

Analogier och metaforer

Jesper Haglund, Karlstad universitet

Som vi har sett används modeller i naturvetenskapen för att vi ska kunna närma oss många naturfenomen som vi inte kan komma åt direkt med våra sinnen. Visualiseringar, till exempel i form av statiska bilder i en lärobok eller dynamiska simuleringar i en datormiljö, utgör ett möjligt sätt att representera sådana modeller, men det finns också andra tänkbara representationsformer att ha i åtanke. I den här artikeln tittar vi närmare på hur två nära relaterade fenomen – metaforer och analogier – kan utnyttjas i undervisningen, men uppmärksammar även några potentiella fallgropar (Jeppsson & Haglund, 2013).

Analogier

En *analogi* innebär att man jämför någonting – typiskt något abstrakt och obekant – med något annat mer konkret och välkänt. Inom kognitiv psykologi ses analogiskt tänkande som en central mekanism för att vi ska kunna närma oss det okända, med andra ord att lära nytt.

Enligt psykologen Dedre Gentners (1983) tolkning kännetecknas analogier vidare av att de fokuserar på strukturella likheter mellan de så kallade domänerna som jämförs, och inte på eventuella ytlikheter. För att ta ett exempel från naturvetenskapen och dess undervisning bygger Bohrs atommodell på en analogi mellan atomens struktur och ett solsystem.

Solsystemet utgör den förmodat mer bekanta *källdomänen*, och atomens struktur den mer okända, abstrakta *måldomänen*, det vi som lärare vill att eleverna ska lära sig mer om.

Strukturella likheter mellan domänerna inkluderar att ett relativt stort objekt i mitten (solen, respektive atomkärnan) omges av mindre objekt i omloppsbana (planeterna, respektive elektroner). Det finns även formella, matematiska likheter i att kraften mellan objekten avtar med kvadraten av avståndet emellan dem. Vi vill dock inte att eleverna ska fokusera på ytlikheter, som att solen är varm och gul.

Analogier har visat sig kraftfulla i forskningen och undervisningen, i och med att de hjälper oss att skapa en bild av nya domäner som vi utforskar eller blir introducerade till. Vid sidan av Bohrs atommodell kan kinetiska gaslärans jämförelse mellan

mikroskopiska partiklar och kolliderande biljardbollar eller Darwins utgångspunkt i uppfödarens urval av avelsdjur som parallell för att förstå naturligt urval nämns som framgångsrika analogier i naturvetenskapen. Inte sällan ligger sådana analogier till grund för visualiseringar som vi tar fram för att beskriva och förklara fenomen.

Vid användning av analogier i undervisningen finns dock flera inneboende utmaningar. För det första utgår vi ifrån att eleverna är bekanta med måldomänen. Vi räknar till exempel med att eleverna känner till strukturen för ett solsystem, då vi använder Bohrs atommodell. För det andra utgår vi ifrån att eleverna fokuserar enbart på de önskvärda likheterna (och inte drar slutsatsen att atomkärnan är varm och gul, eller att de negativt laddade elektronerna attraherar varandra i likhet med planeter, etc.).

Naturvetenskapsdidaktikern Shawn Glynn (1989) har dragit slutsatsen att analogier på detta sätt är ”ett tveeggat svärd” i undervisningen. Deras suggestiva kraft kan leda till god förståelse, men även stärka missuppfattningar. I sin modell ”Teaching With Analogies” betonar Glynn att vi som lärare inte kan nöja oss med att nämna att det finns likheter mellan domäner, utan vi behöver explicit peka ut vad som motsvarar vad i domänerna. Vi behöver dessutom ta upp var analogin bryter samman; i likhet med alla andra typer av modeller och representationer är en analogi en ofullständig återgivning, och elever behöver uppmärksammas på dess begränsningar. Glynn föreslår att vi bör utgå ifrån följande process då vi introducerar analogier i vår undervisning:

1. *Introducera måldomänen.* Se till att eleverna är införstådda med vad det är tänkt att de ska lära sig.
2. *Introducera källdomänen.* Presentera källdomänen ingående.
3. *Uppmärksamma likheten mellan domänerna.* För fram idén att domänerna är lika i något avseende.
4. *Kartlägg gemensamma detaljer explicit.* Det är viktigt att inte bara kasta fram idén att det nya lärostoffet på något sätt relaterar till något annat som eleverna förväntas känna till. Lärare och elever behöver tillsammans gå igenom i detalj vad som motsvarar vad i de olika domänerna.
5. *Dra slutsatser.* Givet vår kännedom om källdomänen, vilka slutsatser kan vi dra om måldomänen?
6. *Identifiera var analogin bryter samman.* Hur långt bär analogin? Vilka aspekter i källdomänen saknar motsvarighet i måldomänen och vice versa? Vilka felaktiga slutledningar kan vi frestas att dra och bör undvika?

