

# ELEVERS OCH NATURVETARES TÄNKANDE – LIKHETER OCH SKILLNADER

PROJEKT NORDLAB-SE  
Inst för pedagogik och didaktik  
Göteborgs Universitet  
Box 300, SE-405 30 GÖTEBORG

Hemsida: <http://na-serv.did.gu.se/nordlab/>  
Tel: +46-(0)31-7731000 (växel)  
Fax: +46-(0)31-7732060  
E-post: [anita.wallin@ped.gu.se](mailto:anita.wallin@ped.gu.se)

Projektgrupp: Björn Andersson (projektledare), Frank Bach, Birgitta Frändberg, Ingrid Jansson, Christina Kärrqvist, Eva Nyberg, Anita Wallin, Ann Zetterqvist

Nordisk kontaktgrupp: Albert Chr. Paulsen (DK), Irmeli Palmberg (FI), Stefán Bergmann (IS), Anders Isnes (NO)

## OM PROJEKTET NORDLAB

NORDLAB är ett projekt som går ut på att genom nordiskt samarbete ge framför allt lärare i naturvetenskapliga ämnen redskap att förbättra och förnya sin undervisning. Matematik och teknik kommer också in i bilden. Ämnesdidaktiska forskningsresultat och annat nytänkande är centralt för projektet, liksom ambitionen att verksamhet och produkter skall framstå som intressanta och användbara för den arbetande läraren i skolan.

Initiativtagare till projektet är Nordiska Ministerrådet genom 'Styringsgruppen for Nordisk Skolesamarbejde.' Ministerrådet är också finansiär av projektets sammordiska delar.

NORDLAB leds av en projektgrupp med följande medlemmar

Ole Goldbech och Albert Chr. Paulsen, (DK)  
Veijo Meisalo (FI)  
Baldur Gardarsson (IS)  
Thorvald Astrup (NO)  
Björn Andersson (SE)

Denna nordiska projektgrupp anser att en lämplig metod att nå fram till lärarutbildare och lärare med nya idéer, med den ämnesdidaktiska forskningens senaste rön och med reflekterande praktikers erfarenheter, är att skapa och utpröva ett material av workshop-karaktär, som kan användas på ett flexibelt sätt i lärarutbildning, lärarfortbildning, studiecirklar och för självstudier.

Inom ramen för NORDLAB svarar varje nordiskt land för ett delprojekt med följande innehåll:

- experimentellt arbete (DK)
- IT som redskap för kommunikation, mätning och modellering (FI)
- samhällets energiförsörjning (IS)
- elevers självvärdering som ett sätt att förbättra lärandet (NO)
- senare års forskning om elevers tänkande och möjligheter att förstå naturvetenskap, och vad denna forskning betyder för undervisningen (SE)

Det svenska delprojektet (NORDLAB-SE) finansieras av Utbildningsdepartementet och Skolverket

© Projektet NORDLAB-SE, Enheten för ämnesdidaktik, IPD, Göteborgs universitet.

Detta arbete är belagt med copyright. Det får dock kopieras av enskilda personer för användning i hans eller hennes undervisning, t. ex. lärarutbildning eller fortbildning. Källan skall anges.

## OM PROJEKTET NORDLAB-SE

### *Syfte*

NORDLAB-SE behandlar, i form av ett antal enheter eller 'workshops', några aspekter av det spännande företag som kallas naturvetenskap. Ett genomgående drag i dessa workshops är att de tar upp senare års forskningsresultat angående elevers vardagsföreställningar om naturvetenskapliga företeelser. Syftet är att göra dessa resultat kända och presentera dem så att läsaren/workshopdeltagaren stimuleras att vidareutveckla skolans naturvetenskapliga undervisning.

### *Tonvikt på förståelse*

Naturvetenskap går primärt ut på att förstå. Vi vill lyfta fram detta karaktärsdrag därför att vi tror att förståelse ger en inre tillfredsställelse och stimulerar till fortsatt lärande, oavsett om man är barn eller vuxen, novis eller expert.

### *Teman*

*Naturvetenskapens arbetssätt.* Inom detta tema behandlas växelspelet mellan teori och observationer, liksom hur man väljer lämpliga system och att genomför kontrollerade experiment.

*Naturvetenskapens innehåll.* Elevernas möjligheter att förstå skolkursernas innehåll står i fokus för detta tema. Såväl biologi, som fysik och kemi behandlas.

*Naturvetenskapen i samhället.* I detta tema ingår frågor om natur och moral och hur elever uppfattar vissa miljöproblem ur både natur- och samhällsperspektiv. Vi tar också upp hur förståelse kan fördjupas genom att man sätter in sitt kunnande i olika sammanhang.

### *Användning*

Framtagen materiel kan användas i många olika sammanhang:

- i grundutbildningen av lärare
- som del av, eller hel, fristående universitetskurs
- som underlag för en studiecirkel på en skola
- vid fortbildningsdagar
- för självstudier

Våra workshops skall ej uppfattas som lektionsförslag, men de innehåller åtskilligt som är användbart för den undervisande läraren i skolan, inte minst ett stort antal problem som stimulerar och utmanar eleverna, och som sätter fingret på väsentligheter i den naturvetenskapliga begreppsbyggnaden.

