i det här numret beskriver några lärare själva sina erfarenheter av att i sina klasser ha provat att arbeta med olika övningar som har med naturvetenskapens karaktär att göra. (Sid 7—11)



### Vad är det eleverna bör få med sig?

Många av de frågor som kan sägas höra till naturvetenskapens karaktär är komplexa och berör många olika vetenskapsområden (t ex vetenskapsfilosofi, vetenskapsociologi och idéhistoria). Vissa menar till och med att det egentligen är omöjligt att beskriva vad som kännetecknar naturvetenskap (Alters, 1997) dels därför att det skiljer sig så mycket mellan olika forskningsområden inom naturvetenskaperna, dels därför att man kan ha många olika uppfattningar t ex om vetenskapsfilosofiska frågor. Trots detta har en del forskare försökt ge förslag på ett innehåll som de menar att de flesta är någorlunda överens om och som kan fungera att undervisa elever om i skolan (Lederman, 2007; Osborne et al\_ 2003).

Den typen av förslag på innehåll kan fungera som ledning för dig som lärare. Ett exempel på ett sådant förslag har getts av Lederman (2007): Naturvetenskapen är empiri-grundad, öppen för förändring, kreativ, subjektiv och sociokulturell. Även skillnaden mellan en observation och en slutsats samt skillnaden mellan lagar och teorier tas upp av Lederman, men kommer inte närmare att diskuteras här. Den här beskrivningen kan åtminstone delvis ses som en reaktion på de mytbilder som många människor har av naturvetenskap (se ovan). Här följer en kort beskrivning av hur man kan tänka om de aspekter av naturvetenskapens karaktär som föreslås av Lederman.

- **Naturvetenskap är empirigrundad.** Detta innebär att en viktig del av forskningsprocessen är att på olika sätt grunda kunskapen i observationer av världen/naturen. Detta kan göras på olika sätt t.ex. genom observationer eller experiment. Hur det går till är olika bland annat beroende av att de fenomen man undersöker skiljer sig åt. Därför ser forskningsprocessen ganska olika ut för olika forskningsområden (t ex astronomi, ekologi, partikelfysik, analytisk kemi). Det är inte heller så att forskning alltid utgår från en fråga eller hypotes och sedan följer en viss i förväg bestämd struktur som alltid ser likadan ut. Därför kan det vara missvisande att prata om ”den naturvetenskapliga metoden”. Det kan helt enkelt sända signaler om att forskningsprocessen ser väldigt lika ut för all naturvetenskaplig forskning.
- **Naturvetenskaplig kunskap är öppen för förändring.** Detta innebär att även om naturvetenskaplig kunskap kännetecknas av ett stort mått av stabilitet och kontinuitet och att många saker som man kom fram till för länge sedan även idag anses giltiga, så finns det alltid en öppenhet för att kunskapen kan komma att ändras. Sådana ändringar kan bero på många olika saker t ex nya data, omtolkningar av data, nya teoretiska perspektiv etc. Oftast utgörs de förändringar som sker av gradvisa och mindre modifieringar av befintliga modeller, men i mer sällsynta fall kan också mer radikala förändringar ske där man börjar använda en annan modell/teori istället för den gamla. Mest vanligt förekommande är förändringar och osäkerhet när det gäller nyare forskningsresultat (forskningsfronten), medan huvuddelen av kunskapsmassan är stabil. Det är dock viktigt att naturvetenskaplig kunskap aldrig kan bevisas på samma sätt som i matematiken – det är alltså missvisande att säga att en naturvetenskaplig lag/modell/teori är 100% bevisad, eller absolut säker.