Som exempel från naturvetenskaplig undervisning studerade Gentner och Gentner (1983) elevers olika analogier för elektriska kretsar: Elektrisk ström som strömmande vatten, alternativt som partiklar i rörelse eller en myllrande folkmassa. De fann att elever

som spontant tolkar strömmen som rörelse hos individuella partiklar lättare löser problem med parallellkoppling av resistorer, men att vattenflöde fungerar bättre för att tolka parallellkoppling av batterier. På motsvarande sätt föreslår Spiro, Feltovitch, Coulson & Anderson (1989) att en uppsättning av olika, så kallade *multipla analogier* kan användas för att förstå mekanismen för sammandragning av muskelfibrer. Varje enskild analogi, till exempel att jämföra med årornas rörelser hos ett lag av roddare, belyser några aspekter, men är missvisande i andra och behöver kompletteras med ytterligare analogier, till exempel en vantskruv, som används för att spänna vajrar eller linor.

En annan möjlig taktik för att komma runt utmaningar med analogier i undervisningen är *självgenererade analogier*, att be elever att själva skapa sina egna analogier för fenomen de introduceras till. På så sätt kommer de att endast ta upp källdomäner som de själva är bekanta med och ser som fruktbara för jämförelser i det givna sammanhanget. Vi har till exempel bett lärarstudenter med inriktning mot matematik och fysik att komma på egna analogier för termodynamiska processer, där de har jämfört interagerande partiklar med kolliderande arga bin eller minglande människor på en fest (Haglund, 2013).

För den som vill få fler konkreta undervisningstips presenterar Harrison och Coll (2008) ett antal analogier inom många olika områden inom naturvetenskapen som har tagits fram för undervisning av elever i olika åldrar.

Metaforer

Medan analogier och analogiskt tänkande är begrepp som används inom den kognitiva psykologin används *metafor* som begrepp inom områden som språk- och litteraturvetenskap. Både analogier och metaforer bygger på att göra jämförelser med det kända och konkreta för att tala om det mer okända och abstrakta, och i många sammanhang kan vi slå samman dem till ett kollektivt 'analogier och metaforer'. Naturvetenskapsdidaktikern Reinders Duit (1991) pekar dock på att något som skiljer dem är att en analogi bygger på en explicit jämförelse mellan domäner, där motsvarigheter uttryckligen pekas ut, medan metaforen är mer implicit, där det är upp till lyssnaren eller läsaren att skapa sin egen mening.

Den implicita karaktären hos metaforer återfinns även bland de klassiska stilfigurerna, där de till skillnad från *liknelser* inte bygger på uttryckliga jämförelser. Det bildliga språket i liknelsen "Akilles är som ett lejon" blir till en metafor i uttrycket "Akilles är ett lejon".

Gentner (1983) ger även utrymme för mer ytliga likheter mellan domäner som grund för metaforer, medan analogier alltså kräver strukturella likheter. När vi säger att Akilles är

ett lejon vill vi tillskriva den klassiske hjälten några av lejonets egenskaper, såsom hjältemod och styrka.

Traditionellt har man sett ganska styvmoderligt på metaforer, till exempel i språkfilosofin. Metaforer har betraktats som språkliga ornament som vi kan ta till för en estetisk eller retorisk effekt, men utan egentlig betydelsemässig mening. Det finns också ett dilemma med metaforenas outtalade karaktär från ett undervisningsperspektiv. Duit (1991) menar att en kraftfull, slående metafor typiskt vilar på en överraskande effekt vid jämförelse mellan i övrigt orelaterade domäner. Om vi då som lärare följer Glynn (1989) steg för ”Teaching With Analogies” och analyserar i vilken bemärkelse metaforens domäner är lika varandra och hur de skiljer sig åt förloras kanske något av metaforens slagkraft.