### *Framtagen materiel*

Projektet har producerat 23 workshops. Samtliga kan laddas ner, var och en för sig, som pdf-filer från internet. Vidare har en hel del materiel som berikar och fördjupar olika workshops utvecklats:

- internetbaserade kunskapsdiagnoser
- animationer av astronomiska förlopp (Quicktime-filmer)
- internetbaserade interaktiva prov för lärande och självdiagnos

För vidare information, se: <http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/se.html>

## *INNEHÅLL*

ELEV TÄNKANDE OM KOKNING	5
Beror koktemperaturen av koktiden?	5
Beror koktemperaturen av plattans inställning?	7
ELEV TÄNKANDE OM BIOLOGISKA FÖRÄNDRINGAR	8
Insektsmedlet och myggorna	8
Kaninerna och viruset	9
UPPTÄCKT ELLER SKAPELSE? FEM FRÅGOR OM NATURVETENSKAPEN	11
KUNNANDE – EN RELATION MELLAN INDIVID OCH OMVÄRLD	14
Kommer kunskapen utifrån?	14
Observationer är kunskapsberoende	15
Förutsägelser och förklaringar kan vara öppningar till elevernas teorier	18
FÖR DIG SOM VILL VETA MERA	20
NOTER	20
REFERENSER	20
BILAGA: Beror koktemperaturen av plattans inställning?	21

---

## *ELEVERS OCH NATURVETARES TÄNKANDE – LIKHETER OCH SKILLNADER*

---

Ett sätt att få en uppfattning om hur elever tänker är att analysera deras svar på olika problem. Hur detta kan gå till visas med två övningar som inleder denna workshop. Den ena gäller fysik, den andra biologi. En tredje övning går ut på att fundera över om naturvetenskapens begrepp, lagar och teorier upptäcks eller skapas. De genomförda övningarna kopplas sedan till insikten att observationer, förutsägelser och förklaringar beror av individens begrepp och teorier. I detta avseende är naturvetares och elevers tänkande lika. Däremot är det betydande skillnader mellan de två grupperna när det gäller vilka begrepp och teorier om naturvetenskapliga företeelser som används. Konsekvenser av detta för undervisningen diskuteras.

### *ELEV TÄNKANDE OM KOKNING*

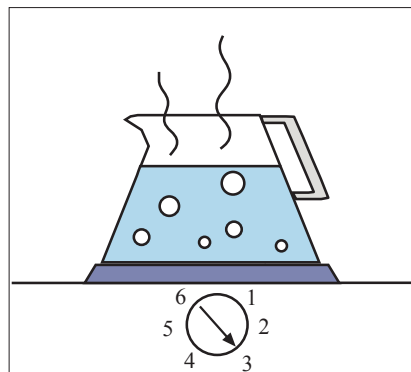
*Beror koktemperaturen av koktiden?*

Följande problem har getts till svenska elever i åldern 12 - 16 år<sup>1</sup>:

Ett kärl med vatten placeras på en elektrisk platta, som sätts på trean. Efter fem minuter börjar vattnet koka. Man mäter då temperaturen på vattnet. Termometern visar +100 °C. Plattan får fortsätta att stå på trean. Vattnet fortsätter att koka. Vad visar termometern efter fem minuters kokning?

- mindre än +100 °C
- lika med +100 °C
- mer än +100 °C

Förklara ditt svar!



Här följer ett antal elevsvar:

1. Mer än 100 °C. När man låter kastrullen stå kvar måste den bli varmare.
2. Lika med 100 °C. Den står på trean hela tiden, och då måste det bli samma temperatur.
3. Lika med 100 °C. Vattnet kan ej bli mer än 100.
4. Lika med 100 °C. Den stod på samma platta och samma kanal.
5. Lika med 100 °C. Det spelar väl ingen roll hur länge det står.
6. Mer än 100 °C. Det kokar fem minuter till.
7. Lika med 100 °C. Den står på samma temperatur hela tiden, och då blir det samma hela tiden.
8. Mer än 100 °C. Eftersom det får stå länge på plattan, så har det sin egen temperatur från plattan.
9. Lika med 100 °C. Kokande vatten kan inte bli varmare, hur mycket det än kokar.
10. Lika med 100 °C. Så länge vatten kokar, så länge är det 100 °C.
11. Lika med 100 °C. Eftersom kokplattan står på trean, så kan den ju inte bli varmare, när den väl har börjat koka, så har ju vattnet nått sin max-temperatur.
12. Mer än 100 °C. När plattan varit på en längre stund, blir temperaturen högre.
13. Lika med 100 °C. Det beror på hur stark strömstyrkan är i plattan, och trean brukar ligga på hundra grader (på vår spis).
14. Lika med 100 °C. Vattnets kokpunkt är 100 °C. När vattnet fortsätter att koka, måste temperaturen vara densamma.
15. Mer än 100 °C. Eftersom det står på 3:an, så går den så småningom upp till 300 grader.
16. Lika med 100 °C. Vattnet är ju redan vid 100 grader Celcius då kan det inte bli mer än + 100 °C och så småningom kommer det att koka bort och försvinna som ånga.

### *UPPGIFT 1*

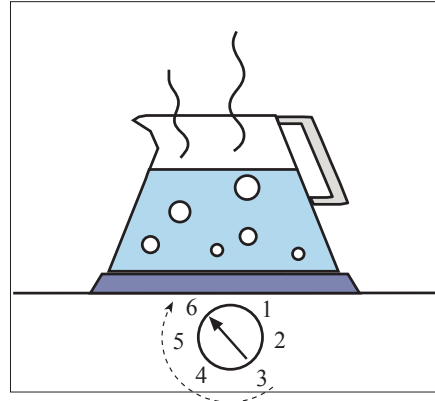
Försök att gruppera de sexton svaren i några kategorier. Beskriv det tänkande som du anser utmärker respektive kategori!

### *Beror koktemperaturen av plattans inställning?*

Följande problem har getts till svenska elever i åldern 12 - 16 år<sup>2</sup>:

Ett kärl med vatten placeras på en kokplatta, som sätts på trean. Efter en stund börjar vattnet koka. Man mäter då vattnets temperatur. Den är +100 °C. Plattan sätts därefter på sexan, som är den högsta inställningen. Vad händer med temperaturen efter det att plattan sätts på sexan?

