

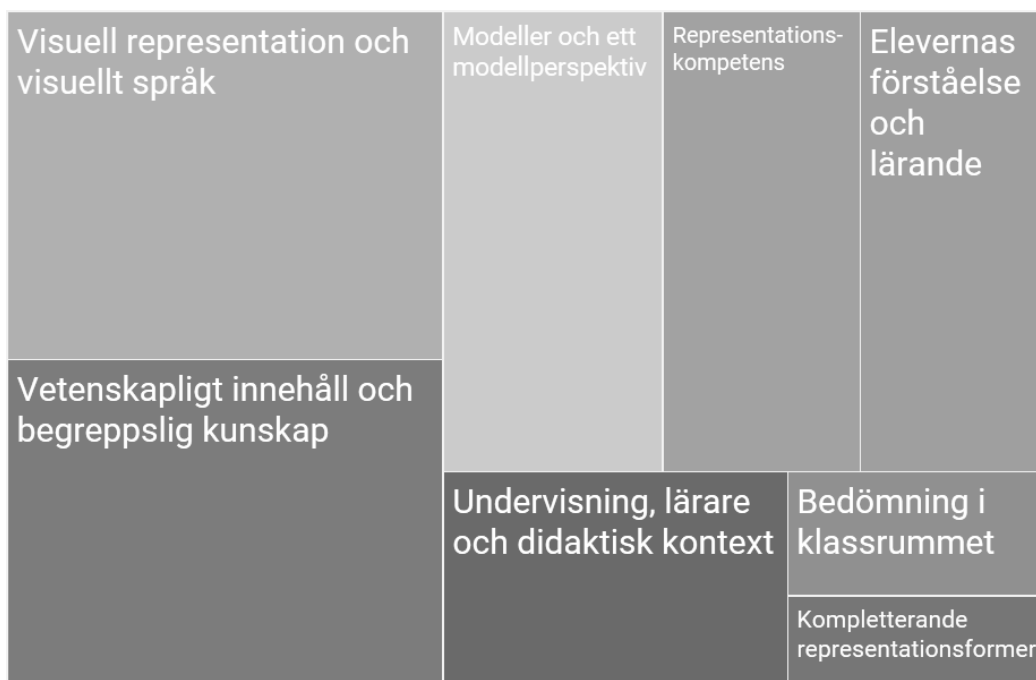
Sammanfattning av modulen modeller och representationer – ”Hur går jag vidare?”

Konrad Schönborn, Linköpings universitet

Modulen har fokuserat på användningen av modeller och representationer i undervisningen i naturvetenskap och teknik på gymnasiet. Denna avslutande artikel sammanfattar och beskriver huvudteman som har framkommit i modulen som helhet. Vi sammanfattar även modulens åtta delar i form av en ”karta” (se sista sidan) som innehåller nyckelfrågor som reflekterar kärnan i varje del av modulen. Denna karta är även avsedd som ett verktyg som ni kan använda när ni går vidare i att använda modeller och representationer i er praktik och vill tillämpa komponenter av modulen.

Sammanfattning av teman som har framkommit i modulen

Innehållet i modulen som helhet kan beskrivas som åtta övergripande teman som i olika utsträckning är integrerade i de åtta delarna. De övergripande temana visualiseras i figur 1 i form av ett så kallat *treemap*-diagram, vilket låter oss jämföra hur ofta de olika temana förekommer genom hela modulen. I det följande beskriver vi vart och ett av temana.



Figur 1. Treemap-diagram som representerar åtta sammanlänkade övergripande teman i modulen. Arean för varje rektangel illustrerar hur framträdande varje tema är i förhållande till modulen som helhet, baserat på hur ofta uttryck kopplade till varje tema förekommer i texterna.

Visuell representation och visuellt språk

I denna modul har vi beskrivit hur utveckling av kunskap om naturvetenskap och teknik ofta handlar om olika fenomen som är ”för små”, ”för stora”, ”för snabba”, eller ”för långsamma” för att vi ska kunna uppfatta dem med våra sinnen. En avgörande aspekt av lärande och undervisning i naturvetenskap och teknik är därför att använda externa visuella former för att kommunicera sådana begrepp. Vi har emellertid också diskuterat att en visuell representation endast visar några aspekter av ett fenomen, men inte alla aspekter. Av detta följer att flera visuella representationer (t.ex. både realistiska och abstrakta representationer) kan behöva användas för att kommunicera olika aspekter av ett visst fenomen. Detta innebär att man använder olika visuella uttryckssätt och konventioner (visuellt språk) för att visualisera ”osynliga” fenomen samt att koppla samman olika organisationsnivåer. Förutom traditionella statiska visuella representationer har vi också beskrivit digital och interaktiv teknologi som inkluderar digitalt berättande, informationsvisualisering, intelligenta läroböcker, pedagogiska spel, interaktiva 3D-modeller och ”virtual reality”-applikationer.