- **Naturvetenskaplig kunskap är subjektiv och teoriladdad.** Detta innebär att även om forskare strävar efter objektivitet så är forskningsprocessen ändå beroende av de människor som genomför den. Forskningen är t ex beroende av de rådande teorierna som styr forskningsfrågor liksom de tolkningar forskaren gör. De teoretiska utgångspunkter som man har blir ett slags glasögon eller raster att titta på världen genom. En uppfattning om vad man ska titta efter liksom förväntningar om vad man ska se är ofta nödvändiga för att fokusera på rätt saker, men samtidigt kan det också leda till att forskaren missar andra intressanta saker. Även forskarens kön, ålder, etniska ursprung etc, liksom hans personliga värderingar (t ex politiska, ideologiska, religiösa övertygelser) kan leda forskaren att titta efter olika saker, betona vissa data eller föredra somliga tolkningar snarare än andra (AAAS, 2009; Sjøberg, 2010). Forskarsamhället försöker minska betydelsen av den här typen av bias på olika sätt – bland annat genom kollegial granskning. Att t ex forskares personliga värderingar eller vem som finansierar forskningen är något som har betydelse är dock inget som behöver ses som enbart bra eller dåligt utan kan också ses som att forskning helt enkelt är en mänsklig verksamhet.
- **Naturvetenskap är en kreativ verksamhet.** En vanlig bild av naturvetenskapen är att den är helt och hållet rationell - att forskningen inte innehåller något mått av kreativitet. Här menar man tvärtom att kreativitet är en central del av forskningen - när man bestämmer sig för och planerar undersökningar, när man tolkar data och när man drar slutsatser.
- **Naturvetenskap är beroende av det sociala och kulturella sammanhang den finns i.** Detta innebär att naturvetenskaplig kunskap inte kan ses som en isolerad ö, utan bedrivs i ett sammanhang. På samma sätt som samhället påverkas av naturvetenskapen, så påverkas också naturvetenskapen av det samhälle den befinner sig i. Detta kan ske genom värderingar, prioriteringar eller helt enkelt genom hur vi ser på världen/naturen. Allt detta kan anses påverka vilken forskning som bedrivs men också vad man kommer fram till. För konkreta exempel och en lättillgänglig diskussion om i vilken omfattning det sociala och kulturella sammanhanget påverkar, se Sjøberg (2010) kap 8.

Det är viktigt att vara medveten om att det finns olika sätt att se på den här beskrivningen och även om forskare menar att många är överens om ovanstående så finns det skillnader i synsätt.

### Hur kan jag göra?

Forskning visar tydligt att om man vill att elever ska få med sig de kunskaper om naturvetenskapernas karaktär som beskrivs ovan så måste detta undervisas explicit (Lederman, 2007). Man måste alltså ha detta innehåll i fokus ibland. Det räcker inte med att t ex genomföra laborativt arbete för att elever ska tillägna sig kunskap om naturvetenskapens karaktär. Däremot kan man naturligtvis, i samband med laborativt arbete,

i samband med presentation av något historiskt exempel, eller i samband med att man behandlar någon aktuell fråga som diskuteras i media, ta upp någon/några av ovanstående aspekter. Det kan t ex handla om att diskutera relationen mellan observation och tolkning i samband med en laboration. Det är ju inte ovanligt att elever ser något annat än det läraren ser och skulle vilja att eleverna såg. Detta kan diskuteras utifrån



att tolkningar är teoriberoende – man ser olika saker beroende på vilken kunskap man har med sig från början, vilka glasögon man har på sig. På liknande sätt kan många aspekter av naturvetenskapens karaktär bli väsentliga i relation till frågor som är uppe för diskussion i media. Ibland läser man t ex att forskare inte är överens. Man kan då diskutera hur empirigrunden ser ut, om teoriladdning och subjektiva element i forskningen och hur forsknings-samhället fungerar och strävar efter att forskare granskar varandra. På det här sättet kan man belysa och arbeta med naturvetenskapens karaktär i samband med den övriga verksamheten i NO-klassrummet.

Ett annat alternativ är att göra specifika övningar med syfte att få igång diskussioner om naturvetenskapens karaktär i klassrummet. Detta kan vara ett bra sätt att komma igång och kan också ge bra diskussioner att relatera till i kommande undervisning.

### Exempel på övningar

En övning som ibland föreslås för att belysa naturvetenskapens karaktär är ”Hinken” (se t.ex. Wickman & Persson, 2009). En hink konstrueras så att man kan hålla i vätskor ovanifrån genom en tratt och att en vätska då rinner ut genom ett rör längst ner på hinken. Hinkens konstruktion ska vara dold för eleverna (det fungerar alltså inte med en genomskinlig hink). För förslag på konstruktioner av hinken se ovanstående referens eller Magdalena Anderssons, Masi Najimis och Kristian Johanssons artikel i det här numret (sid 7). När läraren håller i en ofärgad vätska så kan eleverna observera att det rinner ut en

ofärgad vätska. När sedan läraren håller i t ex en röd vätska, rinner det fortfarande ut en ofärgad vätska. . Frågan är nu: hur är det möjligt? Hur ser hinken ut inuti? Eleverna kan ge förslag genom att rita eller konstruera idéer som testas (de kan bygga egna hinkar) och man kan jämföra vad som händer med elevernas egenkonstruerade hinkar när man håller i olika vätskor med vad som händer med ursprungshinken när man gör samma sak. Andra liknande övningar är ”Tuben” (Lederman & Abd-El-Khalick, 1998) och olika varianter på ”svarta lådor”. Istället för vätskor sticker det ut snören på olika ställen från tuben. Drar man i ett av snörena åker ett annat in på ett sätt som gör det svårt att fundera ut hur tuben ser ut inuti. Hur en sådan tub kan konstrueras står beskrivet i Michael Jungestrands och Fredrik Wallins artikel (sid 8). Svarta lådor kan vara konstruerade på olika sätt och några exempel finns i Martin Sigurds och Leo Lisinskis artikel (sid 10).