’Entropi’ är ett ord som elever som specialiserar sig inom naturvetenskap förmodligen stöter på för första gången i fysik- eller kemiundervisningen på gymnasiet. Till skillnad från många andra ord inom värmeläran – som ”tryck” eller ”värme” – saknas entropi i elevernas vardagsspråk. Entropi är även ett abstrakt begrepp då det härleds indirekt genom matematisk formalism från andra fysikaliska storheter. Den här typen av okända, abstrakta ord lämpar sig bra för introduktion med metaforer och analogier; jämförelser med mer hemtama domäner. För entropi är det vanligt att använda metaforen ”entropi är oordning” i undervisningen (Jeppsson et al., 2011). Om den utvecklas till en uttalad analogi, genom att beskriva en källdomän och hur den relaterar till måldomänen värmelära, sker det ofta genom att använda det stökiga tonårsrummet som utgångspunkt. Didaktiska forskare (t.ex. Lambert, 2001) har argumenterat för att det är en olycklig metafor, inte minst eftersom den fokuserar på rumslig konfiguration, snarare än fördelningen eller spridningen av energi i ett system, och att det stökiga rummet endast ger en ögonblicksbild och inte en känsla för alla tänkbara stökiga rum. I vår forskning kring hur kemistudenter på universitetet tolkar entropi har vi dock funnit att entropi som oordning tycks vara en bra startpunkt för dem. Metaforen ger någon typ av förståelse för vad entropi är, innan de är redo för en mer formell, matematisk behandling. Studenterna är medvetna om att oordning inte är ett vetenskapligt begrepp, men upplever ändå metaforen som användbar för att förstå vad entropi är. Till exempel ökar entropin då ett system gradvis övergår från fast fas via vätska till gasfas (Haglund, et al., 2016). Liksom för andra ickespråkliga representationer kan även en ofullständig metafor vara meningsfull för lärande, och därigenom en resurs som vi kan dra nytta av i undervisningen.

Språkvetaren George Lakoff och filosofen Mark Johnson (1980) menar att en viss typ av implicita metaforer, så kallade *begreppsliga metaforer*, i själva verket ligger till grund för en stor del av vårt tänkande och vårt vardagsspråk; någonting som vi inte klarar oss utan. Ta till exempel meningen ”Harry är i köket”. Harry ses bokstavligen som ett objekt

som befinner sig inuti ett avgränsat område, i köket, en typ av situation vi har stor kroppslig erfarenhet av. Tänk nu istället på meningen ”Harry är i knipa”. Här framställs Harrys obehagliga abstrakta mentala tillstånd som om han vore i en trång och obekväm behållare. Även om meningen framstår som helt naturlig och vardaglig bygger den på en underliggande begreppslig metafor där mentala tillstånd beskrivs i termer av fysiska platser. Vi kan utnyttja metaforen för att ytterligare beskriva situationen: ”Harry håller på att hamna i knipa” eller ”han får äntligen hjälp att ta sig ur knipan”.

Som vi såg i fallet med entropi ovan är många begrepp som vi använder oss av i naturvetenskapen abstrakta och i likhet med abstrakta mentala tillstånd möjliga att närma oss med metaforiskt språk. ’Energi’ är ett annat exempel på en fysikalisk storhet, en matematisk konstruktion som har egenskapen att den förblir densamma för ett system och dess omgivning, oavsett vilka förändringar de genomgår. Detta är en mycket abstrakt tanke. När vi talar om energi – i undervisningen såväl som i rent vetenskapliga sammanhang – kan vi dock inte undgå att ta hjälp av metaforiskt språk. Energi kan ses som en ägodel till ett föremål i rörelse: ”bollen har mycket rörelseenergi”, något substanslikande i föremålet: ”energi överförs från fjädern till bollen”, eller ett läge utefter en vertikal skala: ”atomen är i ett högenergitillstånd”.