- den börjar sjunka under +100 °C
- den håller sig kvar på +100 °C
- den börjar stiga över +100 °C



Förklara ditt svar!

### *UPPGIFT 2*

1. Använd de insikter i elevers tänkande som du fått då du studerat svaren på det första kokproblemet till att förutsäga vad elever i motsvarande ålder svarar på det andra.
2. Undersök om möjligt om dina förutsägelser stämmer med verkligheten genom att ge det andra kokproblemet till en klass. Ta i så fall med det första kokproblemet på samma gång. (Som jämförelse finns vissa resultat från en tidigare gjord studie i bilagan.)
3. Jämför det som skolan försöker lära ut om kokning med elevernas svar. Hur vill du beskriva de skillnader som finns?

## *ELEV TÄNKANDE OM BIOLOGISKA FÖRÄNDRINGAR*

### *Insektsmedlet och myggorna*

I en undersökning gavs följande problem till förstaårsstuderande i medicin vid ett universitet i Australien<sup>3</sup>:

När insektsmedel i sprayflaskor började säljas var de mycket effektiva när det gällde att ta död på flugor och myggor. Men tjugu år senare var det en mycket mindre andel av de besprutade insekterna som dog. Förklara hur detta kan komma sig!

Här följer fyra exempel på elevsvar:

- 1 Insekter som fick en dos som inte var dödlig producerade antikroppar mot insektsmedlet, vilka fördes vidare till deras avkomma. Alltså har närvaron av, eller förmågan att producera, antikroppar ökat från generation till generation.
- 2 För tjugu år sedan fanns det muterade insekter som inte dödades av insektsmedel. Fast en stor andel av insekterna dödades var det därför några få individer som höll sig vid liv och inte påverkades. Dessa förökade sig snabbt och deras genmutation överfördes till avkomman. I dag utgör därför dessa mutanter en mycket större andel av flugpopulationen än de gjorde för tjugu år sedan.
- 3 En mutation har utvecklats till följd av tidigare sprayande, och denna är motståndskraftig mot insektsmedel.
- 4 Genom en process av naturligt urval. De immuna insekterna förökar sig därför att deras uppsättning av gener skiljer sig från den som de samtidigt döda har, antingen på grund av att en mutant gen eller på grund av att en recessiv gen, som ger immunitet, blir dominant.



### *Kaninerna och viruset*

I den nyss nämnda undersökningen ingick också följande problem<sup>4</sup>:

Förra århundradet infördes kaniner till Australien från England. De förökade sig och spred sig snabbt, vilket ledde till svåra skördeskador. I ett försök att reducera antalet kaniner infördes på landsbygden en stam myxomatosisvirus, som orsakade en dödlig sjukdom hos kaninerna. Till att börja med dog tusentals kaniner. Men flera år senare hade populationen nått en alarmerande storlek igen. Myxomatosisvirus fanns fortfarande, men när det isolerades fann man att det var en mild stam som gav upphov till en icke dödlig sjukdom. Formulera en hypotes som försöker förklara dessa observationer!

Här följer fyra exempel på elevsvar:

- 1 Kaninerna förökade sig genom åren (i en oroande takt) och det ursprungliga viruset blev mindre och mindre dödligt för varje generation. Alltså blev viruset mildare och mildare för varje generation och kaninerna blev immuna mot det och därför ökade deras antal till det ursprungliga igen. Kanske antibiotika i kaninernas system reducerade viruset till en mild sort tills dess effekter inte var dödliga, på ett adaptivt sätt.
- 2 Dessa observationer illustrerar att viruset fick varierande motstånd från kaninerna. Kaniner som inte hade något motstånd dog, förökade sig inte och överförde inte sina gener. Men kaniner med motstånd besegrade viruset, förökade sig, och på så sätt överfördes motståndsgenen till nästa generation, vilket visar de mest lämpligas överlevnad (the survival of the fittest).
- 3 Till att börja med så var kaninerna inte motståndskraftiga mot viruset, så många dog - men senare byggdes ett motstånd upp av kaninerna för att bekämpa viruset.
- 4 Kaninpopulationer som råkade ut för det ursprungliga viruset dog, men enstaka kaniner som bara råkade ut för en muterad form (av viruset) blev kvar. Det var de kaniner som på grund av slumpen hade mest motstånd mot viruset och som råkade ut för det svaga viruset, som överlevde.

### *UPPGIFT 3*

1. Vilka svar på de båda uppgifterna anser du vara naturvetenskapligt acceptabla, och vilka är det inte?
2. Hur skulle du vilja karaktärisera elevernas sätt att resonera i de svar som inte är naturvetenskapligt acceptabla?

### *UPPGIFT 4*

Den som gjorde undersökningen i vilken de två nu redovisade problemen ingick införde två huvudkategorier för att karaktärisera hur eleverna tänker:

#### A. Lamarckism

Individer kan under sin livstid påverkas så att de utvecklar nya egenskaper. Dessa ärvs vidare till nya generationer.

#### B. Darwinism

Selektion genom naturligt urval. Individer med egenskaper som är till fördel i en viss miljö har större reproduktiv framgång än individer som inte har dessa egenskaper i lika hög grad.

Vad anser du om dessa kategorier och beteckningarna ('lamarckism' och 'darwinism') som de fått?

## *UPPTÄCKT ELLER SKAPELSE? FEM FRÅGOR OM NATURVETENSKAPEN*

Besvara följande fem frågor och skriv ner hur du tänker för var och en av dem!

### **Fråga 1**

A och B diskuterar.

A: Observationer säger något om hur världen som sådan är, oberoende av vem som observerar.

B: Observationer är från början beroende av den teori som observatören har om det observerade (vardaglig 'teori' eller vetenskaplig teori).