Vi har infört ett antal olika definitioner, inklusive termerna *modell*, *representation*, *visualisering*, och *multimodalitet* och hur dessa relaterar till varandra, som ett ramverk för att tolka innehållet i modulen. Vi vill understryka att det finns flera olika möjliga utgångspunkter för att definiera dessa termer, beroende bland annat av synen på kunskap. Vårt syfte med definitionerna är att de ska fungera som stöd för lärare när de tolkar innehållet i denna modul. Definitionerna ska alltså inte ses som huggna i sten eller som ett inlägg i någon ”terminologi-debatt”, vilket vi inte ser som relevant mot bakgrund av de pedagogiska målen för denna modul.

Vetenskapligt innehåll och begreppslig kunskap

Det är viktigt att vara medveten om att det vetenskapliga kunskapsinnehållet kan variera mellan modeller och representationer som beskriver eller kommunicerar samma fenomen, något som fångas av idén om *begreppsvariation*. Det är också viktigt att lärare är medvetna om elevers nuvarande föreställningar och begreppsliga kunskap innan de använder modeller och representationer, och att försöka bidra till att eleverna förstår det vetenskapliga kunskapsinnehåll som ”ingår” i en specifik modell eller representation på det sätt som avsetts. Eftersom vetenskapliga upptäckter ofta görs med hjälp av olika instrument som ”utvidgar” våra sinnen, är det också viktigt att vi hjälper elever att förstå hur sådan verklig mätdata så småningom blir inbäddade i de visuella representationer som vi använder didaktiskt. Genom att uttryckligen visa på sådana omvandlingar för elever kan vi hjälpa dem att skilja på hur modeller används i naturvetenskap och teknik å ena sidan, och i undervisningen å andra sidan. Det är även viktigt att betona och diskutera vilken kunskap som **inte** är representerad. Sådana situationer gör det även möjligt att utmana elevernas förförståelse av ett fenomen, något som är ett viktigt målen för undervisning i naturvetenskap och teknik.

Modeller och ett modellperspektiv

Vetenskapliga modeller är viktiga både i naturvetenskap och teknik samt i undervisningen. Denna modul har betonat att modellerna uppfattas på olika sätt i olika ämnestraditioner. Det är viktigt att inse att vetenskapliga modeller omvandlas under den så kallade *didaktiska transpositionen*, det vill säga när modeller överförs från ett vetenskapligt sammanhang till skolämnenas undervisningssammanhang. Dessa överföringsegenskaper och hur de kan inverka på elevernas förståelse måste alltid hållas i åtanke. Mycket av undervisningen inom skolans naturvetenskap fokuserar på historiska modeller och begrepp. Forskning visar att äldre, mer förenklade, modeller tenderar att dominera skolböcker, och att undervisningen i naturvetenskap ofta saknar ett modellperspektiv – vi ger inte exempel på den begreppsliga variationen mellan modeller och presenterar sällan den historiska bakgrunden bakom deras ontologi och utveckling. När vi använder modeller som pedagogiska verktyg betonar vi sällan heller att samma modell kan presenteras på olika sätt, i en annan skala, eller med olika representationer. När vi undervisar naturvetenskap och teknik är det viktigt att vara medveten om vilka modeller vi använder och att tydligt visa de *didaktiska omvandlingsprocesser* som sker med modeller. Ett modellperspektiv bör fokusera på att lärare ska lära känna och ta hänsyn till skillnaderna i hur olika modeller förstås och används i olika ämnen.

Representationskompetens

En framträdande aspekt som återkommer på många ställen i hela denna modul är dess fokus på förmågan att läsa, tolka, använda och producera modeller och representationer – förmågor som vi med en gemensam term benämner som *representationskompetens*. En central förmåga är att läsa det visuella språket och de konventioner som ingår i en representation, samt att läsa visualiserade data som genereras av vetenskapliga laboratorieinstrument. En annan central förmåga är att tolka vad en specifik modell eller representation *visar* och *inte visar*. Att använda modeller och representationer innefattar också förmågan att manipulera och interagera med fysiska och digitala teknologier för att förstå ett begrepp eller en process. Det är också viktigt att elever får möjlighet att skapa sina egna modeller och representationer (självgenererade representationer) i flera olika former (t.ex. skapa teckningar, producera animationer och generera modeller med interaktiva simuleringar). Självgenererade modeller kan hjälpa eleverna att visualisera sin egen kunskap och bidra till ny förståelse och nya färdigheter, och bör betraktas som en viktig aktivitet i naturvetenskaplig och teknisk undervisning. Elevernas förmåga att utvärdera styrkor, begränsningar och kvaliteten på en modell eller representation har också lyfts fram som en central färdighet i den här modulen. Tolkning av modeller och representationer inom naturvetenskapliga och tekniska ämnen kräver olika färdigheter vid olika tidpunkter. I modulen finns exempel på hur specifika färdigheter kan vara mer framträdande för ett specifikt begrepp än ett annat, eller för en viss modell eller representation, beroende på situationen.