I diskussionen kring alla dessa övningar är det viktigt att läraren hela tiden drar paralleller till naturvetenskaplig forskning. Läraren kan t ex poängtera att observation och slutsats inte är samma sak. Man kan även prata om relationen mellan modell och verklighet, att det kan finnas mer än en modell för samma sak och att modeller förändras. Eleverna ändrar ju ofta sina förslag på konstruktioner efter att ha gjort nya försök eller efter förslag från någon kamrat. Man kan också diskutera subjektivitet och teoriladdning. Det är vanligt att elever kommer med ganska olika förslag på hur t ex hinken kan se ut inuti – t ex beroende på vad de läst innan eller nyligen. Detta ger Magdalena Andersson, Masi Najimi och Kristian Johansson exempel på i sin artikel. Det är väldigt viktigt att hinken/tuben/svarta lådan inte öppnas – oavsett hur mycket eleverna tjatar (för det



kommer de att göra) – det hade ju inte gått att öppna och ”se efter” om det t ex hade handlat om någon partikel som fysiker studerar. Då får man nöja sig med att göra observationer av hur den beter sig. Man kan t ex dra paralleller med Rutherford’s försök med guldfolien och hur han utifrån dem konstruerade sin atommodell. Detta försök finns ofta beskrivet i fysikläroböcker.

En annan övning är ”Meningen” (se <http://www.sciencelearn.org.nz/Nature-of-Science/Teaching-and-Learning-Approaches/Scrambled-sentence>). Här har läraren skrivit en jättelång mening och sedan klippt isär orden. Ett antal likadana uppsättningar behövs beroende på antal elevgrupper. Varje grupp får slumpvis plocka några ord från sin uppsättning (hög med ord) och får börja fundera på vad det kan vara för mening eller vad det kan handla om. Detta skrivs ner. Sedan delas ytterligare några ord ut och eleverna får möjlighet att revidera det de skrivit. Här kan man koppla till forskningsprocessen – förändringar i modeller kan bero på nya data. De olika grupperna får nu också jämföra vad de skrivit och man kan se att de har skrivit lite olika saker (beroende av vilka data de har tillgång till, men också kanske beroende på vad man först kommit att tänka på och vilka erfarenheter och intressen man har). Så här fortsätter man att slumpvis plocka ord och så småningom är alla ord utdelade

*Lena Hansson*, Nationellt resurscentrum för fysik och Högskolan Kristianstad, [lena.hansson@hkr.se](mailto:lena.hansson@hkr.se)  
Doktorand i naturvetenskapernas didaktik och NO-lärare åk 4-9

*Lotta Leden*, Nationellt resurscentrum för fysik och Högskolan Kristianstad, [lotta.leden@hkr.se](mailto:lotta.leden@hkr.se)  
Doktor i naturvetenskapernas didaktik och gymnasielärare i fysik

*Ann-Marie Pendrill*, Nationellt resurscentrum för fysik och professor vid Lunds universitet,  
[ann-marie.pendrill@fysik.lu.se](mailto:ann-marie.pendrill@fysik.lu.se)

Artikelreferenserna finns på LMNT:s hemsida: [www.lmnt.org](http://www.lmnt.org)

och grupperna får beskriva vad de skrivit. Inte heller nu är det säkert att alla skrivit likadant. Man kan jämföra med forskningsprocessen. Även för forskare är det kanske lätt att låsa sig vid det man redan har snarare än att tänka helt nytt. Aezam Ghaemi & Johan Sundqvist beskriver i sin artikel sina erfarenheter av att jobba med den här övningen i sina NO-klassrum (sid 9). I denna övning liksom i den föregående är det viktigt att läraren hela tiden hjälper till att dra paralleller till naturvetenskaplig forskning.

Ytterligare en övning handlar om att belysa naturvetenskapens gränser. Det kan göras genom en övning där man kategoriserar frågor i naturvetenskapliga eller icke-naturvetenskapliga frågor ([www.fysik.org](http://www.fysik.org)). Utifrån detta kan man, beroende av vilka frågor man tar med, diskutera gränser till t ex värdefrågor (etiska och ideologiska frågor) och religiösa frågor, men också gränser till varför-frågor. Erfarenheter av att ha använt denna övning i NO-undervisningen beskrivs av Anna Sahlström och Jasminka Sacic i deras artikel (sid 11).

Läs om lärares erfarenheter av att arbeta med de ovan beskrivna övningarna i artiklarna som följer, kanske blir du inspirerad att prova på själv?