Vad anser du? Sätt ett kryss

- |                                     |                                                    |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A har rätt | <input type="checkbox"/> Både A och B har rätt     |
| <input type="checkbox"/> B har rätt | <input type="checkbox"/> Varken A eller B har rätt |

Förklara hur du tänkte!

### **Fråga 2**

A och B diskuterar.

A: En naturlag (t. ex. gravitationslagen eller ärftlighetslagarna) är något som människan skapar. Lagen beskriver naturen.

B: En naturlag (t. ex. gravitationslagen eller ärftlighetslagarna) är något man upptäcker då man observerar naturen mycket noga. Lagen finns så att säga i naturen.

Vad anser du? Sätt ett kryss

- |                                     |                                                    |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A har rätt | <input type="checkbox"/> Både A och B har rätt     |
| <input type="checkbox"/> B har rätt | <input type="checkbox"/> Varken A eller B har rätt |

Förklara hur du tänkte!

**Fråga 3**

A och B diskuterar

A: En naturvetenskaplig teori är något som människan skapar. Teorin är ett sätt att förstå naturen.

B: En naturvetenskaplig teori är något man upptäcker då man observerar naturen mycket noga. Den utsäger hur naturen verkligen är.

Vad anser du? Sätt ett kryss

- |                                     |                                                    |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A har rätt | <input type="checkbox"/> Både A och B har rätt     |
| <input type="checkbox"/> B har rätt | <input type="checkbox"/> Varken A eller B har rätt |

Förklara hur du tänkte!

**Fråga 4**

A och B diskuterar

A: Arbetet med att få fram en naturvetenskaplig teori börjar med mycket noggranna observationer, mätningar och kontrollerade experiment. Resultaten ordnas sedan och till sist får man fram en naturvetenskaplig teori.

B: Nej, så går det inte till. Arbetet börjar med teoretiska idéer, som prövas genom att observationer, mätningar och kontrollerade experiment görs. Detta leder i sin tur till att de teoretiska idéerna utvecklas och prövas på nytt.

Vad anser du? Sätt ett kryss

- |                                     |                                                    |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A har rätt | <input type="checkbox"/> Både A och B har rätt     |
| <input type="checkbox"/> B har rätt | <input type="checkbox"/> Varken A eller B har rätt |

Förklara hur du tänkte!

**Fråga 5**

A och B diskuterar

A: Carl von Linné var ett stort geni. På basis av många observationer ordnade han växtriket så som det faktiskt är.

B: Jag håller med om att Carl von Linné var ett stort geni. Han ordnade växtriket på ett begripligt sätt. Men ordningen är inte given i naturen. Den skapades av honom då han iakttog naturen. Därför finns det i princip andra möjligheter att ordna växtriket.

Vad anser du? Sätt ett kryss

- |                                     |                                                    |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A har rätt | <input type="checkbox"/> Både A och B har rätt     |
| <input type="checkbox"/> B har rätt | <input type="checkbox"/> Varken A eller B har rätt |

Förklara hur du tänkte!

FRÅGA 1-5 BELYSES PÅ OLIKA SÄTT I DEN FORTSATTA  
FRAMSTÄLLNINGEN.

## *KUNNANDE – EN RELATION MELLAN INDIVID OCH OMVÄRLD*

Låt oss nu sätta in de genomförda övningarna i ett större sammanhang, nämligen frågan om vilka egenskaper kunskapsrelationen mellan individ och omvärld har. Kunskap uppfattas i detta sammanhang som ett mycket vitt begrepp som innefattar perception, förutsägelser och förklaringar.

### *Kommer kunskapen utifrån?*

Den som funderar över rubrikens fråga utifrån sina dagliga erfarenheter kanske resonerar så här: I det dagliga livet läser vi tidningar, tittar på TV, pratar med folk och iakttar föremål och händelser. Vi upplever att detta ger oss mycket, att vi får kunskaper. Det ligger därför nära till hands att tänka sig, att källan till kunskaper är text, bild, människor och omvärld. Därifrån överförs kunskaperna till oss, bara vi öppnar våra sinnen för att ta emot dem.

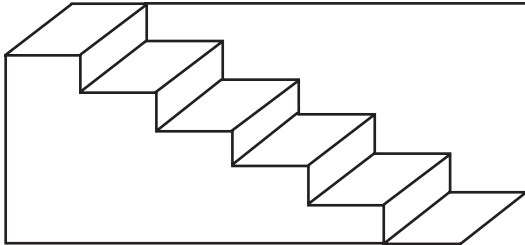
Vid närmare eftertanke kanske ett visst tvivel smyger sig på – så lätt går det ju inte att få kunskap, även om sinnena är aldrig så öppna. Modellen av lärande kanske är för enkel. Något mer utvecklat behövs. Ett fortsatt resonemang kanske låter så här: Grunden för vår kunskap är erfarenheter via våra sinnen, som fungerar som objektiva registreringsorgan, ungefär som en kamera som tar fotografier eller en bandspelare som spelar in ljud. På dessa sanna kunskaper kan man med hjälp av tänkande bygga tillförlitliga generaliseringar. Sinnena observerar t. ex. att solen går upp under en rad skiftande betingelser. Någon form av inre sinne kan då, från många minnesbilder, göra generaliseringen att solen alltid går upp. På ett likartat sätt bildas begrepp. Synsinnet registrerar t. ex. ett antal björkar, som lagras som mentala bilder. Det inre sinnet ser likheten och kan bilda begreppet björk. Den ursprungliga kunskapskällan är i den utvecklade modellen fortfarande omvärlden. Eftersom sinnena fungerar objektivt så vilar kunskapen på sanna fakta.