Elevernas förståelse och lärande

Vi har visat att användningen av olika modeller och representationer har en betydande inverkan på elevernas begreppsförståelse i naturvetenskap och teknik. Vi bör vara medvetna

om tendensen för de lärande att föredra att använda de enklaste modellerna och representationerna för att lära sig och beskriva ett fenomen. När de har lärt sig mer förenklade versioner kan eleverna ibland ha svårt att ersätta dessa med mer avancerade modeller och representationer. Eftersom enklare former ofta dominerar i läresurser så finns det en risk att vi förstärker en förenklad förståelse av kunskapsinnehållet under vår undervisning. Eftersom begrepp från olika modeller och representationer ofta blandas finns det en risk att begreppsmotsägelser uppstår vid undervisning vilket kan hindra elevernas lärande. Av detta följer att elevers svårigheter att förstå vetenskapligt innehåll ofta sammanfaller med tolkningen av modeller och representationer som visar begreppsvariation. Det går att uppnå begreppslig förändring och att främja elevernas vetenskapliga förståelse av ämnet med hjälp av lämpliga modeller och representationer i kombination med väl genomtänkta guidade diskussioner.

Undervisning, lärare och didaktisk kontext

Vi har påpekat att det kan vara utmanande att undervisa med modeller och representationer så att eleverna ska få den största möjliga nytta av det. En effektiv undervisningsstrategi i detta avseende är att skapa *konflikter* för eleverna. Det innebär att demonstrera fall då enklare modeller och representationer är otillräckliga eller motsägelsefulla och leder till uppenbart felaktiga slutsatser, och visa eleverna hur de kan lösa problemet eller förstå begreppet genom att byta till en annan modell eller representation. En annan strategi är att hitta en balans mellan att förklara begrepp och processer med modeller och representationer som eleverna redan är väl förtrogna med tillsammans med modeller som du vill att eleverna ska lära sig att tolka. När du väljer modeller och representationer för ditt undervisningssammanhang är ett viktigt steg att klargöra för dig själv vad du vill uppnå genom att använda dem. De utvalda modellerna och representationerna och deras visuella design bör vara lämpliga och anpassade till undervisningens mål och sammanhang, samt till elevernas tidigare ämneskunskaper och tolkningsförmåga. En strategi är att tänka på hur du kommer att länka samman de utvalda modellerna och representationerna och hur du kommer att lyfta fram att de kommunicerar samma begrepp eller process, men på olika sätt.

Bedömning i klassrummet

Modulen har också beskrivit flera strategier för att utforma uppgifter för *formativ bedömning* av elevernas representationskompetens under klassrumsundervisning. En designstrategi är att konstruera uppgifter som fokuserar på kunskap, förståelse, tillämpning, syntes och utvärdering av visuellt lärande. Ett annat tillvägagångssätt är att aktivt diskutera vilken typ av visuellt språk som används i en modell eller representation och vad som uttrycks visuellt och vad som inte uttrycks. Denna diskussion kan åtföljas av att visa multipla representationer av samma begrepp eller process och diskutera med eleverna vad de olika representationerna eller modellerna kommunicerar och hur de hänger ihop med varandra. Du kan också få viktig information genom att be eleverna att skapa sina egna modeller och representationer och observera deras produktion, samtidigt som du ställer frågor allt eftersom processen utvecklas. En sista strategi för formativ bedömning är att genomföra ”tänk-högt”-intervjuer där eleverna får förklara syftet med en modell eller representation,

med fokus på frågor om vilka strategier de använder för att tolka modellen eller representationen och vad de anser att de konventioner som ingår i modellen eller representationen fyller för funktioner.

Kompletterande representationsformer

Modulen har visat att visuella och verbala representationer ofta kompletterar varandra – en bild säger mer än tusen ord, och ibland säger ett ord mer än tusen bilder. Både bilder och ord är verktyg som representerar begrepp och processer inom naturvetenskap och teknik. Tillsammans med visuella representationer kan analogier och metaforer också fungera som kraftfulla representationsverktyg som kan hjälpa eleverna att förstå icke observerbara fenomen. Dessutom kan elevers förklaringar av en modell eller en representation ge värdefull information om deras förståelse av ett begrepp eller en process, oavsett om de använder en korrekt vetenskaplig terminologi eller inte. I detta sammanhang bör vi vara medvetna om och dra nytta av metaforiskt språk som eleverna använder i sina förklaringar. Vi måste dock även vara medvetna om att trots att förenklade analogier och metaforer kan vara effektiva hjälpmedel för lärande så kan de också leda till begreppsmässiga svårigheter, precis som förenklade visuella representationer.