Som ett exempel på hur metaforen energi som något substansliknande kan användas i undervisningen på ett genomtänkt sätt kan vi titta på ”Energy Theater” som har utvecklats vid Seattle Pacific University (Daane, Wells, & Scherr, 2014). I Energy Theater spelar deltagare upp scenarier av olika fysiska fenomen, till exempel en degklump som faller mot marken, och varje deltagare utgör en enhet energi. Föremålet som energin befinner sig i markeras som en ring av rep på golvet där deltagaren står, och olika energiformer representeras med olika gester. Då deltagarna iscensätter den fallande degen står de i ringen som representerar degen, och byter gest en efter en från potentiell energi (t.ex. en hand som markerar en viss höjd) till kinetisk energi (t.ex. att gå på stället). När degen slår i marken omvandlas energin till termisk energi (visat t.ex. genom att gnugga handflatorna), och en del av den överförs till golvet och luften, vilket spelas upp genom att några av deltagarna förflyttar sig till ringarna som motsvarar just golvet och luften medan de fortsätter att visa tecknet för termisk energi. Egenskapen att energin bevaras är inbyggd i spelets regler; deltagarna kan inte plötsligt dyka upp eller försvinna. Fokus sätts på att energi kan överföras och omvandlas, men det är svårare att inse att energi tenderar att spridas ut eller minska i energikvalitet. Andra representationsformer behöver ta vid för att belysa de aspekterna.

Vi är typiskt omedvetna om att vi drar nytta av begreppsliga metaforer i vardagsspråket, i vetenskapen eller i vår undervisning. Det finns även andra typer av metaforer som vi kan dra nytta av på ett mer medvetet sätt. Ofta har greppet att se någonting i ljuset av något annat utgjort en kreativ kraft som har stimulerat till nya vetenskapliga rön och

tekniska uppfinningar. Den kognitiva psykologin och kognitiva perspektiv på lärande bygger till stor del – på gott och ont – på idén om vårt psyke som en dator, där man söker finna motsvarigheter mellan minneskapacitet, processorer, etc., och betraktar kunskap som avgränsade föremål i vår hjärna. Bröderna Wright gjorde genombrott vid utvecklingen av flygplan genom att dra paralleller till cykling, där kontroll av rörelse i sidled är viktigare än stabilitet. Filosofen Donald Schön (1993) beskriver hur produktutvecklingen av en målarpensel fick sitt genombrott först då man kom att tänka på penseln som en pump av färg längs med håren, något han kallar en *generativ metafor*. På motsvarande sätt kan vi sträva efter att bli lyhörda för elevers spontana användning av metaforiskt språk och tankevändningar i vår undervisning.

Referenser

- Daane, A. R., Wells, L., & Scherr, R. E. (2014). Energy Theater. *The Physics Teacher*, 52(5), 291-294.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning sciences. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7(2), 155-170.
- Gentner, D., & Gentner, D. R. (1983). Flowing waters or teeming crowds: mental models of electricity. I D. Gentner, & A. L. Stevens (Red.), *Mental models* (s. 99-129). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Glynn, S. M. (1989). The teaching with analogies model. I K. D. Muth (Red.), *Children's comprehension of text: Research into practice* (s. 185-204). Newark, DE: International Reading Association. Hämtad från <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED304672.pdf#page=195>.
- Haglund, J. (2013). Självgenererade analogier stöder lärande. I F. Jeppsson & J. Haglund (Red.), *Modeller, analogier och metaforer i naturvetenskapsundervisning* (s. 185-199). Lund: Studentlitteratur.
- Haglund, J., Andersson, S., & Elmgren, M. (2016). Language aspects of engineering students' view of entropy. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(3), 489-508.
- Harrison, A. G., & Coll, R. K. (Red.). (2008). *Using analogies in middle and secondary science classrooms: the FAR guide - an interesting way to teach with analogies*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

- Jeppsson, F., & Haglund, J. (Red.). (2013). *Modeller, analogier och metaforer i naturvetenskapsundervisning*. Lund: Studentlitteratur.
- Jeppsson, F., Haglund, J., & Strömdahl, H. (2011). Exploiting language in teaching of entropy. *Journal of Baltic Science Education*, 10(1), 27-35.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.
- Lambert, F. L. (2002). Disorder – A cracked crutch for supporting entropy discussions. *Journal of Chemical Education*, 79(2), 187-192.
- Schön, D. A. (1993). Generative metaphor: A perspective on problem-setting in social policy. I A. Ortony (Red.), *Metaphor and thought* (2. uppl., s. 137-163). New York, NY: Cambridge University Press.
- Spiro, R. J., Feltovitch, P. J., Coulson, R. L., & Anderson, D. K. (1989). Multiple analogies for complex concepts: Antidotes for analogy-induced misconception in advanced knowledge acquisition. I S. Vosniadou, & A. Ortony (Red.), *Similarity and analogical reasoning* (s. 498-531). Cambridge, UK: Cambridge University Press.