Detta synsätt medför att det är viktigt att eleven gör konkreta erfarenheter. Genom att observera, undersöka och pröva får han eller hon sann kunskap som grund för begreppsbildning och andra generaliseringar. Har man gott om tid kan eleverna ges stor frihet för egna undersökningar, vilka kan leda till att de tänker ut egna generaliseringar. Men om tiden är knapp kanske läraren gör demonstrationer eller låter eleverna arbeta i laboratoriet enligt noggrant utformade instruktioner, som relativt snabbt leder till att vissa observationer kan göras. Läraren kan också hjälpa eleverna genom att berätta om generaliseringar och andra lagbundenheter.

Det finns ett passivt drag i denna syn på hur människan får kunskap. Kunskapen har sitt ursprung i omvärlden. Första steget i lärandet är att egenskaper och förlopp registreras av sinnesorganen. Det finns med andra ord kunskap i de studerade systemen, i demonstrationsexperimenten, i figurerna på tavlan, i lärobokens text. Om eleverna är öppna kan de ta den till sig.

### *Observationer är kunskapsberoende*

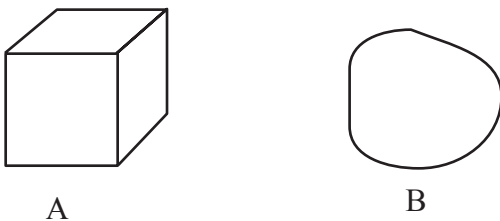
Det finns en hel del iakttagelser och experiment som tyder på att den nysss beskrivna modellen av hur vi får kunskap inte riktigt stämmer överens med verkligheten. Exempelvis kan man ifrågasätta hur sanna och objektiva observationer egentligen är. Betrakta figur 1!



Figur 1. Trappa under- eller ovanifrån?

En del personer ser denna figur som en trappa ovanifrån. Den stiger från höger mot vänster. Andra ser den som en trappa underifrån, som också stiger från höger mot vänster. Men personer helt utan erfarenhet av bilder ser förmodligen bara en tvådimensionell uppsättning av linjer. En och samma verklighet erfars alltså på olika sätt. Erfarenheten beror bl. a. av individens förkunskaper, t. ex. förmåga att uppfatta en bild som tredimensionell.

Låt oss ta ett annat exempel. Läraren uppmanar en elev att titta på ett saltkorn i ett mikroskop och sedan rita det hon ser. Eleven ritat figur 2B. Läraren blir förvånad över detta och tittar själv i mikroskopet. Som han misstänkte är saltkornets form kubisk, som i figur 2A. Konstigt, tänker han. Den här eleven kan ju rita en kub. Varför ser vi så olika saker? Det är ju samma bild som faller på näthinnan....



Figur 2. Två teckningar av ett saltkorn.

Förklaringen är att vi observerar inte bara med våra ögon, utan med hela vårt 'kognitiva system', dvs. allt vårt kunnande. Vår upplevelse av det som finns 'därute' beror inte bara av detta, utan också av det vi har 'inne i vårt huvud'. Läraren är kemist, och vet att NaCl har en kubisk kristallstruktur. Han noterar därför kubiska drag, t. ex. plana sidor och räta vinklar mellan sidorna. Han ignorerar de något runda kanterna och hörnen. Eleven, som vet att hon tittar på ett saltkorn, tänker sig korn som något runt, t. ex. sandkorn och sädeskorn. Hennes

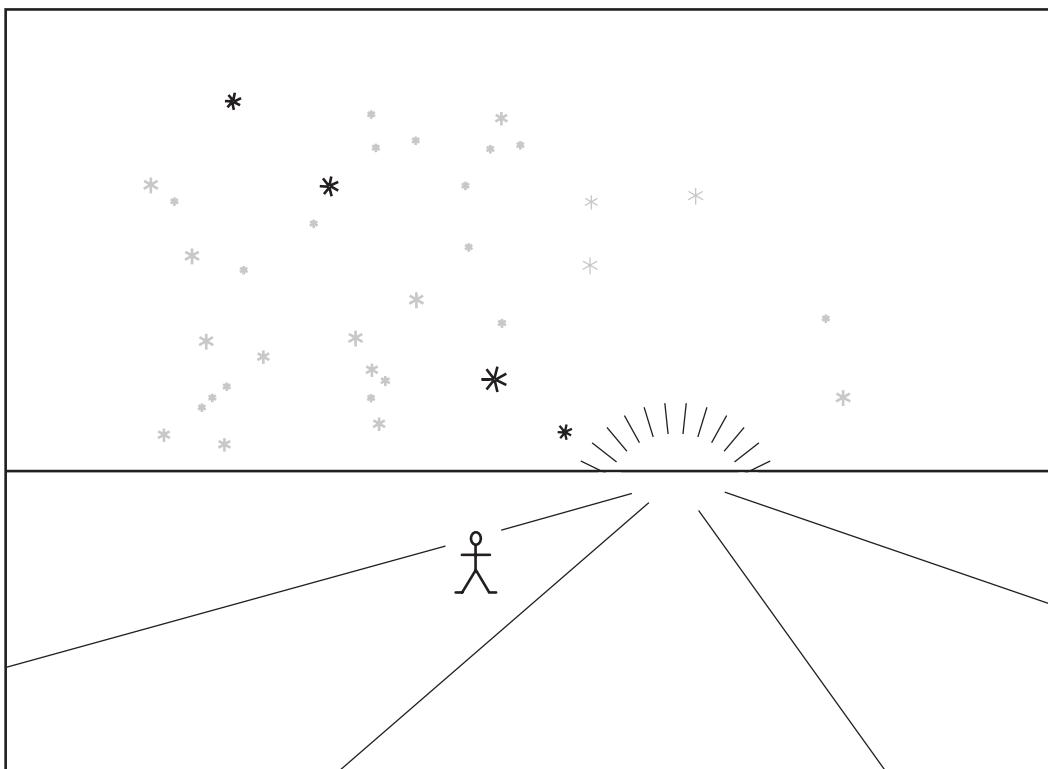
"teori" säger alltså att hon tittar på något runt, och hon uppmärksammar därför runda kanter och hörn, som finns på saltkorn ur en ströare, men som läraren bortser ifrån.