Sammanfattning av modulen som en karta med reflektionsfrågor

Som komplement till denna sammanfattning av de övergripande temana i modulen så har vi också sammanfattat det centrala innehållet i modulens olika delar i form av ”karta” med reflektionsfrågor. Frågorna är utformade för att uppmuntra dig till aktiv reflektion som en del av din fortsatta undervisning i naturvetenskap och teknik med modeller och representationer. Du kan alltså tillämpa den figuren som ett verktyg för att ge insikt när du går vidare med att tillämpa de respektive delarna av modulen i din egen undervisning och tillsammans med kollegor.

Slutlig kommentar

De beskrivna temana och reflektionsfrågorna tjänar till att sammanfatta modulen som helhet. I modulen har vi försökt stimulera lärare att reflektera över sin undervisning med modeller och representationer, men vi har även försökt bidra med stöd för att finna vägar till att undervisa och förstå elevers tolkningar i praktiken. Vi hoppas att ni har lärt er om hur begreppen ”modeller” och ”representationer” kan användas, den didaktiska omvandlingsprocessen, och att det kan finnas såväl olika modeller för ett fenomen som olika representationer av samma modell. Det visuella språket har betydelse för tolkningar av modeller och representationer, och arbete med visualiseringar kan hjälpa er att förstå vad elever menar, även innan de hunnit ta till sig det vetenskapliga och tekniska språket. Vi har också beskrivit olika digitala verktyg för undervisning och lärande, och hur dessa kan användas för att stödja lärande av vissa aspekter av naturvetenskap och teknik. Att lära sig representationskompetens är centralt inom naturvetenskaperna och tekniken för såväl lärare som för elever. Slutligen har vi försökt bidra med strategier för formativ bedömning i klassrummet.

Från vetenskap till skolämne

Varför väljer jag att använda just denna modell eller representation för att undervisa om ett visst vetenskapligt eller tekniskt innehåll?

Hur kan jag förklara och förmedla hur visuella egenskaper hos en modell eller representation utvecklats och anpassats för att användas som ett didaktiskt verktyg i klassrummet?

Analogier och visuell design

Är den visuella designen av den använda modellen eller representationen lämplig för min målet med min aktuella undervisning?

Hur kan analogier, metaforer, inklusive elevernas egna metaforiska språk användas för att förstärka och utveckla elevernas förståelse av begreppet eller processen?

Kreativa processer

Hur kan jag stimulera eleverna att konstruera sina egna modeller och representationer för att stärka sin förståelse av vetenskapliga och tekniska begrepp och processer?

Vilka färdigheter kan jag stödja hos eleverna genom att låta dem arbeta med självgenererade representationer i naturvetenskap och teknik?

Representationskompetens

Hur kan jag identifiera vilka komponenter av representationskompetens som påverkar elevernas förmåga att tolka en modell eller representation i naturvetenskap och teknik?

Vilka uppgifter och aktiviteter kan jag använda för formativ bedömning av elevernas representationskompetens inom

Vad är modeller och representationer?

Hur kan jag kombinera en visuell representation med andra former av representationer (verbalt, taktilt och gester) för att förstärka kommunikationen av ett begrepp eller en process?

Hur utmanande kan jag förvänta mig att det är för elever att tolka modeller och representationer av det aktuella innehållet som jag undervisar?

Del 1

Del 2

Innehåll och representation

Hur kan jag stödja elevernas övergångar från att använda "enklare" och "bekvämare" modeller mot att använda mer "avancerade" och "obekanta" modeller?

Vad *är* och vad *är inte* visualiserat i modellen eller representationen som jag använder för att undervisa om denna vetenskapliga eller tekniska aspekt?

Del 3

Del 4

Visuella utmaningar och digitala verktyg

Hur kan jag använda lämpliga modeller och representationer i kombination med en väl strukturerad diskussion för att stödja elever i samband med begreppsliga svårigheter?

Hur kan jag använda tillgänglig digital teknik som en del av mina undervisningsmetoder i naturvetenskap och teknik för att kommunicera modeller och representationer?

Del 5

Del 6

Visualisering som verktyg

Hur kan jag kombinera "riktiga mätdata" från vetenskapliga instrument med befintliga modeller och representationer för att främja lärande av naturvetenskap och teknik?

Vilka modeller och representationer kan jag använda för att visualisera mätdata och hur bör jag använda dessa verktyg för att stärka elevernas kunskap?

Del 7

Del 8