En persons observationer är alltså inte objektiva och sanna i någon absolut mening, utan påverkade av den 'teori' som han/hon har om det observerade.

Det sagda betyder att den som vill bygga undervisningen på elevens egna iakttagelser, måste bygga på elevens 'teorier', eftersom observation och teori hänger ihop. Det är lätt att glömma detta. Många av våra tankestrukturer är så inarbetade att vi inte märker dem, och då kan det ligga nära till hands att ta för givet att det vi ser också ses av andra.

Även tillsynes självklara observationer rymmer betydande inslag av vardagliga teorier. Den vuxne tittar t. ex. ut genom fönstret och observerar att vinden skakar om trädkronorna. Men det lilla barnet ser att träden ruskar på sig så att det fläktar.

Ännu ett exempel får illustrera att vår varseblivning beror av våra kunskaper. Betrakta figur 3. Den visar en person som betraktar himlen. Solen har just gått ned. De fyra mest framträdande himlakropparna är, räknade i ordning från hori-

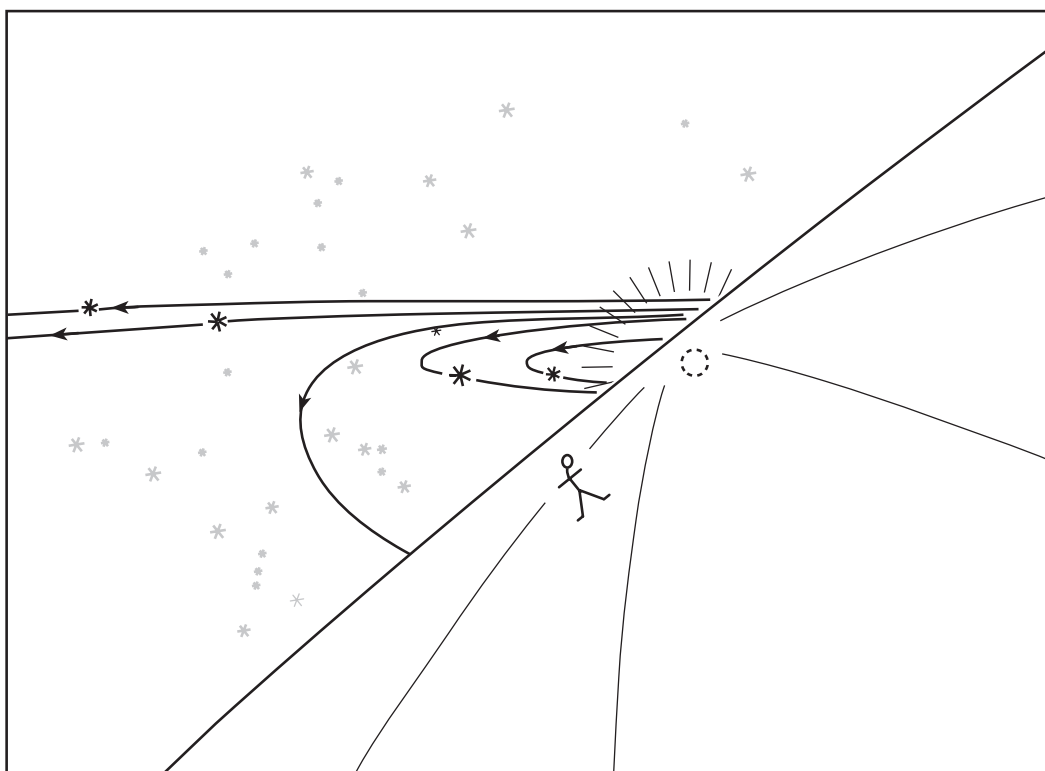


Figur 3. En person betraktar himlen strax efter solnedgången.<sup>5</sup>



sonten, Merkurius, Venus, Jupiter och Saturnus. Vi tänker oss att personen njuter av att se den framväxande natthimlen, men att han inte fäster sig vid olika detaljer, som t. ex. att de fyra planeterna på ett ungefär ligger i linje med varandra och med solen.

En annan person betraktar samma himmel vid samma tidpunkt. Men hon gör det inte bara med allmänna kunskaper, som t. ex. att det är mycket stora avstånd till planeter och stjärnor, utan också med mer detaljerade insikter i planetsystemets byggnad och var planeten Jorden finns i denna struktur. Hon lutar huvudet åt höger så att planeternas banplan blir nästan horisontella i synfältet. Hon själv och den planet hon står på blir för henne en integrerad del av planetsystemet, och hennes upplevelse av natthimlen kan illustreras med figur 4.



Figur 4. Ett annorlunda sätt att se himlen strax efter solnedgången.<sup>6</sup>

Förhoppningsvis är läsaren nu någorlunda övertygad om att observationer är kunskapsberoende. Det vi observerar beror av 'det som finns därute' och 'det som finns i huvudet', dvs. teorier och begrepp. Också attityder, behov och känslor har betydelse, men det lägger vi för tillfället åt sidan i syfte att inte göra diskussionen alltför komplicerad.

Ibland kan det vara så att man helt enkelt inte har en viss teori och därför inte kan se på ett visst sätt. Exempelvis var det omöjligt för människor under antiken att se kvällshimlen så som figur 4 visar, eftersom den nutida modellen av vårt planetsystem inte var formulerad vid denna tid. Men det kan också vara så att

man har en viss teori utan att för tillfället använda den. Exempelvis kanske personen i figur 3 föredrar att helt enkelt njuta av kvällshimlen utan att ha sina moderna kunskaper om planetsystemet 'påkopplade'.

### *Förutsägelser och förklaringar kan vara öppningar till elevernas teorier*

Liksom observationer beror förutsägelser både av den situation som är aktuell och de teorier och andra kunskaper som individen mobiliserar. Därför är förutsägelser en möjlighet att få insyn i hur elever tänker. Svaren på det första kokproblemet illustrerar detta.

En grupp elever anser att temperaturen stiger över +100 °C om man fortsätter att värma på trean. Tanken är rimlig om man inte vet vad kokpunkt innebär. Om utgångstemperaturen varit +70 °C hade förutsägelsen varit korrekt. Kanske är det ett allmänt orsakstänkande som ligger bakom denna typ av svar – fortsatt ansträngning ger ökad effekt. Om man exempelvis fortsätter att gräva en grop blir hålet i marken större och jordhögen bredvid växer.

En annan vanlig orsak-verkanrelation är att ökad ansträngning ger ökad effekt. Om man t. ex. tar i mer då man kastar, så går bollen längre. Tillämpat på kokning av vatten betyder detta att en ändring från trean till sexan medför att temperaturen stiger. Det var 35% av eleverna i åk 9 som vid den nationella utvärderingen 1995 resonerade på detta sätt.<sup>7</sup> Här är några motiveringar, ordagrant återgivna:

- Desto mer värme från plattan desto varmare blir vattnet.
- Den får mer ström och klarar av att få en högre temperatur.
- När man höjer till sexan blir det naturligtvis varmare, varför finns det annars olika siffror på knappen?

En annan 'teori' som elever uppvisar då de försöker lösa det första kokproblemet kan beskrivas som 'Plattans inställning bestämmer temperaturen'. 'Trea brukar ligga på hundra grader (på vår spis)' som en elev uttrycker saken.

Dessa vardagliga teorier står i påfallande kontrast till naturvetenskapens uppfattning om kokpunkt. Fysikläraren tänker sig att koktemperaturen för vatten inte påverkas av plattans inställning och hur länge man värmer. Däremot har lufttrycket betydelse. Vidare uppfattar han/hon kokning som en fasövergång, vilket innebär att orsak-verkanrelationen blir en annan än i vardagstänkandet. Den fortsatta 'ansträngningen' (fem minuter till) leder inte till temperaturhöjning utan till fortsatt förgasning av vattnet. Den ökande 'ansträngningen' (från trean till sexan) leder inte till temperaturhöjning utan snabbare omvandling från vätska till gas. På molekylnivå är det fråga om att ökning av lägesenergin hos ett partikelsystem sker i snabbare takt.

Om läraren ställer frågor liknande de två kokproblemen till elever före undervisning om kokpunkt kan han/hon vänta sig många exempel på det vardagstänkande som nu beskrivits, vilket kan leda till elevexperiment som visar att vardags-teorierna inte stämmer med termometeravläsningar. Kanske detta kan göra eleverna både medvetna om sitt eget tänkande och mer intresserade än vanligt av skolans vetenskapliga alternativ. Detta alternativ måste dock vara begripligt för eleverna om någon långsiktig kunskapsbehållning skall uppnås.

Även förklaringar beror av det som skall förklaras och de teorier och andra kunskaper som individen lyckas mobilisera. Därför är också förklaringar en möjlighet att undersöka hur elever tänker. De två biologisexemplen får tjäna som illustration.

Ett gemensamt drag för svar 1 och 3 på respektive problem är att de på ett eller annat sätt uttrycker att förvärvade egenskaper ärvs. Svaren har kategoriserats som 'lamarckistiska'. Ett exempel är att insekter producerar antikroppar mot det bekämpningsmedel som de utsätts för, och dessa antikroppar förs vidare till deras avkomma.

Som framgått är svaren givna av förstaårsstuderande i medicin, dvs. efter biologiundervisning på gymnasienivå för blivande naturvetare, och förvisso ett tecken på att teorin om naturligt urval inte är levande kunskap hos de studerande. (I själva verket visade det sig i den undersökning från vilken svaren är hämtade, att svar av 'lamarckistisk' typ var betydligt vanligare än 'darwinistiska'.)

Man kan beskriva skillnaden mellan vardagligt/'lamarckistiskt' och vetenskapligt/'darwinistiskt' tänkande på följande sätt. Grunden för det vardagliga tänkandet är en enkel orsaksmekanism. En 'agent' (t. ex. en biocid) påverkar ett 'objekt' (t. ex. en mygga). Detta förändrar dess egenskaper, vilka ärvs vidare. Det vetenskapliga tänkandet är mer komplicerat. Det är fortfarande fråga om en agent (t. ex. en biocid). Men objektet är en population, dvs. en ofta mycket stor samling individer (t. ex. alla myggor i ett område). Egenskaper som motståndskraft varierar i populationen. Många dör, men en del är redan från början resistent. De har därför möjlighet att reproducera sig, vilket betyder att deras egenskaper blir mer frekventa i populationens nästa generation.

Sammanfattningsvis: För såväl elever som naturvetare gäller att varseblivning, förutsägelser och förklaringar beror av de begrepp och teorier som han/hon mobiliserar i givna situationer. I detta avseende finns alltså en likhet mellan de båda grupperna. Men när det gäller vilka begrepp och teorier som respektive grupp använder så är olikheterna betydande. Eleverna tenderar att använda vardagsföreställningar, naturvetarna använder vetenskapliga. Kunskap om elevernas vardagsföreställningar gör det möjligt att locka fram dessa och utmana dem, t. ex. genom invändningar och experiment som strider mot förutsägelser. Detta kan som nämnts göra eleverna både medvetna om sitt eget tänkande och mer

intresserade än vanligt av skolans vetenskapliga alternativ. Detta måste dock vara begripligt för eleverna om någon långsiktig kunskapsbehållning skall uppnås.

## *FÖR DIG SOM VILL VETA MERA*

En intressant diskussion om observationers teoriberoende finns i

Chalmers, A. F. (1995). *Vad är vetenskap egentligen?* Nora: Nya Doxa.

Originalutgåvan heter 'What is this thing called science' och utkom 1976. Frågan om observationers teoriberoende behandlas i kapitel 1 tom. 3.

En välskriven och lättläst diskussion om vad elevers 'teorier' om världen har för betydelse för den naturvetenskapliga undervisningen är

Driver, R. (1983). *The pupil as scientist?* Milton Keynes: Open University Press.

## *NOTER*

1. Se Andersson och Renström (1979).
2. Ibid.
3. Elevsvaren på de tre biologiska frågorna är hämtade från en doktorsavhandling av Margaret Brumby. För en orientering om viktiga resultat i denna, se Brumby (1984).
4. Ibid.
5. Bilden är hämtad från Churchland (1979).
6. Ibid.
7. Andersson, Bach och Zetterqvist (1996).

## *REFERENSER*

Andersson, B., & Renström, L. (1979). *Temperatur och värme: kokning*. (Rapport Elevperspektiv nr 3). Mölndal: Institutionen för pedagogik, Göteborgs universitet.

Brumby, M. N. (1984). Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students. *Science Education*, 68, 493-503

Churchland, P. M. (1979). *Scientific realism and the plasticity of mind*. Cambridge: Cambridge University Press.

Andersson, B., Bach, F., & Zetterqvist, A. (1996). *Nationell utvärdering 1995 – åk 9. Temperatur och värme*. (Rapport NA-SPEKTRUM nr 18). Mölndal: Institutionen för ämnesdidaktik.

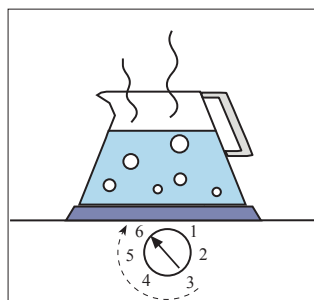
## BILAGA

**BEROR KOKTEMPERATUREN AV PLATTANS INSTÄLLNING?**

Ett kärl med vatten placeras på en kokplatta, som sätts på trean. Efter en stund börjar vattnet koka. Man mäter då vattnets temperatur. Den är +100 °C. Plattan sätts därefter på sexan, som är den högsta inställningen. Vad händer med temperaturen efter det att plattan sätts på sexan?

- den börjar sjunka under +100 °C  
 den håller sig kvar på +100 °C  
 den börjar stiga över +100 °C

Förklara ditt svar!



Så här svarade eleverna i en svensk undersökning som gjordes 1979\* . (Procentuell fördelning av elevsvar på olika kategorier, skolår 7, 8 och 9):

Kategori	Exempel på förklaringar	skolår		
		7 (139)	8 (120)	9 (121)
A. TEMPERATUREN SJUNKER UNDER + 100 °C	<i>Vattnet avdunstar, och det kyler ner vattnet</i>	3	0	3
B. TEMPERATUREN STIGER ÖVER +100 °C				
1 Ingen motivering		9	5	2
2 Plattans inställning bestämmer temperaturen	<i>När man sätter på högsta styrkan måste ju värmen stiga. För att sexan har högre höjdpunkt med grader, dvs. ifall trean har 100 °C, så kanske sexan har 200 °C.</i>	52	55	49
3 Övrigt	<i>Vattnet börjar förångas.</i>	2	0	3
C. TEMPERATUREN HÅLLER SIG PÅ +100 °C				
1. Ingen motivering		3	10	4
2. +100 °C är en övre gräns	<i>Det blir inte varmare för att man höjer det till sexan. Vattnet kan ej bli mer än +100 °C.</i>	9	14	24
3. Kokning är orsaken till att temperaturen håller sig på +100 °C	<i>Kokningspunkten är 100 °C. Då kan det inte bli varmare. Det kokar ju både på 3:an och 6:an</i>	22	16	15

\* Andersson, B., & Renström, L. (1979). *Temperatur och värme: kokning*. (Rapport Elevperspektiv nr 3). Mölndal: Institutionen för pedagogik, Göteborgs universitet.

*Översikt av enheter i projektet NORDLAB-SE*  
(15 okt 2003)

**Naturvetenskapens karaktär**

- Elevers och naturvetares tänkande – likheter och skillnader
- System, variabel och kontrollexperiment – tre redskap för vetgirighet
- Grönskande är naturvetenskapliga teorier!

**Naturvetenskapens innehåll**

- Socker och syre till alla celler – en fråga om logistik
- Livets evolution
- Formativ utvärdering med fotosyntes som exempel
- Genetik
  
- Jorden som planet i rymden
- Varför har vi årstider?
- Månen, planetsystemet och universum
- Mekanik 1 – Newtons första och andra lag
- Mekanik 2 – Newtons tredje lag
- Temperatur och värme
  
- Materiens bevarande
- Materiens byggnad
- Materiens faser
- Blandning, lösning och vattnets kretslopp
- Ämnen
- Kemiska reaktioner

**Naturvetenskapen i samhället**

- Energiflödet genom naturen och samhället
- Växthuseffekten, tekniken och samhället
- Natur och moral – integration eller separation?
- Vad kan man göra med skolkunskaper? Om att sätta in i sammanhang

För korta sammanfattningar av olika enheter se

<http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/se.html>

Alla enheter kan laddas ner från internet:

<http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/trialse/trialunits.html>